



A inovação tecnológica e os desafios representados pela Inteligência Artificial

Technological Innovation and the challenges represented by Artificial Intelligence

José dos Santos Machado¹

 <https://orcid.org/0000-0002-6949-5588>  <http://lattes.cnpq.br/7452246605383263>

Francisco Sandro Rodrigues Holanda²

 <https://orcid.org/0000-0001-6812-6679>  <http://lattes.cnpq.br/7935943969315043>

Arilmara Abade Bandeira³

 <https://orcid.org/0000-0001-6393-6242>  <http://lattes.cnpq.br/9513043619290150>

Adauto Cavalcante Menezes⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-6876-5355>  <http://lattes.cnpq.br/0769464705851583>

Toniclay Andrade Nogueira⁵

 <https://orcid.org/0000-0003-2130-0734>  <http://lattes.cnpq.br/2155639189604605>

Jane Barbosa Santos⁶

 <https://orcid.org/0000-0001-8609-894X>  <http://lattes.cnpq.br/2996884222828688>

Ana Lis Pimentel Brilhante⁷

 <https://orcid.org/0000-0001-6644-9757>  <http://lattes.cnpq.br/6286573830783479>

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) é definida como um amplo ramo da ciência da computação que lida com a construção de máquinas “inteligentes”, capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana e carrega um enorme potencial para novos serviços e produtos. O objetivo do presente estudo foi identificar os principais desafios para a inovação tecnológica

¹ Instituto Federal de Sergipe – IFS, Estância/SE – Brasil. E-mail: jsmac18@hotmail.com

² E-mail: folanda@academico.ufs.br

³ E-mail: arilmara2015@gmail.com

⁴ E-mail: adauto.menezes@ifap.edu.br

⁵ E-mail: toniclay.andrade@ifs.edu.br

⁶ E-mail: jane.santos@ifap.edu.br

⁷ E-mail: ana.brilhante@ifap.edu.br



apresentados pela utilização da Inteligência Artificial. Foi realizada uma revisão conhecida como *Scoping Review*, usando critérios do Cochrane *Systematic Reviews* associados ao PRISMA, na base *Scopus* e foram identificados 1.391 registros, usando os descritores *artificial intelligence, innovation e challenges*. Por meio dos métodos de seleção e classificação foram analisados 40 artigos, que sinalizam que as principais áreas da ciência que estão utilizando a Inteligência Artificial como inovação tecnológica são ciência da computação, engenharias e ciências sociais. Os principais desafios encontrados foram; permitir com IA ofertas de inovações autônomas, integrar a tecnologia de IA nas organizações para processos e resultados de inovação digital, falta de especialistas na área de IA e a necessidade de reformulação das leis e regulamentos referentes a IA.

Palavras-chave: Aprendizagem de máquina; grandes dados; inovação digital; Internet das Coisas.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is defined as a broad branch of computer science that deals with the construction of “intelligent” machines, able to perform tasks that normally require human intelligence and carries out enormous potential for new services and products. The aim of this study was to identify the main challenges to technological innovation presented by the use of Artificial Intelligence. A Scoping Review was carried out, using criteria from the Cochrane Systematic Reviews associated with PRISMA, in the Scopus database. Around 1,391 records were identified, according to the following descriptors: artificial intelligence, innovation, and challenges. Through the selection and classification methods, 40 articles were analyzed, which indicate the main areas of science that use Artificial Intelligence as a technological innovation, such as computer science, engineering, and social sciences. The main found challenges were, enabling AI to offer autonomous innovations, integrating AI technology into organizations for digital innovation processes and results, lack of specialists in the field of AI, and the need to reformulate laws and regulations related to AI.

Keywords: Machine learning; Big Data; digital innovation; Internet of Things.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, temas em torno da inovação tecnológica como *Big Data*, Indústria 4.0, Internet das Coisas e Inteligência Artificial (IA) recebem grande atenção de pesquisadores no mundo inteiro. (POŠČIĆ, 2020). Além das inovações técnicas, as inovações do modelo de negócios, bem como as inovações de produtos ou serviços (KHATAB, 2021; FACCIA, 2022), e a combinação de ambas levam as empresas ao ponto de captação de novos clientes e vendas exclusivas que só são possíveis por meio de novas tecnologias. (NIEWÖHNER, 2020).

A Inteligência Artificial (IA) é definida como um amplo ramo da Ciência da Computação que lida com a construção de máquinas “inteligentes”, capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. (PREN, 2019; TROCIN, 2021). Assim, o conhecido termo inteligência, agora também reconhecido como IA, diz respeito à realização de qualquer uma das ações como planejamento, raciocínio, resolução de problemas, percepção, apresentação de conhecimento, criatividade *etc.* (MECAJ, 2022). Nesse contexto, a IA carrega um potencial para novos serviços e produtos. (PREN, 2019).



O termo inovação baseado em IA refere-se a produtos e serviços novos e melhorados que se baseiam no uso de tecnologias de IA para inovação. (LING, 2020). Na última década, as *startups* trouxeram inovações disruptivas para o mercado com o uso da IA (YAO, 2022) e se tornaram grandes concorrentes para empresas tradicionalmente líderes na oferta de certos produtos no mercado. (PIETRONUDO, 2022).

Então, a agora conhecida “*Artificial Intelligence of Things (AIoT)*”, que significa usar a Internet das Coisas para realizar tarefas inteligentes com a ajuda da integração da IA (MACHADO *et al.*, 2020), é uma das inovações em franco desenvolvimento que pode transformar uma cadeia de processos complexos em um processo integrado. (NOZARI *et al.*, 2022). No entanto, a mesma tecnologia em evolução com a presença da Internet e a enorme quantidade de dados pode representar muitos desafios para os fatores envolvidos, desencadeando o que já se conhece como a inovação digital. (CORREIA; MATOS, 2021).

As perspectivas para IA nos negócios e na economia global são enormes. (DESTA, 2018). A ideia de que a IA, e o aprendizado de máquina em particular, cada vez mais será igual ou superior ao desempenho humano, assumindo funções de trabalho, transformando fundamentalmente a base operacional dos negócios e interrompendo as práticas de gerenciamento tradicionais, se apresenta como um cenário de grandes potencialidades. (FÜLLER, 2022).

Assim, tornar-se uma empresa de IA exigirá um permanente pensamento criativo e inovador para entender a lógica central das tarefas, às vezes até redefinindo-as de uma maneira que possa permitir todo o poder da aplicação de IA. (TEKIC, 2019). Isso normalmente levará a inúmeras possibilidades de inovação de modelos de negócios e processos, pois muitas tarefas serão “reinventadas”, oferecendo espaço para novas composições. (FÜLLER, 2021).

Para resolver problemas do mundo real com máquinas, eles precisam ser traduzidos em aritmética, ou seja, problemas representáveis digitalmente. (HUTCHINSON, 2020). Em outras palavras, a IA usa dados como entrada, desenvolve sua própria análise de dados e gera a saída, ou seja, a solução ideal com base na entrada. (PASCHEN, 2020). O desafio é que, embora a tecnologia para uso de IA exista, o acesso a dados raramente é direto, especialmente do ponto de vista da gestão da inovação. (BUHMANN, 2021). Uma vez que a inovação na área é muitas vezes de natureza colaborativa e em rede (KEMPPAINEN, 2019), dados relevantes são armazenados em vários lugares (MACHADO, 2021), desde sistemas internos até redes externas como na *cloud computing*, e outros registros de bancos de dados. (IZUMI, 2019).

A inovação tecnológica facilita o processamento de informações, mas apresenta vários riscos, incluindo hackers e problemas de confidencialidade. (MACHADO, 2022). Sistemas que operam na Web enfrentam muitas ameaças cibernéticas e ataques de partes mal-intencionadas. (SU, 2021). O desempenho do sistema de inovação é restrito principalmente pelas fraquezas do sistema de recursos limitados e comunicação insuficiente dos principais profissionais sobre suas necessidades de melhorar usando inovações de tecnologia de IA. (APELL; HENRIK, 2021).

Conforme evidenciado na literatura atual a inovação tecnológica das instituições e empresas com o uso da Inteligência Artificial (IA) para alcançar novos clientes. (LI,



2021), e disponibilizar novos produtos e serviços no mundo conectado é um fator de grande relevância para economia e crescimento de um país. (HEMPHILL, 2020). Esses são os seus desafios, um campo de pesquisa de enorme relevância para pesquisadores do mundo inteiro. O objetivo do presente estudo foi identificar os principais desafios para a inovação tecnológica apresentados pela utilização da Inteligência Artificial (IA).

2. TRABALHOS CORRELATOS

Um total de seis artigos foram identificados, na busca por desafios na implementação da inovação tecnológica com Inteligência Artificial (IA), como apresentado na sequência.

Nozari *et al.* (2022), apresentaram uma revisão da literatura para identificar os desafios da revolução tecnológica, na logística da cadeia de suprimentos com uso da Inteligência Artificial (IA) e entrevistaram especialistas ativos nas indústrias FMCG – *Fast-Moving Consumer Goods*. Como um estudo de caso, foram extraídos os desafios mais importantes enfrentados pela cadeia de suprimentos alimentada por AIoT. Os resultados mostraram que a segurança cibernética e a falta de infraestrutura adequada são os desafios mais importantes enfrentados pela cadeia de suprimentos baseada em AIoT.

O trabalho de Tekic *et al.* (2019), contribuiu para uma melhor compreensão do que e como está mudando a manufatura na era da IA, a partir de cinco desafios de inovação que, poderá mudar o futuro da manufatura. Os desafios analisados foram; foco nas mudanças da inovação, importância dos dados, necessidade de maior colaboração, impacto da experiência do cliente e escassez de talentos. Os autores mostraram informações valiosas sobre como as empresas de manufatura devem abordar os desafios da inovação na próxima década.

Ziang *et al.* (2021), analisaram como lidar com os problemas e riscos, que a inteligência artificial médica pode trazer e, como garantir seu desenvolvimento de forma segura e controlável com base na crescente tendência do uso de IA médica na China. Os autores apresentaram vários desafios no desenvolvimento da IA médica na China, como, questões de segurança, avaliação de produtos, questões de acesso, questões de padronização de inteligência artificial, questões éticas e falta de talentos de profissionais na área de inteligência artificial.

Mecaj (2022), identificou as funções desempenhadas pela Inteligência Artificial, observando as inovações trazidas pela introdução dessa tecnologia. Como resultado desse desenvolvimento e uso generalizado surgiram discussões sobre a regulamentação legal da IA, concluindo que ainda não existe um quadro legislativo adequado sobre Inteligência Artificial, apesar de não possuir um marco legal consolidado, os estados têm feito os primeiros esforços na elaboração de atos jurídicos e normas que regem o campo da Inteligência Artificial.

Machado *et al.* (2020), revisaram o novo paradigma da computação distribuída, que é a *Fog Computing*, necessária para a disseminação da IA, apresentando seu conceito, características e áreas de atuação. Os autores realizaram uma revisão da literatura



sobre os desafios de sua implementação. Como resultado apresentaram e analisaram seus desafios, que são, questões de segurança; questões operacionais e sua padronização, também discutindo que muitas questões precisam ser pesquisadas na academia para que sua implementação se torne uma realidade.

Hutchinson (2020) introduziu um conceito que denominou como SAI - *Self-innovating Artificial Intelligence*, definida como a utilização organizacional da IA, com o objetivo de avançar de forma incremental os produtos existentes ou desenvolver novos produtos, com base em *insights* da combinação e análise contínuas de várias fontes de dados. Como resultado, descreveu a tecnologia de IA subjacente, conceituou e descreveu como as empresas podem incorporar SAI em seus processos de inovação, com o objetivo de desenvolver produtos cada vez mais complexos e, ofereceu caminhos potenciais para novas pesquisas neste domínio.

A análise dos estudos apresentados permitiu identificar que, a produção científica sobre os desafios para inovação tecnológica com o uso da Inteligência Artificial é um tema relevante para muitos pesquisadores nos dias atuais. Identificar os seus desafios e torná-los conhecidos, é o primeiro passo para chegarmos em ações que possibilitam amenizar seu impacto na inovação tecnológica com IA. Desse modo, nota-se a necessidade de maiores investimentos em pesquisa nesta temática, principalmente no assunto relacionado a IA.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de escopo (RE) em documentos acadêmicos buscando-se atingir o objetivo, uma vez que essa metodologia é projetada para coletar evidências que atendam aos critérios de elegibilidade pré-especificados, buscando a compreensão de lacunas existentes na temática proposta. (MUNN *et al.*, 2018). Busca-se identificar, avaliar e interpretar os resultados relevantes das revisões sistemáticas em trabalhos acadêmicos publicados, conforme os princípios das regras empíricas relacionadas aos levantamentos bibliométricos na literatura. Atualmente são amplamente adotados e aceitos os procedimentos de classificação, descrição e qualificação de documentos que adotam princípios metodológicos, tais como as revisões do *Cochrane*. (CHANDLER *et al.*, 2021).

Neste artigo foram adaptadas as recomendações do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (HIGGINS *et al.*, 2020), adotando como procedimentos deste estudo: formulação da pergunta e rodadas: (i) localização dos estudos (artigos); (ii) elegibilidade dos estudos; (iii) qualificação dos artigos e extração dos dados; e (iv) síntese da revisão interpretação dos dados.

Os dados foram dispostos no repositório de dados abertos OSF sob o DOI: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/47BUX>.

3.1. RODADA 1: EXTRAÇÃO DOS ESTUDOS

Inicialmente foi realizada uma busca com descritores primários nas bases de dados *Scopus*. Os descritores foram trabalhados na língua inglesa vinculados por operadores booleanos, seguindo as regras descritas por Slamet *et al.* (2016), por meio de artigos



publicados entre os anos de 2012 a 2022. Os critérios de inclusão e exclusão para esta rodada das recomendações aceitaram apenas artigos completos, escritos na língua inglesa apresentando os descritores primários nos seguintes campos: título (*title*), resumo (*abstract*) e palavras-chave (*keywords*). Para a base *Scopus*, foi utilizada a seguinte *string* de busca: (TITLE-ABS-KEY (*artificial intelligence AND innovation AND challenges*)) PUBYEAR > 2011.

3.2. RODADA 2: ELEGIBILIDADE DOS DADOS E SELEÇÃO AUTOMÁTICA

Pela possibilidade de se trabalhar com bancos de dados, a seleção inicial dos estudos foi realizada na sua primeira fase utilizando a busca por trabalhos duplicados a partir da seleção dos artigos únicos com o emprego do sistema StArt. (LAPES, 2005). O método *Score Citation Automatic Selection* (SCAS) do sistema StArt foi adotado como classificador automático por pontuação, organizando os artigos em duas fases. A primeira fase foi dividida em dois recursos, ou seja, por pontuação e por citação, e a segunda fase classificou nos seguintes quadrantes Q1 (3 pontos), Q2 (2 pontos), Q3 (1 ponto) e Q4 (0 pontos) (OCTAVIANO *et al.*, 2016; OCTAVIANO *et al.*, 2015). A Figura 1 apresenta os quadrantes adotados pelo Sistema. Para completar a extração dos artigos classificados no Q2, foram lidos títulos, resumos e palavras-chave para verificação efetiva da inclusão ou exclusão.

Figura 1 - Quadrantes e categorias adotados no posicionamento hierárquico de pontos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3. SELEÇÃO MANUAL DOS ARTIGOS

Buscando mitigar problemas da busca de artigos de interesse da pesquisa, mas que pode resultar em possíveis outros artigos que não estão relacionados ao tema proposto, foram selecionados aqueles que apresentaram valores maiores nos índices



de inclusão e para os índices de exclusão (Tabela 1), podendo ainda ser elegível na próxima rodada.

Os demais trabalhos foram considerados automaticamente inelegíveis para a próxima rodada. Todas as seleções nesta rodada foram realizadas por dois pesquisadores, independentemente, de modo a evitar influência pessoal nos resultados. As discrepâncias observadas durante esta rodada foram resolvidas por consenso.

Tabela 1 – Critérios de Inclusão/Exclusão dos artigos observados.

Critérios adotados	Grupo de Índices
Apresenta os dois descritores no título	Inclusão (I)
Periódico com fator de impacto internacional	Inclusão (I)
Correlação entre as duas áreas temáticas	Inclusão (I)
Não é trabalho sobre temas relacionados	Exclusão (E)
Não é trabalho sobre métodos inovadores	Exclusão (E)
Não apresenta solução inovadora	Exclusão (E)
Não apresenta possibilidade de replicação do experimento	Exclusão (E)
É uma revisão bibliográfica sem impacto ao tema	Exclusão (E)
Pouca aderência aos descritores primários	Exclusão (E)

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4. RODADA 3: QUALIFICAÇÃO DOS ARTIGOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS

Para classificação de qualidade dos artigos selecionados, foram adotados os indicadores apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 – Indicadores adotados para descrição de qualidade dos artigos.

Siglas	Indicador	Índice de inclusão
DMI	Descreve o método/meios de inovação tecnológica	Índices de qualidade
MID	Apresenta o método/meios para uso da IA e seus desafios	Índices de qualidade
ACR	Apresenta capacidade de reprodução	Índices de qualidade
INV	Aparenta ser uma inovação	Índices de qualidade
TAI	Aplicação de uma tecnologia direcionada à IA	Índices de qualidade
DPM	Apresenta descrição do procedimento metodológico	Índices de qualidade
TID	Envolve tecnologia direcionada a área da inovação digital	Índices de qualidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram atribuídos para cada indicador os valores: 0 para “não atende o indicador”, 0,5 “atende parcialmente o indicador” e 1 para “atende o indicador”, assim como os valores alcançados na classificação de prioridade (3 Muito alto, 2 Alto e 1 Baixo). Nesta fase foram excluídos os manuscritos que apresentavam grandes similaridades com os demais, analisados com consenso de dois pesquisadores de forma subjetiva e



os que foram pontuados como prioridade baixa, mantendo o que apresentou maior pontuação dentre estes, assim como trabalhos que mantinham caráter de continuidade de uma pesquisa macro, pelos mesmos autores ou grupo de pesquisa.

3.5. EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS

A última rodada foi responsável pela classificação da qualidade dos trabalhos selecionados. Para identificar os artigos mais relevantes considerando as pontuações e classificações de toda a revisão, foi estabelecido um valor de corte correspondente a 80% do somatório dos critérios de classificação de escore por valor, obtidos na seleção dos estudos. O limite de 80% do somatório foi baseado no postulado de Pareto, que afirma que a maioria do efeito se origina de um pequeno número de causas. (PARETO, 1964). No contexto desta pesquisa, este postulado afirma que os artigos com maior pontuação representarão a maior parte do reconhecimento científico no conjunto bibliográfico atual. (AZEVEDO; ENSSLIN; JUNGLES, 2014).

Os dados a serem extraídos seguiram as seguintes classificações: classificação da atividade da inovação tecnológica com uso da Inteligência Artificial e a área de estudo/pesquisa (inovação digital, inteligência artificial, desafios).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca na base de dados Scopus resultou em 1.391 artigos, e todos os artigos não duplicados extraídos no banco de dados, que emergiram utilizando os descritores de busca, foram inicialmente considerados elegíveis para avançar para a rodada 3, sendo esta a seleção inicial dos estudos.

4.1. BIBLIOMETRIA DOS ARTIGOS SELECIONADOS

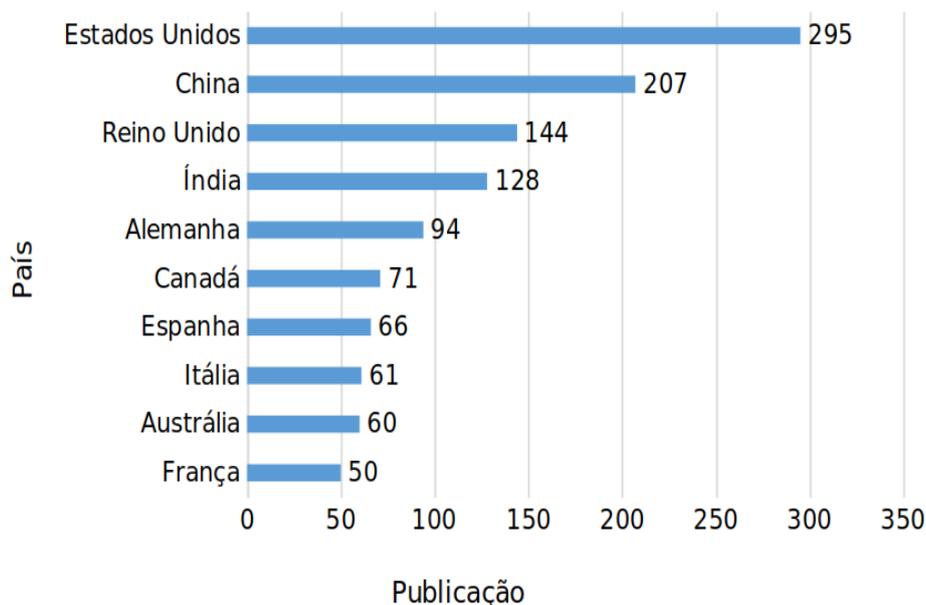
Observando as publicações identificadas no universo desta pesquisa, a maioria dos documentos foram publicados em fontes de literatura internacionais, sendo eles do tipo *Journal* (53,63%), *Conference Proceeding* (26,31%), *Book Series* (15,46%), *Book* (4,46%) e *Trade Journal* (0,14%). A maioria dos documentos foram títulos das seguintes publicações; *Lecture Notes In Computer Science* (3,37%), *Journal Of Physics Conference Series* (1,50%) e *Advances In Intelligent Systems And Computing* (2,02%).

Analisando mais detalhadamente as palavras-chave mais citadas na base de dados da pesquisa realizada, foram destacadas: *Artificial Intelligence* (950), *Humans* (397), *Machine Learning* (209), *Innovation* (139), *Big Data* (132) e *Internet Of Things* (108). Foram também observados os países que mais publicaram sobre o tema, sendo que a maioria das publicações foram produzidas pelos Estados Unidos (20,5%), seguido de China (19%) e Reino Unido (12%). A Figura 2 apresenta as publicações dos principais países identificadas nesta pesquisa.

Como evidenciado na Figura 2, os dois primeiros lugares são ocupados por países tradicionalmente com grande crescimento de investimento em estratégias de avanço no desenvolvimento de IA, respectivamente Estados Unidos e China, caracterizadas como as duas maiores potências econômicas e de inovação tecnológica com uso da IA do mundo.



Figura 2 - Publicações dos países com mais relevância na temática IA.

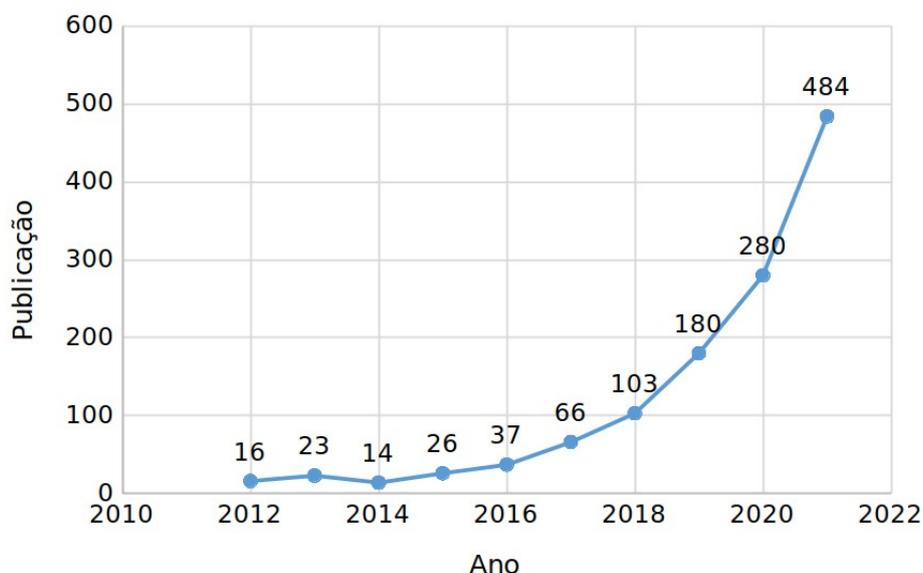


Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro fator importante a se observar são as publicações por ano, onde se verifica um crescimento significativo de publicações relevantes ao tema (Figura 3), com destaque para o ano de 2012 com 16 publicações. Em 2021 foram registradas 484 publicações, apresentando um crescimento de 3.025%, demonstrando um significativo interesse por pesquisadores sobre o tema “inteligência artificial como inovação”.

Na Figura 3 é mostrado o crescimento das publicações no período pesquisado do ano de 2012 até o ano de 2021.

Figura 3 - Evolução das publicações sobre IA por ano.



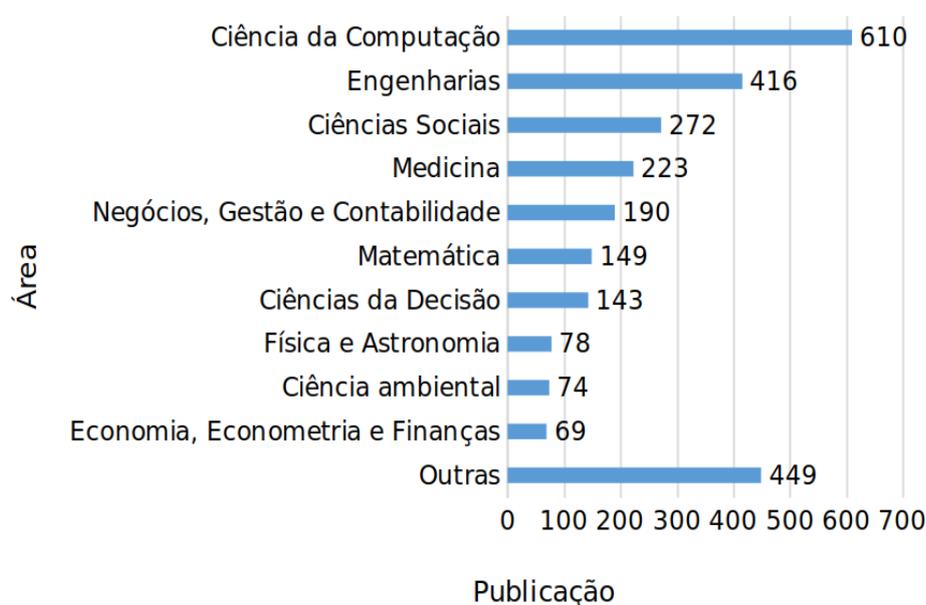
Fonte: Elaborado pelos autores.



Observa-se na Figura 3 um crescimento muito expressivo nas publicações do tema inovação tecnológica com Inteligência Artificial de 469% entre 2018 a 2021. Coincidentemente, esse foi o período em que as instituições de pesquisa e inovação atravessaram uma das principais pandemias mundiais a COVID-19, quando a população mais utilizou os serviços e produtos tecnológicos, devido a reclusão em suas residências. Esse comportamento pode ter motivado um forte crescimento da pesquisa relacionada ao tema.

Na análise dos artigos apresentados foi identificado as principais áreas da ciência que estão utilizando a Inteligência Artificial como inovação tecnológica (Figura 4). Destaque para a Ciência da Computação que ficou com 22,82%, seguido pelas Engenharias com 15,56% e Ciências Sociais com 10,18%. A Ciência da Computação é destaque pelo fato de ser a área que geralmente é responsável pelo desenvolvimento e aprimoramento dos algoritmos de Inteligência Artificial, que são utilizados pelas outras áreas.

Figura 4 – Área da ciência que mais utiliza IA como inovação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2. ELEGIBILIDADE DOS ARTIGOS, SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE CITAÇÃO E PONTUAÇÃO

O sistema SCAS categorizou automaticamente 73 artigos no quadrante Q1, os quais foram aceitos automaticamente para a próxima rodada, que abordam majoritariamente métodos estratégicos ou inovações tecnológicas com o uso da Inteligência Artificial, com ênfase nos seus desafios na área de inovação digital.

Dos trabalhos categorizados no Q1, o artigo com pontuação SCAS mais alta foi "*Artificial intelligence for innovation in Austria*" (PREM *et al.*, 2019), com 76 pontos. Este estudo teve como objetivo informar o desenvolvimento de uma estratégia nacional de IA austríaca. Os dados também podem ser úteis para gerentes



de inovação que buscam entender as oportunidades e os desafios das empresas que desejam implantar soluções inovadoras de IA. Para os pesquisadores, os dados sugerem possíveis novos tópicos de foco de pesquisas adicionais, por exemplo, desenvolvimento de modelos de negócios relacionados à IA, gerenciamento adequado das expectativas em processos de inovação relacionados à IA e *insights* adicionais sobre as restrições emergentes dos aspectos históricos dos dados, juntamente com a experiência necessária em metadados. Igualmente contidos neste quadrante, estão pesquisas que propõem uma nova metodologia para analisar os produtos existentes tendo em vista a sua arquitetura funcional e física. O objetivo é agrupar esses produtos em novas famílias de produtos para a otimização das linhas de montagem existentes e a criação de futuros sistemas de montagem reconfiguráveis. (NIEWÖHNER, 2020). No trabalho de Parveen (2018), o autor apresenta uma pesquisa que discute os principais dilemas regulatórios no campo da Inteligência Artificial na construção civil.

No quadrante Q3 foram classificados (27 artigos) e no Q4 (609 artigos) para classificação, sendo estes do Q4 rejeitados automaticamente pelo sistema SCAS para a próxima fase. Os artigos classificados no Q2 (679 artigos) que contavam com o escore de frequência de termos acima de 30 pontos foram conduzidos para seleção manual, buscando uma leitura mais aprofundada destes para posterior pontuação, sendo aceitos 95 artigos do total. A Tabela 3 descreve mais detalhadamente a quantidade de artigos incluídos por critérios de maior relevância.

Tabela 3 – Quantidade de artigos incluídos por critérios de seleção.

Critérios adotados	Grupo de Índices	Q. de artigos
Apresenta os dois descritores no título	Inclusão (I)	6
Periódico com Fator de impacto Internacional	Inclusão (I)	9
Correlação entre as áreas temáticas	Inclusão (I)	7
Selecionado automaticamente pelo método SCAS	Inclusão (I)	73

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 1.391 documentos levantados foram excluídos 1.296, restando 95 artigos para as demais fases metodológicas deste estudo, visto que apresentavam pontuação relevante sobre a ótica de ocorrência dos descritores secundários no corpo textual e atenderam aos critérios propostos na fase de seleção. A Tabela 4 apresenta a quantidade de artigos excluídos por critérios de maior relevância.



Tabela 4 – Quantidade de artigos excluídos por critérios de seleção.

Crítérios adotados	Grupo de Índices	Q. de artigos
Não é trabalho sobre temas relacionados	Exclusão (E)	97
Não apresenta os dois descritores no título	Exclusão (E)	79
Não apresenta solução inovadora	Exclusão (E)	108
Não apresenta possibilidade de replicação do experimento	Exclusão (E)	96
É uma revisão bibliográfica sem impacto ao tema	Exclusão (E)	125
Pouca aderência aos descritores primários	Exclusão (E)	182
Selecionado pelo método SCAS	Exclusão (E)	609

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3. EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS DOS TRABALHOS SELECIONADOS

A partir das análises apresentadas anteriormente, partiu-se para uma síntese qualitativa mais minuciosa do material selecionado, sendo possível a classificação dos artigos por meio do somatório dos valores obtidos em todas as rodadas. A partir desse ponto foi realizado um corte correspondente a 85% do somatório de todos os critérios, sendo possível chegar a somente quarenta artigos, mas que expressam bem o perfil dos trabalhos que abordam as principais áreas da ciência que utiliza a IA como inovação tecnológica e seus desafios. A finalidade do objetivo proposto foi alcançada na análise dos artigos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Artigos com maior pontuação após somatório da síntese de qualidade.

Nº	Pontos	Título	Autor/Ano
1	76	Artificial intelligence for innovation in Austria	Prem, 2019
2	67	The impact of the 4th industrial revolution on the design fields of innovation management	Niewöhner, 2020
3	56	Analysis of the Application of Artificial Intelligence in the Creative Space	Su, 2021
4	55	Rethinking effects of innovation in competition in the era of new digital technologies	Pošćić, 2020
5	54	Analysis of the Challenges of Artificial Intelligence of Things (AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study: FMCG Industries)	Nozari, 2022
6	54	The impact of artificial intelligence on innovation management: A literature review	Correia, 2021
7	53	Disruptive innovations in the clinical laboratory: catching the wave of precision diagnostics	Khatib, 2021
8	48	A solution looking for problems? A systematic literature review of the rationalizing influence of artificial intelligence on decision-making in innovation management	Pietronudo, 2022
9	47	Manufacturing and the rise of artificial intelligence: Innovation challenges	Tekic, 2019



10	46	Artificial intelligence in construction industry: Legal issues and regulatory challenges	Parveen, 2018
11	44	Connected health innovation: Data access challenges in the interface of AI companies and hospitals	Kemppainen, 2019
12	43	Research on development and challenges of chinese medical artificial intelligence	Ziang, 2021
13	42	Artificial intelligence and legal challenges	Mecaj, 2022
14	42	Research on College English Teaching Mode Based on Artificial Intelligence	Yuan, 2021
15	42	Reinventing Innovation Management: The Impact of Self-Innovating Artificial Intelligence	Hutchinson, 2020
16	42	Research on University Education Reform in the Era of Artificial Intelligence	Ling, 2020
17	41	Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: A global perspective	Li, 2021
18	40	How AI revolutionizes innovation management Perceptions and implementation preferences of AI-based innovators	Füller, 2021
19	40	Disaster risk reduction and innovations	Izumi, 2019
20	38	A survey on Fog Computing and its research challenges	Machado, 2020

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os desafios foram classificados pelo critério de maior relevância no impacto negativo para a adoção da inovação tecnológica com AI, sendo classificados nas seguintes pontuações, alto impacto (3 pontos), médio impacto (2 pontos) e baixo impacto (1 ponto). Na análise dos artigos da Tabela 5, os principais desafios encontrados com alto impacto na inovação tecnológica com uso da Inteligência Artificial foram sumarizados na Tabela 6 e classificados por maior quantidade de referências sinalizado com a Tabela 5.

Com análise do resultado encontrado dos principais desafios para a inovação tecnológica com o uso da IA, percebe-se que os desafios são numerosos e observamos que os desafios “Permitir com IA ofertas de inovações autônomas” e “Integrar a tecnologia de IA nas organizações para processos e resultados de inovação digital”, foram os desafios mais citados nos artigos estudados. Esses desafios são muito relevantes pela falta de especialistas na área a até o aumento da precisão de acertos das decisões dos algoritmos de IA, que hoje pode ultrapassar os 90% a depender da tarefa.

Os desafios encontrados concordam com Ziang (2021), que afirma que atualmente as leis e regulamentações relacionadas à Inteligência Artificial estão atrasadas. As leis e regulamentos relevantes devem ser formulados e aprimorados o mais rápido possível (KIRŠIENĖ, 2019), para definir as responsabilidades dos desenvolvedores, produtores e usuários de produtos e sistemas de inteligência artificial. (MECAJ, 2022). No Brasil, o Projeto de Lei 21/20 se propõe a criar o marco legal da IA. Cientistas de diferentes universidades têm sido convidados a participar, por meio de oficinas e consultas públicas em <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2236340>.



Tabela 6 – Desafios da IA para inovação.

Categoria	Inovação	Desafio	Referência
Tecnologia	Inovação incremental à radical	Permitir com IA ofertas de inovações autônomas.	1,2,9,11,12,14,15,18,20.
Gestão	Integração	Integrar a tecnologia de IA nas organizações para processos e resultados de inovação digital.	1,2,3,6,8,9,11,16,18.
Gestão	Gestão da inovação	Falta de especialistas na área de IA.	1,3,5,6,9,11,12,17.
Gestão	Regulamentação	Reformulação das leis e regulamentos referente IA.	1,4,7,10,12,13.
Segurança	Cybersecurity	Vulnerabilidades operacionais no nível da máquina.	2,5,12,17.
Segurança	IoT	Falta de confiança na AIoT.	5,12,17.
Tecnologia	Conectividade	Vulnerabilidade da rede por dispositivos IoT com IA.	5,12,17.
Tecnologia	Precisão	Aumentar a precisão de acerto das decisões dos algoritmos de IA.	1,11,17.
Tecnologia	Armazenamento dos dados	Implantação da <i>Edge e Fog computing</i> para IoT.	5,20.
Segurança	Riscos Ambientais	Garantir o uso do sistema a desastre ambiental.	19.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A segurança digital é outro desafio de relevante preocupação para a adoção da inovação tecnológica com IA, as vulnerabilidades operacionais em nível de máquina são atualmente extremamente atacadas por várias ameaças digitais. A precisão também está nesse grupo, pois aumentar a precisão de acerto das decisões dos algoritmos de IA é essencial e relevante, devido ao fato de que algumas tarefas humanas necessitam de alta precisão de acertos.

Foi constatado também que esses tópicos são de enorme interesse para pesquisadores atualmente e podem ser sugestões para futuras direções de pesquisas.

Esse estudo teve algumas limitações, sendo, acrescentar na pesquisa mais bases de dados, não apenas a *Scopus* e na utilização da *string* de busca dos descritores primários, acrescentar mais palavras-chave com operador booleano *OR*, isso poderia ter aumentado a gama de documentos encontrados no universo da pesquisa.

5. CONCLUSÕES

A Inteligência Artificial hoje em dia já faz parte do nosso cotidiano e a inovação com o seu uso é de extrema importância para instituições e empresas de tecnologias em todas as áreas de atividades sejam nos campos econômicos, como tecnológicos e até institucionais.

Cada vez mais surgem produtos e serviços inovadores com IA, *industry 4.0*, *smart cars*, *smart cities*, *smart health*, *smart drones etc.*, porém são vários desafios desde o



início da mudança de inovação incremental à uma inovação tecnológica radical, para que o mercado aceite de forma definitiva e satisfatória, sendo reconhecido como novo paradigma pelos usuários e clientes.

Os principais desafios encontrados no escopo dessa pesquisa, foi identificar a partir de IA ofertas de inovações autônomas; integração da tecnologia de IA nas organizações para processos e resultados de inovação digital, e a ainda relevante falta de especialistas na área de IA assim como a necessidade de reformulação das leis e regulamentos referentes a IA.

Os entraves para um surgimento maior da inovação tecnológica com IA são: falta de profissionais na área de IA; segurança digital; conectividade; integração e a falta de uma legislação pertinente a Inteligência Artificial que melhor defina os direitos e deveres legais pertinentes as instituições, desenvolvedores, usuários, clientes de serviços e de produtos autônomos com tecnologia IA,

A inovação tecnológica com IA é uma realidade, e as instituições devem cada vez mais investir em ciência, tecnologia e inovação para continuar na concorrência com mais capacidade tecnológica frente às novas instituições que surgem cada vez mais inovadoras.

6. REFERÊNCIAS

APELL, Petra; ERIKSSON, Henrik. Artificial intelligence (AI) healthcare technology innovations: the current state and challenges from a life science industry perspective. **Technology Analysis & Strategic Management**, p.1-15, 2021.

AZEVEDO, Rogério Cabral de; ENSSLIN, Leonardo; JUNGLES, Antônio Edésio. A review of risk management in construction: opportunities for improvement. **Modern Economy**, v.5, n.4, p.367-383, 2014.

BUHMANN, Alexander; FIESELER, Christian. Towards a deliberative framework for responsible innovation in artificial intelligence. **Technology in Society**, v.64, p.101475, 2021.

CHANDLER, Jacqueline; CUMPSTON, Miranda; THOMAS, James; HIGGINS, Julian PT; DEEKS, Jonathan J.; CLARKE, Mike J. **Chapter I: Introduction**. Cochrane Training. 2021. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-i>. Acesso em: 18 out. 2022.

CORREIA, Maria João; MATOS, Florinda. The impact of artificial intelligence on innovation management: a literature review In: EUROPEAN CONFERENCE ON INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP, 16., 2021, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Instituto Universitário de Lisboa, 2021. p.222-230.

DESTA, Tedla. ICT Innovations, entrepreneurship and hubs in East Africa: the case of Ethiopia. **African Journal of Science, Technology, Innovation and Development**, v.10, n.6, p.655-664, 2018.

DAVIDE, Fabrizio. Perspectives for digital social innovation to reshape the european welfare systems: an introduction. **IOS Press**, p.1-41, 2021.



FACCIA, Alessio; PANDEY, Vishal; BANGA, Charu. Is permissioned blockchain the key to support the external audit shift to entirely open innovation paradigm? **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v.8, n.2, p.85, 2022.

FÜLLER, Johann *et al.* How AI revolutionizes innovation management-Perceptions and implementation preferences of AI-based innovators. **Technological Forecasting and Social Change**, v.178, p.121598, 2022.

FÜLLER, Johann; HUTTER, Katja; KRÖGER, Niclas. Crowdsourcing as a service-from pilot projects to sustainable innovation routines. **International Journal of Project Management**, v.39, n.2, p.183-195, 2021.

HEMPHILL, Thomas A. The innovation governance dilemma: alternatives to the precautionary principle. **Technology in Society**, v.63, p.101381, 2020.

HIGGINS, Julian; THOMAS, James; CHANDLER, Jacqueline; CUMPSTON, Miranda; LI, Tianjing; PAGE, Matthew J.; WELCH, Vivian A. **Manual de Cochrane para revisões sistemáticas de intervenções** 6.1. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2020. v.1.

HUTCHINSON, Philip. Reinventing innovation management: the impact of self-innovating artificial intelligence. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.68, n.2, p.628-639, 2020.

IZUMI, Takako *et al.* Disaster risk reduction and innovations. **Progress in Disaster Science**, v.2, p.100033, 2019.

KEMPPAINEN, Laura *et al.* Connected health innovation: data access challenges in the interface of AI companies and hospitals. **Technology Innovation Management Review**, v.9, n.12, 2019.

KHATAB, Ziyad; YOUSEF, George M. Disruptive innovations in the clinical laboratory: catching the wave of precision diagnostics. **Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences**, v.58, n.8, p.546-562, 2021.

KIRŠIENĖ, Julija *et al.* Rethinking the implications of transformative economic innovations: mapping challenges of private law. **Baltic Journal of Law & Politics**, v.12, n.2, p.47-77. 2019.

LAPES. **StArt**. São Carlos: Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software, 2005. Disponível em: http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool. Acesso em: 18 out. 2022.

LI, Ji-Peng Olivia *et al.* Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: a global perspective. **Progress in retinal and eye research**, v.82, p.100900, 2021.

LING, Xinyi. Research on University Education Reform in the Era of Artificial Intelligence. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SCIENCE AND EDUCATION, 2020, Sanya. **Proceedings...** Sanya: Chongqing University, 2020. p.561-564.

MACHADO, José Dos Santos *et al.* As principais ameaças digitais e suas formas de mitigação no contexto da segurança da propriedade intelectual. **Conjecturas**, v.22, n.8, p.147-162, 2022.



- MACHADO, José dos Santos *et al.* FOGSYS: a system for the implementation of StaaS service in a fog computing using embedded platforms. **International Journal of Grid and Utility Computing**, v.12, n.2, p.178-191, 2021.
- MACHADO, José dos Santos; MORENO, Edward David; RIBEIRO, Admilson de Ribamar Lima. A survey on Fog Computing and its research challenges. **International Journal of Grid and Utility Computing**, v.11, n.4, p.486-495, 2020.
- MECAJ, Stela Enver. Artificial Intelligence and legal challenges. **Revista Opinião Jurídica**, Fortaleza, v.20, n.34, p.180-196, 2022.
- MUNN, Zachary *et al.* Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. **BMC medical research methodology**, v.18, n.1, p.1-7, 2018.
- NIEWÖHNER, Nadine *et al.* The impact of the 4th industrial revolution on the design fields of innovation management. **Procedia CIRP**, v.91, p.43-48, 2020.
- NOZARI, Hamed; SZMELTER-JAROSZ, Agnieszka; GHAREMANI-NAHR, Javid. Analysis of the challenges of Artificial Intelligence of Things (AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study: FMCG Industries). **Sensors**, v.22, n.8, p.2931, 2022.
- OCTAVIANO, Fábio; SILVA, Cleiton; FABBRI, Sandra. Using the SCAS strategy to perform the initial selection of studies in systematic reviews: an experimental study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 20., 2016, Limerick. **Proceedings...** Limerick: 2016. p.1-10.
- OCTAVIANO, Fábio R.; FELIZARDO, Katia R.; MALDONADO, José C.; FABBRI, Sandra C. P. F. Semi-automatic selection of primary studies in systematic literature reviews: is it reasonable? **Empirical Software Engineering**, v.20, n.6, p.1898-1917, 2015.
- PARETO, Vilfredo. **Cours d'économie politique**. Genève: Librairie Droz, 1964. v.1.
- PARVEEN, Rehana. Artificial intelligence in construction industry: legal issues and regulatory challenges. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v.9, n.13, p.957-962, 2018.
- PASCHEN, Ulrich; PITT, Christine; KIETZMANN, Jan. Artificial intelligence: Building blocks and an innovation typology. **Business Horizons**, v.63, n.2, p.147-155, 2020.
- PIETRONUDO, Maria Cristina; CROIDIEU, Grégoire; SCHIAVONE, Francesco. A solution looking for problems? A systematic literature review of the rationalizing influence of artificial intelligence on decision-making in innovation management. **Technological Forecasting and Social Change**, v.182, p.121828, 2022.
- POŠČIĆ, Ana; MARTINOVIĆ, Adrijana. Rethinking effects of Innovation in Competition in the era of new digital technologies. **InterEULawEast: journal for the international and european law, economics and market integrations**, v.7, n.2, p.245-261, 2020.
- PREM, Erich. Artificial intelligence for innovation in Austria. **Technology Innovation Management Review**, v.9, n.12, 2019.



SLAMET, Cepy *et al.* Clustering the verses of the Holy Qur'an using K-means algorithm. **Asian Journal of Information Technology**, v.15, n.24, p.5159-5162, 2016.

SU, BeiLe. Analysis of the application of artificial intelligence in the creative space. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 23., Washington DC. **Proceedings...** Washington DC: virtual event, 2021. p.252-262.

TEKIC, Zeljko; COSIC, Ilija; KATALINIC, Branko. Manufacturing and the rise of artificial intelligence: innovation challenges. **Annals of DAAAM & Proceedings**, v.30, 2019.

TROCIN, Cristina *et al.* How Artificial Intelligence affords digital innovation: a cross-case analysis of Scandinavian companies. **Technological Forecasting and Social Change**, v.173, p.121081, 2021.

YAO, Meifang; YE, Dan; ZHAO, Liyi. The relationship between inbound open innovation and the innovative use of information technology by individuals in teams of start-ups. **Systems Research and Behavioral Science**, v.39, n.3, p.503-515, 2022.

YUAN, Ma. Research on college english teaching mode based on artificial intelligence. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA ANALYSIS AND COMPUTER SCIENCE, 2021, Kunming. **Proceedings...** Kunming: Kunming Jin Jiang Hotel, 2021. p.153-156.

ZIANG, Zhou; JIHAENG, Lee. Research on Development and Challenges of Chinese Medical Artificial Intelligence. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PUBLIC MANAGEMENT AND INTELLIGENT SOCIETY, 2021, Shanghai. **Proceedings...** Shanghai: virtual event, 2021. p.371-375.

Submetido em: **18/10/2022**

Aceito em: **20/03/2023**