

Tecnologias emergentes baseadas em inteligência artificial e realidade aumentada

Emerging technologies based on artificial intelligence and augmented reality

Alex H Higashi¹, Rodrigo H Sato¹, Maria Aparecida Onuki Haddad¹

1. Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE:

Inteligência artificial; Realidade aumentada; Deficiência visual; tecnologia assistiva; Reabilitação visual.

KEYWORDS:

Artificial intelligence; Augmented reality; visual impairment; Assistive technology; Visual rehabilitation.

RESUMO

A inteligência artificial e a realidade aumentada (RA) trouxeram um impacto profundo na disciplina de tecnologias assistivas. Sistemas inteligentes de processamento de imagens possibilitaram às pessoas com deficiência visual o acesso a informações visuais de uma forma inédita. Este artigo destaca o papel da tecnologia assistiva na promoção da autonomia, inclusão social e qualidade de vida, por meio de recursos como leitores de tela, bengalas inteligentes e aplicativos de navegação. A inteligência artificial permite a interpretação do ambiente, reconhecimento de objetos e descrição de cenas em tempo real, enquanto a realidade aumentada potencializa o desempenho visual residual com dispositivos móveis e vestíveis. Nesse artigo discutimos aplicações dessas tecnologias em atividades diárias, educação e mobilidade, além dos desafios éticos e econômicos para garantir o uso equitativo e seguro dessas tecnologias.

ABSTRACT

Artificial intelligence and augmented reality have had a profound impact on the field of assistive technology. Intelligent image-processing systems enable visually impaired individuals to access visual information in unprecedented ways. This article highlights the role of assistive technology in promoting autonomy, social inclusion, and quality of life through resources such as screen readers, smart canes, and navigation applications. Artificial intelligence enables the interpretation of the surrounding environment, recognition of objects, and real-time scene description, while augmented reality enhances residual visual performance through mobile and wearable devices. The article discusses applications of these technologies in daily activities, education, and mobility, as well as the ethical and economic challenges associated with ensuring their equitable and safe use.

Autor correspondente: Alex H Higashi. E-mail: ahhigashi@gmail.com

Recebido em: 2 de Fevereiro de 2026. **Aceito em:** 2 de Março de 2026.

Financiamento: Declaram não haver. **Conflitos de Interesse:** Declaram não haver.

Como citar: Higashi AH, Sato RH, Haddad MA. Tecnologias emergentes baseadas em inteligência artificial e realidade aumentada. eOftalmo. 2026;12(1):4-9.

DOI: [10.17545/eOftalmo/2026.v12.002](https://doi.org/10.17545/eOftalmo/2026.v12.002)

 Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Atribuição 4.0 Internacional.

INTRODUÇÃO

Estima-se que atualmente exista 285 milhões de pessoas com deficiência visual no mundo¹. No Brasil, segundo dados do censo de 2022, aproximadamente 7,9 milhões de pessoas apresentam dificuldade para enxergar mesmo usando óculos ou lentes corretivas. Apesar da evolução dos tratamentos oftalmológicos e da detecção precoce de muitas doenças oftalmológicas, uma parcela significativa de nossa sociedade carece de visão funcional.

O papel da tecnologia está cada vez mais preponderante para a participação efetiva da pessoa com deficiência em nossa sociedade. A tecnologia assistiva promove maior funcionalidade para as pessoas com deficiência e permite endereçar demandas como a mobilidade e navegação, leitura e audiodescrição².

Apesar desses avanços, uma parte relevante dessas tecnologias apresenta como barreira de uso o alto custo financeiro, o que impossibilita sua adesão em larga escala, especialmente em países em desenvolvimento, como o caso do Brasil. Ademais, tecnologias desenvolvidas exclusivamente a pessoas com deficiência carregam em si o estigma associado a minorias representando uma barreira adicional ao seu uso³.

A inteligência artificial e sistemas de realidade aumentada, nesse contexto, podem solucionar potenciais entraves ao desenvolvimento e difusão de tecnologias assistivas. O processamento de imagens, aprimorado por mecanismos de aprendizado profundo, permite hoje a informação em tempo real através de uma interface de dispositivo móvel, como um celular, por exemplo.

O objetivo desta revisão é detalhar o uso da inteligência artificial e sistemas de realidade aumentada em tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual.

Tecnologia assistiva

A tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual compreende um conjunto de recursos, dispositivos, sistemas e serviços destinados a ampliar, manter ou melhorar a funcionalidade visual e a autonomia de indivíduos cegos ou com baixa visão. Seu principal objetivo é reduzir barreiras impostas pelo ambiente físico, social e informacional, promovendo independência, participação social e qualidade de vida. Diferentemente de intervenções médicas ou cirúrgicas, a tecnologia assistiva atua de forma não invasiva, mediando a interação entre o usuário e o mundo ao seu redor por meio da adaptação ou transformação da informação.

No cotidiano, a tecnologia assistiva desempenha um papel central em atividades de vida diária, como leitura, mobilidade, comunicação e acesso à informação. Além do aspecto funcional, a tecnologia assistiva também possui um impacto significativo na inclusão social e no bem-estar psicológico das pessoas com deficiência visual. Ao reduzir a dependência de terceiros, esses recursos fortalecem a autoestima, a autoconfiança e o senso de autonomia⁴. No contexto educacional e profissional, ferramentas assistivas viabilizam o acesso a conteúdos digitais, materiais didáticos e ambientes de trabalho, contribuem para a equidade social. Em ambientes urbanos, a integração de tecnologias assistivas com infraestrutura inteligente amplia o potencial de participação plena na vida em sociedade.

Inteligência Artificial

A inteligência artificial tem se mostrado uma ferramenta fundamental para ampliar a autonomia, a segurança e a qualidade de vida de pessoas com deficiência visual. Por meio de técnicas avançadas de visão computacional e aprendizado de máquina, sistemas assistivos baseados em IA conseguem interpretar o ambiente em tempo real, identificar obstáculos, reconhecer objetos e fornecer orientação espacial precisa. Isso permite que usuários compreendam melhor o espaço ao seu redor, antecipem riscos e se locomovam com mais segurança tanto em ambientes internos quanto externos. Algoritmos como redes neurais convolucionais possibilitam a extração de informações visuais complexas a partir de câmeras comuns, enquanto métodos de localização e mapeamento simultâneo permitem a construção de mapas do ambiente e a navegação mesmo em locais onde o GPS não está disponível⁵.

Além da navegação, a IA contribui significativamente para a percepção interpretativa do ambiente, transformando imagens em descrições compreensíveis por meio de áudio ou sonificação⁶. Essa capacidade favorece a criação de mapas mentais do espaço, auxiliando o usuário a entender a disposição de objetos, pessoas e estruturas arquitetônicas. Outro benefício importante é a possibilidade de personalização dos sistemas assistivos, já que técnicas como aprendizado incremental permitem que o próprio usuário ensine o sistema a reconhecer objetos pessoais, ambientes familiares ou pessoas próximas. Ao mesmo tempo, o uso de transferência de aprendizado reduz a

necessidade de grandes bases de dados específicas, o que acelera o desenvolvimento de soluções práticas e acessíveis⁷.

Os avanços em otimização e compressão de modelos de IA tornam viável a execução desses sistemas diretamente em smartphones e dispositivos vestíveis, reduz assim a dependência de conexões remotas e aumenta a confiabilidade do sistema. Com isso, a inteligência artificial deixa de ser apenas uma tecnologia experimental e passa a atuar como um mediador ativo entre o usuário e o ambiente, isso resulta em maior independência, inclusão social e participação plena das pessoas com deficiência visual no cotidiano.

Sistemas de Realidade Aumentada

A realidade aumentada é definida como uma tecnologia que aprimora o ambiente real por meio da sobreposição de informações geradas por computador em tempo real, mantendo o usuário inserido no mundo físico. Diferentemente da realidade virtual, que substitui completamente o ambiente real por um espaço digital, a realidade aumentada atua como uma interface entre o usuário e o mundo ao seu redor, adicionando, modificando ou processando elementos perceptivos — principalmente visuais, mas também auditivos e táteis — de forma contextualizada. No campo da oftalmologia, essa característica é particularmente relevante, pois a maior parte dos sistemas de realidade aumentada é baseada em visão e pode ser integrada diretamente ao processo perceptivo do usuário.

Na reabilitação visual para pessoas com baixa visão, a realidade aumentada pode ser aplicada como uma estratégia não invasiva de reabilitação e auxílio funcional, com o objetivo de melhorar o desempenho visual residual e facilitar atividades do cotidiano. Sistemas de RA utilizam câmeras, unidades de processamento e displays — como smartphones ou óculos inteligentes — para capturar o ambiente, processar a informação visual e apresentá-la de forma otimizada ao usuário. Para indivíduos com baixa visão, essas aplicações incluem ampliação seletiva de imagens, realce de bordas, aumento de contraste, extração de texto por reconhecimento óptico de caracteres e reconhecimento de objetos por meio de algoritmos de inteligência artificial⁸. Essas técnicas não restauram a visão perdida, mas reorganizam e enfatizam informações relevantes do ambiente, tornando-as mais acessíveis dentro das limitações visuais existentes.

Acessibilidade em Produtos

Além da evolução da tecnologia assistiva com uso de sistemas avançados, podemos citar uma tendência de incorporação de recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência em dispositivos destinados ao público geral, sem a necessidade de adaptação, seguindo princípios do desenho universal. Ou seja, as pessoas com deficiência podem acessar funcionalidades de produtos, sem que estes sejam especificamente desenhados para contornar suas limitações.

Dentro deste contexto, podemos citar assistentes de voz como Alexa, que, por meio da interação em áudio, permite ao usuário o acesso a todas suas funções. Mais recentemente, os óculos Meta AI, trazem informações visuais descritas em voz, usando tecnologias combinadas de visão computacional e grandes modelos de linguagem. Vale ressaltar que são produtos com grande apelo ao público geral que, ao mesmo tempo, ampliam possibilidade de uso às pessoas com deficiência.

Aplicação de tecnologias assistivas com base em IA e RA

Atividades de vida diária

Diversos aplicativos e dispositivos vestíveis disponíveis no mercado trazem recursos mais avançados de inteligência artificial e visão computacional ao usuário. Desde sistemas mais antigos de reconhecimento óptico de caracteres até sistemas integrados a grandes modelos de linguagem como o aplicativo Be My Eyes, a aplicabilidade no dia a dia é cada vez mais presente.

Seiple et al.⁹ analisaram o uso de quatro sistemas de IA assistiva – dois aplicativos de smartphones, seeing AI e Google Lookout, e dois dispositivos vestíveis, OrCam MyEye e Envision Glasses – aplicadas a tarefas cotidianas representativas, como leitura de textos impressos, identificação de objetos, reconhecimento de pessoas, descrição de cenas e orientação em ambientes internos. Em comparação com a condição sem a tecnologia em questão, o uso de IA aumentou significativamente a probabilidade de os participantes conseguirem completar essas tarefas, além de reduzir o tempo necessário para sua execução.

Outros dispositivos vestíveis da nova geração, como NuEyes pro e eSight Go, trazem recursos de realidade aumentada com possibilidade de customização, ampliação de imagens e aumento de contraste, com uma estética semelhante à de óculos convencionais. Podem, assim, ser incorporados às atividades diárias com eficiência e discrição.

Acesso à informação e educação

Leitores de tela como JAWS e NVDA, voltados para sistemas operacionais de computadores, e Voice Over e Talkback, disponíveis em dispositivos móveis, possibilitam o acesso em áudio a conteúdos digitais variados, incluindo livros, artigos, portais de notícias e redes sociais. Essas ferramentas apresentam suporte para diferentes idiomas e oferecem formatos compatíveis com múltiplas plataformas.

Os displays braille têm avançado tecnicamente, ampliando a disponibilidade do sistema de escrita tátil. Esses dispositivos são especialmente valiosos em disciplinas como matemática e programação, áreas nas quais elementos visuais, como gráficos e diagramas, apresentam grande dificuldade de conversão para o formato de áudio. Os displays braille viabilizam o acesso a conteúdos complexos, o que favorece a aprendizagem e a participação em atividades educacionais especializadas¹⁰.

A evolução de assistentes de voz inteligentes permite a realização de tarefas diversas em ambientes digitais, como a participação em reuniões remotas e a elaboração de documentos ou planilhas. Essas tecnologias ampliam a autonomia dos usuários, facilitam o acesso à informação e a interação com ferramentas de produtividade e comunicação no contexto educacional e profissional¹¹.

Navegação e Mobilidade

A mobilidade e a navegação em diferentes ambientes constituem um dos principais desafios para as pessoas com deficiência visual. Dificuldades com travessia de ruas, caminhada em rotas desconhecidas, uso de transporte público, ou mesmo a detecção de barreiras físicas, são frequentes. A tecnologia assistiva avança neste tópico ao integrar sistemas de GPS, inteligência artificial e realidade aumentada, para geração e aprimoramento de informações visuais em tempo real e geolocalização¹², além do planejamento de trajetos em ambientes urbanos que inclui modais de transporte, o que resulta em maior independência e segurança nos deslocamentos das pessoas com deficiência.

Novos dispositivos permitem ampliar a funcionalidade da tradicional bengala longa. Por meio de sensores que disparam avisos táteis, é possível transpor a limitação do modelo tradicional e detectar obstáculos em diferentes alturas. Há modelos como WeWalk que interagem com smartphones e vestíveis como Sunu-Band, para notificação e assistência à mobilidade.

Google Maps, DotWalker e Lazarillo são aplicativos de navegação que realizam o planejamento de rotas até o destino desejado com retorno audível durante o trajeto. Permitem também a pesquisa de pontos de interesse relativos à localização do usuário.

Sistemas baseados em realidade aumentada oferecem orientação em áudio por fones de ouvido, assim fornecem informações sobre o ambiente sem a necessidade de segurar um dispositivo. O aplicativo Microsoft Soundscape usa dicas sonoras para criar um mapa mental no entorno do usuário, além de fornecer informações contextuais sobre intersecções e pontos de referência do trajeto.

Perspectivas e Desafios

A constante evolução de sistemas de inteligência artificial e realidade aumentada, assim como avanços na velocidade de conectividade e processamento de dados, deve permitir às pessoas com deficiência visual autonomia e participação social e econômica cada vez maior. O emprego de modalidades distintas como visão computacional, processamento de linguagem natural em dispositivos móveis e vestíveis possibilita uma interação em sistemas multimodais que têm aplicação ampla, em contraposição a recursos direcionados a uma tarefa específica.

Por outro lado, há desafios persistentes, desde estruturais a dilemas éticos envolvidos. A acessibilidade econômica é um dos principais entraves, já que muitos dispositivos baseados em IA apresentam um custo elevado ou estão disponíveis em plataformas exclusivas, tornando-se inviáveis para usuários em contextos de baixa renda ou em países em desenvolvimento. Além disso, a dependência de conectividade ainda persiste e exclui regiões com infraestrutura limitada. Do ponto de vista ético, há preocupações relacionadas à privacidade de dados¹³, especialmente em sistemas que utilizam reconhecimento facial ou processamento de informações sensíveis¹⁴. A descrição de imagens por inteligência artificial ainda estará sujeita a possíveis vieses algorítmicos de sua base de dados, que reforçam preconceitos e estereótipos de um contexto cultural e social¹⁵, por vezes, sobre o próprio usuário com deficiência. Há ainda desafios relacionados à usabilidade, pois interfaces complexas ou pouco intuitivas podem dificultar a aceitação e o benefício prático das tecnologias.

O desenvolvimento da infraestrutura digital, o financiamento em pesquisa e desenvolvimento, o acesso facilitado a tecnologias, o investimento em educação

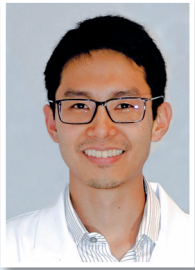
digital e regulação responsável são essenciais para garantir a utilização equitativa, segura e ética das tecnologias assistivas emergentes. Tais objetivos requerem a atuação coordenada entre governos, órgãos reguladores, desenvolvedores e a participação efetiva dos usuários.

Em síntese, o progresso das tecnologias assistivas tem sido fundamental para a promoção da autonomia, inclusão e qualidade de vida das pessoas com deficiência visual. Ferramentas como leitores de tela, displays braille, bengalas inteligentes, aplicativos de navegação e assistentes de voz contribuem significativamente para a superação de barreiras, ampliando oportunidades educacionais, profissionais e sociais. Apesar dos avanços notáveis em inteligência artificial, realidade aumentada e dispositivos inovadores, persistem desafios relacionados ao acesso, à usabilidade, à privacidade e à equidade. O enfrentamento dessas barreiras depende de uma articulação entre inovação tecnológica, políticas públicas, regulação ética e participação ativa dos usuários, assegurando que os benefícios dessas soluções alcancem, de forma justa e sustentável, todos que delas necessitam.

REFERÊNCIAS

- World Health Organization. World report on vision. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>.
- Naayini P, Myakala PK, Bura C, Jonnalagadda AK, Kamatala S. AI-Powered Assistive Technologies for Visual Impairment. Cornell University. 2025 Jan 14. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2503.15494>
- Parette P, Scherer MJ. Assistive technology use and stigma. *Education and Training in Developmental Disabilities*. 2004;39(3): 217-226.
- Ramirez J, Kwon A. Predicting Self-Esteem through Self-Advocacy and Assistive Technology Use among Adults with Physical Disabilities. *The Psychological Research in Individuals with Exceptional Needs*. 2024;2(4):29–36.
- Wang J, Wang S, Zhang Y. Artificial intelligence for visually impaired. *Displays*. Science Direct. 2023;77:102391.
- Sandeep K, Diganth AB, Salian HS, Tharun DC. *Int J Sci R Tech*. 2025;2(3):625-637.
- Walle H, De Runz C, Serres B, Venturini G. A Survey on Recent Advances in AI and Vision-Based Methods for Helping and Guiding Visually Impaired People. *Appl Sci*. 2022;12(5):2308.
- Li T, Li C, Zhang X, Liang W, Chen Y, Ye Y, et al. Augmented Reality in Ophthalmology: Applications and Challenges. *Front Med*. 2021;8:733241.
- Seiple W, van der Aa HPA, Garcia-Piña F, Greco I, Roberts C, Nispen R van. Performance on Activities of Daily Living and User Experience When Using Artificial Intelligence by Individuals With Vision Impairment. *Transl Vis Sci Technol*. 2025;14(1);3.
- An overview of Braille Devices – Perkins School for the Blind [Internet]. [cited 2026 Jan 22]. Available from: <https://www.perkins.org/resource/overview-braille-devices/>
- Cen Z, Zhao Y. Investigating the Impact of AI-Driven Voice Assistants on User Productivity and Satisfaction in Smart Homes. *Journal of Economic Theory and Business Management*. 2024;1(6):8–14.
- Abidi MH, Noor Siddiquee A, Alkhalefah H, Srivastava V. A comprehensive review of navigation systems for visually impaired individuals. *Heliyon*. 2024;10(11):e31825.
- Privacy in an AI Era: How Do We Protect Our Personal Information? Stanford HAI [Internet]. [cited 2026 Jan 22]. Available from: <https://hai.stanford.edu/news/privacy-ai-era-how-do-we-protect-our-personal-information>
- Biased Technology: The Automated Discrimination of Facial Recognition - ACLU of Minnesota [Internet]. [cited 2026 Jan 22]. Available from: <https://www.aclu-mn.org/news/biased-technology-automated-discrimination-facial-recognition/>
- What Is Algorithmic Bias? IBM [Internet]. [cited 2026 Jan 22]. Available from: <https://www.ibm.com/think/topics/algorithmic-bias>

INFORMAÇÃO DOS AUTORES



» **Alex H Higashi**
<https://orcid.org/0009-0005-3094-7291>
<http://lattes.cnpq.br/8435292340225924>



» **Maria Aparecida Onuki Haddad**
<https://orcid.org/0000-0001-9949-8088>
<http://lattes.cnpq.br/8064114857983707>



» **Rodrigo H Sato**
<https://orcid.org/0009-0005-3094-7291>
<http://lattes.cnpq.br/8837662433501220>