

**TECNOLOGIAS EMERGENTES E AGENTES AUTÔNOMOS DE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL COMO IMPULSIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SÉCULO
XXI**

**EMERGING TECHNOLOGIES AND AUTONOMOUS ARTIFICIAL INTELLIGENCE AGENTS
AS DRIVERS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE 21ST CENTURY**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.067-008>

Cecília Rodrigues Farias de Abreu Autobelli dos Reis

Mestre em Tecnologia Emergentes na Educação
Metropolitan University of Science and Technology - MUST, Florida - USA
E-mail: ceciliaautobelli@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3076003173979955>

Alexsandro dos Santos

Mestrando em Tecnologias Emergentes na Educação
Metropolitan University of Science and Technology - MUST, Florida - USA
E-mail: alexsandro.alexsandro@enova.educacao.ba.gov.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8703482004176220>

Isabella da Costa Miranda Ferreira

Doutoranda em Direito
Saint Louis Universitário - SLU, Kissimmee - FL
E-mail: isabellaicmf@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2943457623674468h>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9672-1185>

Layanne de Luna Lins

Mestranda em Tecnologia Emergentes na Educação
Metropolitan University of Science and Technology - MUST, Florida - USA
E-mail: layanneluna@outlook.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8115403663214376>

Héder Moreira da Costa

Mestre em Educação
Universidade Metropolitana de Santos - UNIMES, Santos - SP
E-mail: hederp84@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6048431113717394>

Francislina de Albuquerque Preste

Mestranda em Ciências da Saúde e da Vida
Universidade Franciscana - UFN, Santa Maria - RS
E-mail: francislina22.prestes@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2985-4804>

Bruno Renato Matos Machado

Pós-graduado em Ortodontia

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Porto Alegre - RS

E-mail: machadodrbruno@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8034-8225>

Carlos Lopatiuk

Orientador

Doutor em Ciências Sociais Aplicadas

Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa - PR

E-mail: carloslopatiuk@yahoo.com.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9701518133630285>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5918-0657>

Resumo

A transformação digital no século XXI tem sido impulsionada pelo avanço das tecnologias emergentes e pelo desenvolvimento de agentes autônomos de inteligência artificial, capazes de ampliar a automação, a tomada de decisão e a eficiência dos sistemas digitais. Este estudo teve como objetivo analisar o papel dessas tecnologias como impulsionadoras da transformação digital contemporânea, destacando suas aplicações, potencialidades e desafios. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, com busca nas bases ERIC, Latindex, Diadorim e Livre, considerando estudos publicados entre 2021 e 2026, nos idiomas português e inglês. Os resultados evidenciaram que os agentes autônomos de inteligência artificial promovem avanços significativos em áreas como educação, saúde, indústria, segurança cibernética e gestão organizacional, favorecendo ambientes digitais mais adaptativos e inteligentes. Entretanto, também foram identificados desafios relacionados à ética, privacidade, governança, segurança dos dados e necessidade de qualificação profissional. Conclui-se que essas tecnologias representam elementos estratégicos da transformação digital, exigindo implementação responsável e integrada para garantir inovação sustentável e benefícios sociais amplos.

Palavras-chave: Agentes autônomos; Inteligência artificial; Inovação tecnológica; Tecnologias emergentes; Transformação digital.

Abstract

Digital transformation in the 21st century has been driven by the advancement of emerging technologies and the development of autonomous artificial intelligence agents, capable of expanding automation, decision-making processes, and the efficiency of digital systems. This study aimed to analyze the role of these technologies as drivers of contemporary digital transformation, highlighting their applications, potentialities, and challenges. An integrative literature review was conducted, with searches performed in

the ERIC, Latindex, Diadorim, and Livre databases, considering studies published between 2021 and 2026 in Portuguese and English. The results demonstrated that autonomous artificial intelligence agents promote significant advances in areas such as education, healthcare, industry, cybersecurity, and organizational management, enabling more adaptive and intelligent digital environments. However, challenges related to ethics, privacy, governance, data security, and the need for professional qualification were also identified. It is concluded that these technologies represent strategic elements of digital transformation, requiring responsible and integrated implementation to ensure sustainable innovation and broad social benefits.

Keywords: Artificial intelligence; Autonomous agents; Digital transformation; Emerging technologies; Innovation technology.

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital consolidou-se como um dos principais fenômenos que caracterizam o século XXI, promovendo mudanças significativas nos processos econômicos, sociais, organizacionais e tecnológicos. Nesse contexto, as tecnologias emergentes, como inteligência artificial, Internet das Coisas, blockchain, robótica e computação em nuvem, têm impulsionado novos modelos de inovação capazes de ampliar a eficiência, a conectividade e a capacidade de tomada de decisão em diferentes setores. A integração dessas tecnologias possibilita a construção de ecossistemas digitais inteligentes, nos quais a automação e a análise de dados assumem papel central para o desenvolvimento sustentável e competitivo das organizações (Ayoko, 2021; Ureche *et al.*, 2025).

Os avanços da inteligência artificial ampliaram significativamente o potencial das tecnologias digitais, sobretudo com o desenvolvimento de agentes autônomos capazes de aprender, adaptar-se ao ambiente, tomar decisões e executar tarefas complexas com reduzida intervenção humana. Diferentemente dos sistemas tradicionais de automação, esses agentes utilizam modelos avançados de aprendizado para responder dinamicamente às mudanças do ambiente, tornando os processos mais eficientes, seguros e inteligentes (Ureche *et al.*, 2025).

A convergência entre inteligência artificial, Internet das Coisas e blockchain fortalece ainda mais esse processo de transformação digital ao promover ambientes tecnológicos interconectados, seguros e descentralizados. A integração dessas soluções amplia a capacidade de processamento de dados, melhora a rastreabilidade das informações e fortalece mecanismos de segurança cibernética, favorecendo aplicações em diferentes segmentos produtivos e institucionais. Dessa forma, a combinação dessas tecnologias estabelece uma base sólida para o desenvolvimento de sistemas inteligentes cada vez mais eficientes e confiáveis (Khan, 2025; Ayoko, 2021).

As mudanças impulsionadas pelas tecnologias emergentes também têm transformado profundamente o mercado de trabalho e os modelos organizacionais. A incorporação crescente de sistemas inteligentes modifica processos produtivos, redefine funções profissionais e amplia a necessidade de competências relacionadas ao pensamento crítico, à análise de dados e à interação com tecnologias digitais. Esse cenário evidencia que a transformação digital ultrapassa a dimensão tecnológica, produzindo impactos diretos sobre a organização do trabalho e o desenvolvimento de novas habilidades profissionais (Obulesu, 2026).

Além do ambiente corporativo, os avanços da inteligência artificial vêm redefinindo a gestão dos espaços urbanos por meio da utilização de sistemas inteligentes para monitoramento, mobilidade, infraestrutura e prestação de serviços públicos. Os chamados ambientes urbanos inteligentes utilizam agentes autônomos para analisar grandes volumes de dados em tempo real, permitindo decisões mais rápidas e eficientes. Entretanto, essa evolução também amplia discussões relacionadas à governança digital, à transparência dos algoritmos e à proteção da privacidade dos cidadãos (Cugurullo *et al.*, 2023).

Embora os benefícios da inteligência artificial sejam amplamente reconhecidos, seu desenvolvimento também impõe importantes desafios éticos, jurídicos e sociais. Questões relacionadas aos vieses algorítmicos, à proteção de dados pessoais, à responsabilidade pelas decisões automatizadas e à necessidade de regulamentação tornam-se cada vez mais relevantes diante da expansão dos agentes autônomos. Assim, o avanço tecnológico deve ser acompanhado pela construção de diretrizes éticas capazes de garantir inovação responsável, transparência e respeito aos direitos fundamentais (Akhter *et al.*, 2024; Khanfir; Karray, 2024).

Outro aspecto relevante refere-se ao desenvolvimento da inteligência incorporada e da cognição aumentada, tecnologias que ampliam a interação entre seres humanos e sistemas inteligentes por meio de respostas adaptativas em tempo real. Esses avanços permitem que agentes autônomos ofereçam suporte à tomada de decisão, aumentem a produtividade e favoreçam maior eficiência em atividades complexas, desde que acompanhados por mecanismos robustos de segurança, privacidade e confiabilidade das informações (Hildebrandt *et al.*, 2025; Wang *et al.*, 2026).

No campo educacional, a transformação digital também promove mudanças significativas nos processos de ensino e aprendizagem, estimulando modelos educacionais baseados em inteligência artificial, personalização do ensino e desenvolvimento de competências para o século XXI. Ambientes inteligentes favorecem a aprendizagem autônoma, a construção colaborativa do conhecimento e a formação de profissionais preparados para atuar em uma sociedade altamente digitalizada, fortalecendo a relação entre inovação tecnológica e desenvolvimento humano (Levin *et al.*, 2025; Lengua-Cantero *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, compreender o papel das tecnologias emergentes e dos agentes autônomos de inteligência artificial torna-se fundamental para analisar os avanços, desafios e perspectivas da

transformação digital contemporânea. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições das tecnologias emergentes e dos agentes autônomos de inteligência artificial como impulsionadores da transformação digital no século XXI, enfatizando suas aplicações, potencialidades e desafios.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, abordagem metodológica que permite reunir, avaliar e sintetizar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre uma temática específica, proporcionando uma compreensão abrangente do estado do conhecimento e identificando lacunas para futuras investigações. A escolha desse método justifica-se pela possibilidade de integrar resultados de diferentes estudos, favorecendo uma análise ampla acerca das tecnologias emergentes e dos agentes autônomos de inteligência artificial como impulsionadores da transformação digital no século XXI.

Para nortear o desenvolvimento da revisão, foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: *como as evidências científicas abordam as contribuições das tecnologias emergentes e dos agentes autônomos de inteligência artificial para a transformação digital no século XXI?*

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados Education Resources Information Center (ERIC), Latindex, Diadorim e Livre – Portal de Periódicos de Livre Acesso, selecionadas por sua relevância na indexação de pesquisas relacionadas à tecnologia, inovação, educação e transformação digital.

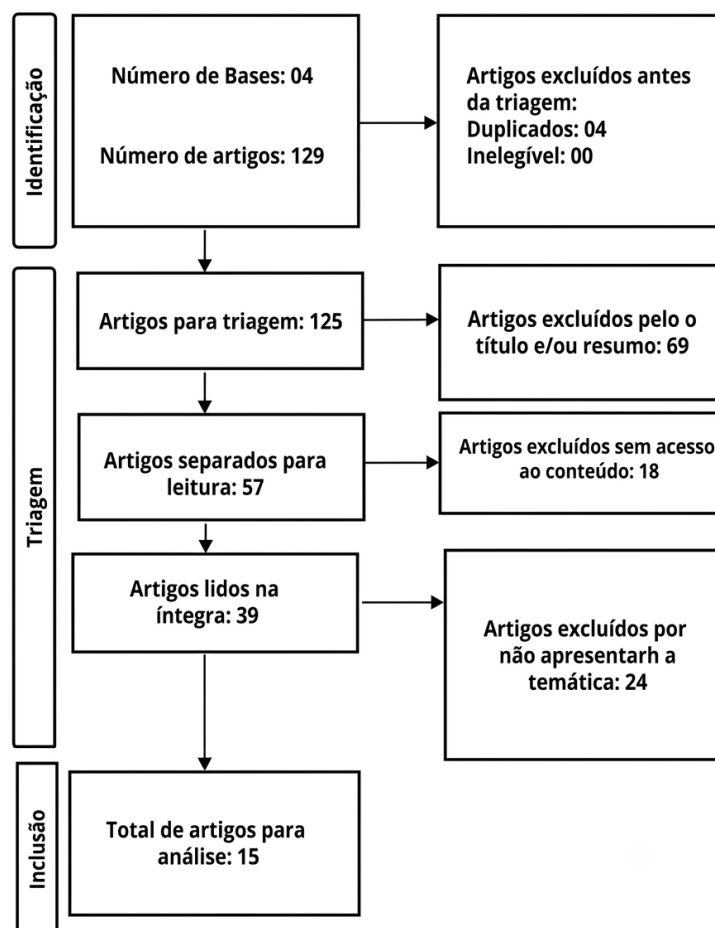
A estratégia de busca foi estruturada mediante a combinação de descritores em português e inglês, utilizando os operadores booleanos AND e OR. Foram empregados os seguintes descritores: *"Inteligência Artificial", "Artificial Intelligence", "Agentes Autônomos", "Autonomous Agents", "Tecnologias Emergentes", "Emerging Technologies", "Transformação Digital", "Digital Transformation", "Inovação Tecnológica", "Technological Innovation", "Século XXI" e "21st Century"*.

Os critérios de inclusão compreenderam artigos científicos publicados entre 2021 e 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português e inglês, revisados por pares e que abordassem diretamente a temática das tecnologias emergentes, agentes autônomos de inteligência artificial e transformação digital. Foram excluídos estudos duplicados, editoriais, cartas ao editor, resumos, capítulos de livros, dissertações, teses, trabalhos publicados em anais de eventos, além de artigos que não respondessem ao objetivo da pesquisa ou cujo texto completo não estivesse disponível.

Inicialmente, todos os registros recuperados nas bases de dados foram organizados para identificação e remoção das duplicidades. Em seguida, realizou-se a leitura dos títulos e resumos, selecionando-se os estudos potencialmente relevantes. Posteriormente, procedeu-se à leitura na íntegra dos artigos elegíveis, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos para definição da amostra final da revisão.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos foi desenvolvido de forma sistemática, garantindo maior rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade da pesquisa. As etapas adotadas durante a seleção dos artigos encontram-se representadas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção dos estudos da revisão integrativa.



Fonte: Autoria própria (2026).

Após a seleção final, os artigos foram submetidos à leitura analítica e à extração das informações de interesse, contemplando autor, ano de publicação, objetivo, principais tecnologias investigadas, aplicações dos agentes autônomos de inteligência artificial, contribuições para a transformação digital e principais resultados. Posteriormente, os dados foram organizados em quadros de síntese e analisados por meio de abordagem descritiva e qualitativa, possibilitando a identificação das principais evidências apresentadas pela literatura.

Cabe registrar que as bases consultadas privilegiam a produção nas áreas de educação, tecnologia e gestão, o que restringe a recuperação de estudos de aplicação clínica publicados em bases biomédicas. A literatura de saúde referida na discussão foi incorporada como contextualização complementar, não integrando a amostra de quinze estudos analisada nesta revisão.

Por se tratar de uma revisão integrativa da literatura, desenvolvida exclusivamente a partir de dados secundários disponíveis em publicações científicas de acesso público, este estudo não necessitou de apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade com a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, por não envolver pesquisa direta com seres humanos nem utilização de informações que possibilitem sua identificação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da apresentação individual dos estudos selecionados, realizou-se uma análise geral da produção científica identificada nas bases de dados consultadas. Após a aplicação da estratégia de busca, remoção dos registros duplicados e adoção dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, foram selecionados 15 artigos científicos para compor a amostra final desta revisão integrativa. Os estudos, publicados entre 2021 e 2026, abordam diferentes perspectivas sobre as tecnologias emergentes e os agentes autônomos de inteligência artificial como elementos propulsores da transformação digital, contemplando temas como automação inteligente, Internet das Coisas, blockchain, segurança cibernética, cidades inteligentes, cognição aumentada, educação digital, inovação organizacional, aspectos éticos da inteligência artificial e desenvolvimento de competências para o século XXI. Em conjunto, essas publicações evidenciam o avanço acelerado das tecnologias inteligentes e sua influência na reconfiguração dos processos produtivos, educacionais, sociais e institucionais. A caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa encontra-se apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa.

Autor/ano	Objetivo do estudo	Eixo do estudo	Principais achados
Liu <i>et al.</i> (2021)	Desenvolver um sistema de inteligência artificial aplicado a veículos, baseado em análise inteligente de imagens e redes 5G.	Inteligência artificial embarcada e conectividade avançada	O estudo evidenciou que a integração entre inteligência artificial, processamento de imagens e redes 5G amplia a capacidade dos sistemas autônomos, possibilitando maior precisão na percepção do ambiente, tomada de decisão em tempo real e evolução dos veículos inteligentes. Os achados demonstram que a combinação entre conectividade e IA constitui uma base tecnológica fundamental para aplicações autônomas e para a transformação digital dos sistemas de mobilidade.
Turner (2021)	Analisar os fundamentos e impactos da Quarta Revolução Industrial, com foco nas tecnologias digitais emergentes.	Indústria 4.0 e transformação tecnológica	O estudo destacou que a Quarta Revolução Industrial representa uma mudança estrutural baseada na convergência entre tecnologias digitais, automação inteligente, análise de dados e sistemas conectados. Os resultados

TECNOLOGIAS EMERGENTES E AGENTES AUTÔNOMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO
IMPULSIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SÉCULO XXI

			indicaram que essas inovações modificam modelos produtivos, relações econômicas e processos organizacionais, exigindo adaptação contínua das instituições e dos profissionais.
Ross e Maynard (2021)	Discutir os avanços relacionados à quarta revolução industrial e seus impactos na construção de ambientes inteligentes.	Transformação digital e ambientes inteligentes	Os autores identificaram que a evolução tecnológica impulsionada pela inteligência artificial, Internet das Coisas e automação avançada promove mudanças significativas nos espaços físicos e digitais. O estudo ressalta que a transformação digital exige integração entre infraestrutura tecnológica, sustentabilidade e novas formas de interação entre humanos e máquinas.
Gill <i>et al.</i> (2022)	Analisar tendências emergentes e direções futuras da inteligência artificial aplicada à computação de próxima geração.	Computação inteligente e inteligência artificial avançada	Os resultados demonstraram que a IA tem papel central na evolução da computação, impulsionando arquiteturas mais adaptativas, distribuídas e autônomas. O estudo destacou avanços em aprendizado de máquina, computação de borda, sistemas inteligentes e colaboração entre agentes, além de apontar desafios relacionados à segurança, escalabilidade e confiabilidade dos sistemas.
C.M. <i>et al.</i> (2023)	Examinar os fatores impulsionadores, desafios e oportunidades da inteligência artificial na era da Quarta Revolução Industrial.	Inteligência artificial e Indústria 4.0	O estudo evidenciou que a inteligência artificial atua como elemento estratégico da transformação digital ao possibilitar automação, otimização de processos e geração de novos modelos de negócios. Entretanto, destacou desafios relacionados à privacidade, governança dos dados, qualificação profissional e necessidade de políticas responsáveis para adoção tecnológica.
Varnosfaderani e Forouzanfar (2024)	Investigar o papel da inteligência artificial na transformação dos hospitais e clínicas no século XXI.	Inteligência artificial aplicada à saúde	Os achados demonstraram que a IA apresenta potencial para aprimorar diagnóstico, monitoramento de pacientes, gestão hospitalar e medicina personalizada. O estudo ressaltou que sistemas inteligentes podem aumentar a eficiência dos serviços de saúde, mas dependem de estratégias éticas, segurança dos dados e integração adequada aos processos assistenciais.
Matar (2024)	Analisar o desenvolvimento das tecnologias educacionais e da inteligência artificial e seus impactos futuros na educação.	Inteligência artificial e educação digital	Os resultados indicaram que a IA promove personalização da aprendizagem, automação de atividades pedagógicas e criação de ambientes educacionais adaptativos. Contudo, o estudo enfatizou a necessidade de discutir riscos relacionados à dependência tecnológica, desigualdade digital, privacidade e preparação dos

			educadores para utilização dessas ferramentas.
Saad <i>et al.</i> (2024)	Explorar o conceito de sistemas sem fio nativos de inteligência artificial geral (AGI) e suas implicações futuras.	Inteligência artificial geral e redes inteligentes	O estudo apresentou perspectivas para sistemas de comunicação avançados capazes de integrar inteligência artificial de forma nativa, promovendo maior autonomia, adaptação e eficiência operacional. Os autores destacaram que essas tecnologias poderão transformar redes futuras, embora desafios relacionados à segurança, complexidade computacional e controle dos sistemas permaneçam relevantes.
Sarkar <i>et al.</i> (2026)	Analisar ameaças impulsionadas por inteligência artificial e discutir estratégias de governança, segurança e proteção ética.	Segurança cibernética e governança da IA	Os autores identificaram que a expansão da inteligência artificial também amplia riscos relacionados a ataques automatizados, manipulação de informações e vulnerabilidades digitais. Os resultados reforçaram a importância de mecanismos de governança, regulamentação, transparência algorítmica e medidas de segurança para garantir uma adoção confiável da IA.
Cranney, De Villiers Scheepers e Mulcahy (2025)	Analisar os fatores humanos e tecnológicos que influenciam a capacidade organizacional de transformação digital.	Capacidades organizacionais e transformação digital	O estudo demonstrou que a transformação digital depende não apenas da implementação tecnológica, mas também da preparação humana, liderança, cultura organizacional e capacidade de adaptação institucional. Os autores evidenciaram que a interação entre pessoas e tecnologias inteligentes é essencial para gerar inovação sustentável e vantagem competitiva.
De Las Mercedes Chicaiza Andrade <i>et al.</i> (2025)	Investigar aplicações de tecnologias emergentes, gamificação e inteligência artificial na inovação didática e inclusão digital.	Educação digital, gamificação e inteligência artificial	Os resultados apontaram que tecnologias emergentes ampliam possibilidades pedagógicas, favorecendo experiências de aprendizagem mais interativas, inclusivas e personalizadas. O estudo destacou que a integração entre IA, recursos digitais e metodologias inovadoras contribui para reduzir barreiras educacionais e fortalecer competências necessárias ao século XXI.
Islam, Somu e Aldaihani (2025)	Sintetizar conhecimentos atuais sobre inteligência artificial agentiva e propor uma agenda para pesquisas futuras.	Agentes autônomos de inteligência artificial	Os autores evidenciaram que a inteligência artificial agentiva representa uma evolução dos sistemas tradicionais ao permitir maior autonomia, planejamento, adaptação e execução independente de tarefas. O estudo identificou potencial significativo para aplicações empresariais e sociais, mas ressaltou desafios relacionados à confiabilidade, controle humano, ética e governança desses agentes.

TECNOLOGIAS EMERGENTES E AGENTES AUTÔNOMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO
IMPULSIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SÉCULO XXI

Liu <i>et al.</i> (2025)	Revisar avanços e desafios dos agentes fundamentais, considerando inteligência inspirada no cérebro, colaboração e segurança dos sistemas.	Agentes inteligentes e sistemas autônomos	O estudo demonstrou que os agentes de inteligência artificial estão evoluindo para arquiteturas mais colaborativas, adaptativas e seguras. Os achados destacaram avanços em raciocínio automatizado, aprendizagem contínua e cooperação entre agentes, ao mesmo tempo em que apontaram desafios relacionados à explicabilidade, alinhamento de objetivos e segurança operacional.
Zhang <i>et al.</i> (2025)	Analisar conceitos, tecnologias e perspectivas futuras da inteligência geral de borda baseada em IA agentiva e agentificação.	Edge AI e inteligência artificial autônoma	Os resultados indicaram que a combinação entre computação de borda e agentes autônomos possibilita sistemas inteligentes com menor latência, maior autonomia e capacidade de operar em ambientes distribuídos. O estudo destacou que essa abordagem poderá impulsionar aplicações em cidades inteligentes, indústria conectada e serviços digitais avançados.
Adiyono e Arifin (2026)	Realizar uma revisão sistemática sobre tendências de inteligência artificial e transformação digital utilizando análise multicritério.	Tendências tecnológicas e transformação digital	O estudo identificou que a inteligência artificial constitui um dos principais fatores de aceleração da transformação digital contemporânea, influenciando setores produtivos, serviços e processos decisórios. Os autores ressaltaram que a adoção estratégica da IA depende da integração tecnológica, desenvolvimento de competências, governança adequada e avaliação contínua dos impactos sociais e organizacionais.

Fonte: Autoria própria (2026).

A transformação digital contemporânea representa um processo multidimensional no qual tecnologias emergentes deixam de atuar apenas como ferramentas operacionais e passam a constituir estruturas inteligentes capazes de modificar modelos de produção, comunicação, gestão e tomada de decisão. Nesse cenário, os agentes autônomos de inteligência artificial destacam-se por ampliarem o nível de autonomia dos sistemas digitais, permitindo que máquinas interpretem informações, estabeleçam estratégias e executem ações com menor dependência da intervenção humana. Zhang *et al.* (2025) destacam que a evolução da inteligência artificial agentiva está relacionada ao desenvolvimento de arquiteturas capazes de integrar percepção, raciocínio, aprendizagem e interação com ambientes complexos, configurando uma nova geração de sistemas computacionais orientados à autonomia.

A consolidação dos agentes autônomos está diretamente associada ao avanço da computação distribuída e das infraestruturas digitais inteligentes. Gill *et al.* (2022) ressaltam que a computação de próxima geração exige sistemas capazes de processar grandes volumes de dados, adaptar-se continuamente

e oferecer respostas eficientes em ambientes dinâmicos. Em concordância, Zhang *et al.* (2025) argumentam que a integração entre inteligência artificial agentiva e computação de borda amplia significativamente a capacidade dos sistemas inteligentes, pois reduz limitações relacionadas à latência, processamento centralizado e dependência de infraestrutura externa, favorecendo aplicações em tempo real.

A evolução dos agentes inteligentes também evidencia uma mudança paradigmática na relação entre tecnologia e processos organizacionais. Cranney, De Villiers Scheepers e Mulcahy (2025) demonstram que a transformação digital não depende exclusivamente da aquisição de novas tecnologias, mas da capacidade das organizações de desenvolver competências internas, promover mudanças culturais e integrar recursos humanos e tecnológicos. Essa perspectiva reforça que a inteligência artificial autônoma deve ser compreendida como parte de um ecossistema sociotécnico, no qual inovação, governança e preparação institucional são elementos indispensáveis para gerar resultados sustentáveis.

No contexto da Quarta Revolução Industrial, a inteligência artificial assume papel estratégico ao possibilitar níveis elevados de automação, conectividade e análise preditiva. Turner (2021) evidencia que a Indústria 4.0 é marcada pela convergência entre tecnologias digitais, sistemas ciberfísicos e automação avançada, criando novos padrões de funcionamento para empresas e instituições. Complementarmente, Ross e Maynard (2021) apontam que essa revolução tecnológica modifica profundamente os ambientes produtivos e sociais, exigindo novas formas de interação entre humanos e máquinas. Dessa maneira, os agentes autônomos representam uma evolução natural desse processo, ao transformar sistemas automatizados em estruturas capazes de aprender e agir de forma independente.

A aplicação da inteligência artificial em setores estratégicos demonstra a amplitude da transformação digital promovida por essas tecnologias. Varnosfaderani e Forouzanfar (2024) destacam que, na área da saúde, sistemas inteligentes têm potencial para aprimorar diagnósticos, otimizar processos administrativos e apoiar decisões clínicas baseadas em dados. Os autores evidenciam que a IA não substitui necessariamente a atuação humana, mas amplia a capacidade analítica dos profissionais ao fornecer informações mais precisas e personalizadas.

A aplicação da inteligência artificial em setores estratégicos demonstra a amplitude da transformação digital promovida por essas tecnologias. Varnosfaderani e Forouzanfar (2024) destacam que, na área da saúde, sistemas inteligentes têm potencial para aprimorar diagnósticos, otimizar processos administrativos e apoiar decisões clínicas baseadas em dados. Os autores evidenciam que a IA não substitui necessariamente a atuação humana, mas amplia a capacidade analítica dos profissionais ao fornecer informações mais precisas e personalizadas.

No campo educacional, os agentes inteligentes também apresentam potencial transformador ao modificar práticas tradicionais de ensino e aprendizagem. Matar (2024) destaca que a inteligência artificial possibilita experiências educacionais adaptativas, personalização do ensino e desenvolvimento de

ambientes digitais mais interativos. Essa perspectiva converge com De Las Mercedes Chicaiza Andrade *et al.* (2025), que enfatizam a contribuição das tecnologias emergentes para a inovação didática e a inclusão digital.

Apesar dos avanços tecnológicos, a expansão dos agentes autônomos de inteligência artificial também amplia desafios relacionados à segurança, ética e governança digital. Islam, Somu e Aldaihani (2025) ressaltam que a inteligência artificial agentiva representa uma evolução significativa dos sistemas computacionais, porém sua autonomia exige mecanismos robustos de controle, transparência e alinhamento com valores humanos. Em consonância, Sarkar *et al.* (2026) destacam que o crescimento das aplicações baseadas em IA aumenta a exposição a ameaças digitais sofisticadas, tornando indispensável o desenvolvimento de estratégias de proteção, regulamentação e gerenciamento responsável dos riscos tecnológicos.

A segurança dos sistemas inteligentes torna-se ainda mais relevante diante da expansão de ambientes conectados e da integração entre múltiplas tecnologias emergentes. Liu *et al.* (2025) apontam que os agentes fundamentais de inteligência artificial estão evoluindo para modelos colaborativos e adaptativos, capazes de atuar em diferentes cenários de forma integrada. Entretanto, os autores ressaltam que a ampliação dessas capacidades exige soluções voltadas à explicabilidade, confiabilidade e segurança dos processos decisórios automatizados.

A inteligência artificial agentiva também redefine a concepção de conectividade e comunicação digital ao aproximar sistemas inteligentes da capacidade de interação autônoma em redes avançadas. Saad *et al.* (2024) demonstram que os sistemas sem fio nativos de inteligência artificial representam uma nova fronteira tecnológica, na qual redes passam a incorporar mecanismos inteligentes desde sua estrutura fundamental.

Além dos aspectos tecnológicos, a transformação digital impulsionada por agentes autônomos exige uma análise sobre impactos sociais, profissionais e institucionais. Adiyono e Arifin (2026) identificam que a inteligência artificial é um dos principais vetores das mudanças digitais atuais, influenciando processos produtivos, modelos de negócio e formas de interação social. Entretanto, os autores ressaltam que os benefícios dessas tecnologias dependem de estratégias de implementação que considerem capacitação profissional, inclusão digital e planejamento organizacional.

Diante das evidências analisadas, observa-se que os agentes autônomos de inteligência artificial representam um marco decisivo na transformação digital do século XXI, pois ampliam a capacidade dos sistemas tecnológicos de compreender ambientes, aprender continuamente e executar ações complexas. Os estudos de Zhang *et al.* (2025), Islam, Somu e Aldaihani (2025) e Cranney, De Villiers Scheepers e Mulcahy (2025) convergem ao demonstrar que essa evolução tecnológica depende da integração entre inovação computacional, capacidade organizacional e governança responsável. Portanto, o avanço da inteligência

artificial autônoma deve ser conduzido por uma perspectiva equilibrada, na qual desenvolvimento tecnológico e responsabilidade social caminhem conjuntamente para construir ecossistemas digitais seguros, eficientes e sustentáveis.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa possibilitou compreender como as tecnologias emergentes e os agentes autônomos de inteligência artificial vêm atuando como impulsionadores da transformação digital no século XXI. A partir da análise dos estudos selecionados, constatou-se que essas tecnologias representam uma evolução significativa dos sistemas digitais tradicionais, uma vez que incorporam capacidades de aprendizagem, adaptação, tomada de decisão e execução autônoma de tarefas, promovendo mudanças estruturais em diferentes setores da sociedade.

Em resposta à pergunta norteadora, identificou-se que as evidências científicas demonstram que os agentes autônomos de inteligência artificial contribuem para a transformação digital ao ampliar a eficiência operacional, favorecer processos decisórios baseados em dados, promover automação inteligente e possibilitar o desenvolvimento de ecossistemas digitais mais conectados, adaptativos e responsivos. Os estudos analisados evidenciaram aplicações relevantes em áreas como indústria, saúde, educação, segurança cibernética, comunicação e gestão organizacional.

O objetivo do estudo foi alcançado ao analisar as contribuições, potencialidades e desafios relacionados às tecnologias emergentes e aos agentes autônomos de inteligência artificial no contexto da transformação digital. Os principais achados demonstraram que a integração entre inteligência artificial, computação de borda, Internet das Coisas, blockchain e sistemas inteligentes tem ampliado as possibilidades de inovação, permitindo a criação de soluções capazes de operar em ambientes complexos e promover maior autonomia tecnológica.

Apesar dos avanços identificados, a revisão evidenciou que a expansão dos agentes autônomos também apresenta desafios importantes, especialmente relacionados à segurança dos dados, privacidade, transparência algorítmica, governança tecnológica e responsabilidade ética. Dessa forma, a transformação digital não deve ser compreendida apenas como um processo de incorporação tecnológica, mas como uma mudança sociotécnica que exige equilíbrio entre inovação, controle humano, regulamentação e desenvolvimento de competências.

Os resultados reforçam a necessidade de ampliar estudos que investiguem os impactos de longo prazo da adoção de agentes autônomos de inteligência artificial nos diferentes contextos sociais e organizacionais. Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que avaliem a implementação prática desses sistemas em instituições públicas e privadas, analisando

indicadores de desempenho, mudanças nos processos de trabalho, impactos sobre profissionais e estratégias de governança para uma utilização segura e sustentável da inteligência artificial.

Conclui-se que os agentes autônomos de inteligência artificial constituem um dos principais vetores da transformação digital contemporânea, com potencial para redefinir a relação entre humanos, tecnologias e organizações. Entretanto, sua consolidação dependerá de abordagens responsáveis que integrem inovação tecnológica, princípios éticos e políticas de desenvolvimento digital inclusivo, garantindo que os benefícios dessas tecnologias sejam direcionados para a construção de uma sociedade mais inteligente, eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ADIYONO, S.; ARIFIN, M. AI and digital transformation trends: a systematic review with multi-criteria analysis. **Journal of Information Systems and Informatics**, v. 8, n. 1, 2026.

AKHTER, S. *et al.* Artificial intelligence in the 21st century: opportunities, risks and ethical imperatives. **Educational Administration: Theory and Practice**, v. 30, n. 5, 2024.

AYOKO, O. B. Digital transformation, robotics, artificial intelligence, and innovation. **Journal of Management & Organization**, v. 27, p. 831-835, 2021.

C. M., I. *et al* Artificial intelligence in the era of 4IR: drivers, challenges and opportunities. **Engineering Science & Technology Journal**, v. 4, n. 6, 2023.

CRANNEY, S.; DE VILLIERS SCHEEPERS, M. J.; MULCAHY, R. Human and technological actors shaping digital transformation capability: an integrative review. **Management Decision**, 2025.

CUGURULLO, F. *et al.* The rise of AI urbanism in post-smart cities: a critical commentary on urban artificial intelligence. **Urban Studies**, v. 61, p. 1168-1182, 2023.

DE LAS MERCEDES CHICAIZA ANDRADE, Y. *et al.* Didactic innovation and digital inclusion in language and literature: applications of emerging technologies, gamification and artificial intelligence in the 21st century classroom. **Perspectiva XXI**, 2025.

GILL, S. *et al.* AI for next generation computing: emerging trends and future directions. **Internet of Things**, 2022.

HILDEBRANDT, M. *et al.* Augmented cognition meets AI: enhancing human performance with real-time, adaptive, and trustworthy intelligence. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 69, p. 10-14, 2025.

ISLAM, M. A. *et al.* The rise of agentic AI: synthesis of current knowledge and future research agenda. **Global Business and Organizational Excellence**, 2025.

KHAN, S. A. Integrating blockchain with IoT and AI: toward a secure and intelligent future. **Dandao Xuebao/Journal of Ballistics**, 2025.

KHANFIR, M.; KARRAY, S. Navigating the AI frontier. **Journal of Ethics in Higher Education**, 2024.

LENGUA-CANTERO, C.; CARO-PIÑERES, M. F.; PÉREZ, J. M. Exploring the relationship between artificial intelligence, autonomous learning, and skills required for success in the 21st century. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, 2024.

LEVIN, I.; SEMENOV, A. L.; GORSKY, M. Smart learning in the 21st century: advancing constructionism across three digital epochs. **Education Sciences**, v. 15, n. 1, 2025.

LIU, B. *et al.* Vehicle artificial intelligence system based on intelligent image analysis and 5G network. **International Journal of Wireless Information Networks**, v. 30, p. 86-102, 2021.

LIU, B. *et al.* **Advances and challenges in foundation agents**: from brain-inspired intelligence to evolutionary, collaborative, and safe systems. arXiv, 2025.

MATAR, S. The development of educational technology and artificial intelligence and their impact on the future of education: opportunities and risks. **Journal of Posthumanism**, v. 5, n. 7, 2024.

OBULESU, P. How smart tech changes – how we work. **International Journal for Multidisciplinary Research**, v. 8, n. 2, 2026.

ROSS, P.; MAYNARD, K. Towards a 4th industrial revolution. **Intelligent Buildings International**, v. 13, p. 159-161, 2021.

SAAD, W. *et al.* Artificial General Intelligence (AGI)-native wireless systems: a journey beyond 6G. **Proceedings of the IEEE**, v. 113, p. 849-887, 2024.

SARKAR, A.; GOSWAMI, S.; SAHOO, S. K. AI-powered threats and solutions: a theoretical analysis of risks, governance, and ethical safeguards. **Applied Research Advances**, 2026.

TURNER, P. The Fourth Industrial Revolution. In: **Foundations for Fintech**. Cham: Springer, 2021.

URECHE, T.-C. *et al.* The convergence of emerging technologies and AI-driven autonomous cybersecurity in smart digital ecosystems. In: **2025 IEEE 2nd International Conference on Blockchain, Smart Healthcare and Emerging Technologies (SmartBlock4Health)**. 2025. p. 1-6.

VARNOFADERANI, S. M.; FOROUZANFAR, M. The role of AI in hospitals and clinics: transforming healthcare in the 21st century. **Bioengineering**, v. 11, 2024.

WANG, Y. *et al.* Navigating embodied intelligence: enabling technologies, security and privacy, and emerging trends. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 13, p. 10317-10338, 2026.

ZHANG, R. *et al.* Toward edge general intelligence with agentic AI and agentification: concepts, technologies, and future directions. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 28, p. 4285-4318, 2025.