
COMO OS AVANÇOS COMPUTACIONAIS NO NICH DAS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS PODEM IMPACTAR A VIDA DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM ESTUDO DE CASO NA ONG LAR DAS MOÇAS CEGAS EM SANTOS-SP

HOW COMPUTATIONAL ADVANCEMENTS IN ASSISTIVE TECHNOLOGIES CAN IMPACT THE LIVES OF PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENT: A CASE STUDY AT THE LAR DAS MOÇAS CEGAS NGO IN SANTOS-SP

Nayara da Silva Matos¹
Kethleen Eduarda de Oliveira Rosa²
Vanina Carrara Sigris³

RESUMO: O artigo analisa o impacto de inovações em Tecnologias Assistivas, com foco na Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Machine Learning e Edge Computing, destacando avanços em acessibilidade. Estuda a realidade de pessoas com deficiência visual e as barreiras socioeconômicas ao acesso tecnológico. Examina a atuação da ONG Lar das Moças Cegas, em Santos/SP, e como suas tecnologias assistivas beneficiam o cotidiano dos atendidos. A pesquisa, qualitativa e exploratória, inclui estudo de caso com representantes da ONG para identificar tecnologias relevantes, impacto e viabilidade de inovações. Também aborda a definição de deficiência visual, categorias de tecnologias, dificuldades no mercado de trabalho e desafios na implementação de soluções. Conclui que a maior barreira a ser superada é o preconceito e a falta de informações sobre as ferramentas que permitem a adaptabilidade.

Palavras-chave: Tecnologias assistivas. Deficiência visual. Acessibilidade. Autonomia. Inteligência artificial.

ABSTRACT: The article examines the impact of innovations in Assistive Technologies, focusing on the Internet of Things, Artificial Intelligence, Machine Learning, and Edge Computing, highlighting advancements in accessibility. It studies the reality of visually impaired individuals and the socioeconomic barriers to technological access. It explores the work of the NGO Lar das Moças Cegas, in Santos/SP, and how its assistive technologies benefit the daily lives of those served. The research, qualitative and exploratory, includes a case study with representatives of the NGO to identify relevant technologies, their impact, and the feasibility of innovations. It also addresses the definition of visual impairment, categories of technologies, challenges in the job market, and the difficulties of implementing new solutions. It concludes that the biggest barrier to overcome is prejudice and the lack of information about the tools that enable adaptability.

Keywords: Assistive technologies. Visual impairment. Accessibility. Autonomy. Artificial intelligence.

1 Faculdade de Tecnologia - Rubens Lara – Santos – SP. E-mail: nayara.matos@fatec.sp.gov.br.

2 Faculdade de Tecnologia - Rubens Lara – Santos – SP. E-mail: kethleen.rosa@fatec.sp.gov.br.

3 Faculdade de Tecnologia - Rubens Lara – Santos – SP. E-mail: vanina.sigris01@fatec.sp.gov.br.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivo explorar o impacto das inovações no campo das Tecnologias Assistivas, com ênfase nas soluções derivadas da Internet das Coisas (IoT) e suas ramificações. Dentro desse contexto, destacam-se a Inteligência Artificial (IA), o *Machine Learning* e o *Edge Computing* como pilares fundamentais para o desenvolvimento de sistemas mais inteligentes, inclusivos e eficientes. A IA e o Machine Learning, por exemplo, possibilitam que dispositivos conectados aprendam e se adaptem às necessidades específicas dos usuários, enquanto o Edge Computing reduz a latência, processando dados localmente em dispositivos próximos ao usuário (Klaus, 2016; Gross, 2020; Schneider, 2020).

Nesse cenário, as tecnologias assistivas emergem como ferramentas indispensáveis para reduzir as barreiras que historicamente limitavam a inclusão de pessoas com deficiência (PCDs). Contudo, a falta de adaptabilidade dessas tecnologias em diversos aspectos da vida cotidiana ainda perpetua desafios socioeconômicos. Neste estudo, será abordado sobre como as pessoas com deficiência visual enfrentam desafios significativos em um contexto social que, muitas vezes, prioriza a acessibilidade de outras parcelas da população. Essa disparidade resulta em uma menor atenção às suas necessidades específicas nos avanços tecnológicos, dificultando o acesso igualitário às inovações que poderiam transformar suas vidas.

No trabalho, será apresentado, como exemplo, a Organização Não Governamental Lar das Moças Cegas, situada em Santos (SP), que atualmente já auxilia pessoas com deficiências visuais visando entender como as tecnologias utilizadas por elas ajudam o seu cotidiano.

O trabalho justifica-se pela importância de se buscar conhecer mais sobre as necessidades das pessoas com deficiência visual e explorar como as tecnologias assistivas podem melhorar qualidade de vida delas. A problemática visa responder: como o avanço das tecnologias assistivas pode impactar a vida das pessoas com deficiência visual?

As hipóteses que serão verificadas são: H1: uma ONG consegue ter acesso às tecnologias robustas; H2: é viável para uma ONG ter as tecnologias robustas; H3: as tecnologias assistivas para a deficiência visual podem ser pouco exploradas; H4: nem todas as necessidades das pessoas com deficiência visual podem ter sido plenamente atendidas; H5: a implementação dessas tecnologias pode trazer significativas melhorias na autonomia e inclusão das pessoas com deficiência visual.

O artigo visa entender as possibilidades que o mercado de tecnologias assistivas oferta e a sua usabilidade. Os objetivos específicos são descrever as atuais opções das tecnologias assistivas e analisar sua acessibilidade e eficácia para pessoas com deficiência visual.

Serão abordadas as tecnologias assistivas e temas coligados, como a definição e categorias das tecnologias, esclarecimentos referentes a quem pode ser considerado deficiente visual (DV) e quais categorias existem, além de serem discutidos o mercado de trabalho e as maiores dificuldades para esses DVs.

A metodologia utilizada para realização do presente estudo compreende pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e exploratória, incluindo um estudo de caso que permita chegar ao resultado esperado - a percepção do impacto das tecnologias assistivas na vida das pessoas com deficiência visual. Nesse sentido, serão apresentados relatos de duas representantes da ONG Lar das Moças Cegas, para que assim seja possível saber quais as tecnologias mais utilizadas e seus reais impactos, além de poder entender a viabilidade de novos produtos. Por fim, serão apresentadas as considerações finais da pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tecnologias assistivas

Conforme a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146 de julho de 2015), tecnologia assistiva é definida como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover a funcionalidade relacionada à atividade e à participação de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

O Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA, 2017) afirma que a Tecnologia Assistiva (TA) é dividida em dois grandes grupos: 1. **Recursos de Tecnologia Assistiva:** incluem todo e qualquer item, equipamento, componente, produto ou sistema, fabricado em série ou sob medida, utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência. Podem variar desde artefatos simples, como uma bengala ou um talher adaptado, até sistemas complexos, como softwares computadorizados, desde que tenham o objetivo de proporcionar independência e autonomia. 2. **Serviços de Tecnologia Assistiva:** compreendem serviços que auxiliam pessoas com deficiência na seleção, aquisição, uso e avaliação dos recursos de Tecnologia Assistiva. Esses serviços são realizados por profissionais de diversas áreas, incluindo saúde (terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, fonoaudiólogos, médicos), educação (professores, monitores, profissionais de Atendimento Educacional Especializado), intérpretes de libras, profissionais de informática, engenharia, entre outros.

O Ministério da Educação identifica as seguintes categorias de Tecnologias Assistivas:

- **Auxílio para a vida diária:** ferramentas relacionadas às tarefas mais básicas, como comer, tomar banho, vestir-se e cuidar da casa;
- **Comunicação aumentativa e alternativa:** tecnologias que permitem comunicação autônoma e completa para pessoas mudas ou com limitações de fala, como vocalizadores e pranchas de comunicação;
- **Recursos de acessibilidade ao computador:** equipamentos que possibilitam o acesso ao computador para pessoas com deficiência, como teclados modificados, softwares de leitura de tela e reconhecimento de voz;
- **Sistemas de controle de ambiente:** voltados para pessoas com mobilidade reduzida, permitindo que controlem aparelhos remotamente, como acender luzes ou abrir portas;
- **Projetos arquitetônicos para acessibilidade:** reformas e adaptações estruturais que reduzem barreiras físicas e facilitam a locomoção, como rampas e banheiros adaptados;
- **Órteses e próteses:** recursos ortopédicos que ajustam ou substituem partes do corpo com membros artificiais, auxiliando na locomoção;
- **Adequação postural:** produtos e equipamentos que proporcionam conforto para pessoas que precisam passar a maioria do tempo sentadas ou deitadas, como encostos anatômicos para cadeiras de rodas;
- **Auxílios de mobilidade:** incluem cadeiras de rodas, andadores, scooters, e qualquer outro veículo que auxilie na mobilidade;
- **Auxílios para pessoas cegas ou com deficiência visual:** recursos como lupas, equipamentos em Braille, leitores de tela e cães-guia;
- **Auxílios para pessoas surdas ou com deficiência auditiva:** aparelhos como implantes cocleares, sistemas de alerta visuais, telefones com teclado e tradutores de línguas de sinais;
- **Adaptações em veículos:** acessórios e adaptações que permitem a acessibilidade e condução de veículos por pessoas com deficiência, como rampas para cadeiras de rodas e arranjos de pedais;
- **Esporte e lazer:** recursos e serviços que garantem maior acessibilidade em atividades recreativas e esportivas, como bolas sonoras para pessoas com deficiência visual.

Deficiência Visual

Para o Ministério da Educação (2000), a deficiência visual ocorre quando uma pessoa tem perda total ou parcial da visão. Essa condição pode ser congênita ou adquirida. A capacidade de enxergar detalhes, formas, cores e precisão define a acuidade visual, que determina o tipo de deficiência visual que uma pessoa tem.

Existem vários exames que podem avaliar o grau de acuidade ou deficiência visual. Um dos mais utilizados, conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018), é a tabela Snellen. Esse diagrama de letras com 11 linhas avalia o que o paciente consegue enxergar. A cada linha, o tamanho das letras diminui, permitindo identificar o grau de acuidade visual.

Além disso, o Ministério da Educação (2000) classifica os tipos de deficiência visual em diferentes níveis de acuidade:

- **Cegueira:** ocorre quando há perda total da visão ou quando a capacidade de enxergar é tão reduzida que a pessoa precisa de recursos como o Sistema Braille para ler, por exemplo;
- **Baixa visão ou visão subnormal:** refere-se ao comprometimento do funcionamento visual, mesmo com tratamento ou correção. Pessoas com esse tipo de deficiência conseguem ler textos impressos com letras grandes ou com o auxílio de recursos óticos especiais.

A Secretaria Especial dos Direitos Humanos aborda as seguintes Tecnologias Assistivas para pessoas com deficiência visual:

- **Bengala Longa:** funciona como uma extensão do corpo da pessoa com deficiência visual, antecipando obstáculos em seus trajetos e deslocamentos. A cor da bengala também ajuda a identificar o tipo de deficiência: verde para baixa visão e branca para cegueira;
- **Leitor de tela:** um recurso de acessibilidade disponível em todos os modelos de smartphone atuais, independentemente do sistema operacional. Essa tecnologia lê as informações presentes nos textos, botões e links, ajudando usuários com deficiência visual;
- **Ampliadores de tela:** para pessoas com baixa visão, o recurso de lupa em dispositivos móveis permite ampliar o conteúdo da tela de computadores, tablets ou smartphones. A função zoom adapta a imagem conforme a variação da distância focal da câmera;
- **Verificador de cores para atender padrões de acessibilidade:** uma escolha inadequada de cores pode prejudicar a experiência de navegação de pessoas com dificuldades visuais, como o daltonismo. Para evitar esse problema, é fundamental que os sites sigam as diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.1 (2018). Essas diretrizes recomendam o uso de códigos hexadecimais, os quais são representações de cores em seis dígitos, para definir as cores de primeiro plano (*foreground color*) e de fundo (*background color*). Um verificador de cores pode ser utilizado para analisar o contraste entre as cores do site, gerando uma imagem que mostra se ele está conforme os padrões exigidos. Se o site não atender aos requisitos, é possível fazer ajustes e realizar novos testes até que as diretrizes sejam cumpridas;
- **Facilitador para comunicação em braille:** aplicativos permitem que o usuário se comunique em braille diretamente pelo *smartphone*, convertendo as anotações em braille e compartilhando-as;
- **Aplicativo para identificação de cores:** a *startup See Color* criou uma solução que permite que pessoas com deficiência visual identifiquem e compreendam as cores;
- **Conversão de textos para áudio:** permite transformar arquivos em formato .DOC em arquivos de áudio .MP3. O conteúdo é lido por uma voz sintetizada, em português, proporcionando acessibilidade para pessoas que precisam ler documentos acadêmicos, como dissertações e outros materiais educacionais. Essa tecnologia facilita o acesso de pessoas com deficiência visual ao conteúdo escolar e acadêmico;
- **Softwares de reconhecimento de voz:** sistemas como Siri e Alexa auxiliam pessoas com deficiência visual a navegar e dar comandos de voz, tornando a experiência mais acessível;
- **Óculos falantes:** uma tecnologia que consegue transformar qualquer texto em voz, sejam livros, embalagens, cédulas de dinheiro, entre outras, de forma instantânea.

Mercado de trabalho para deficientes visuais

Uma análise significativa sobre esse cenário é apresentada por Patrick Schneider (2020) em seu livro “Futuro do trabalho da pessoa com deficiência: da lei de cotas à agenda 2030”. O autor oferece um panorama abrangente sobre a situação das pessoas com deficiência no mercado de trabalho, abordando desde os aspectos históricos e legais até as perspectivas futuras. Ele argumenta que, embora a legislação brasileira preveja cotas para pessoas com deficiência nas empresas, a inclusão efetiva vai além do mero cumprimento de uma norma.

Entretanto, atitudes discriminatórias e o desconhecimento das habilidades das pessoas com deficiência dificultam sua completa integração na sociedade e no mercado de trabalho. Além disso, obstáculos físicos, de comunicação e de transporte também restringem suas oportunidades (Insper, 2023). As consequências são severas: exclusão social, empobrecimento e impactos na autoestima, prejudicando a qualidade de vida e a autonomia financeira das pessoas com deficiência.

Schneider (2020) enfatiza que a verdadeira inclusão deve ser compreendida como um compromisso com a diversidade e a equidade, que exige mudanças profundas nas estruturas organizacionais e nas culturas corporativas. Para promover a inclusão, é crucial combater o preconceito por meio de campanhas educativas e de conscientização. A eliminação de barreiras físicas e de comunicação, tornando os ambientes mais acessíveis, é fundamental. A implementação de políticas públicas robustas, que garantam igualdade de oportunidades, também é essencial.

Incentivar práticas inclusivas nas empresas, como ações afirmativas e programas de treinamento, pode fazer diferença. Lima e Alves (2017) destacam que as empresas que adotam práticas inclusivas não apenas cumprem a legislação, mas também se beneficiam de um ambiente mais rico e inovador, que reflete a pluralidade da sociedade. Isso implica a promoção da acessibilidade em todos os níveis, desde a arquitetura física dos ambientes de trabalho até a acessibilidade digital, garantindo que as ferramentas e tecnologias utilizadas sejam adequadas para atender às necessidades das pessoas com deficiência visual.

Logo, a desigualdade salarial e de oportunidades enfrentada pelas pessoas com deficiência no Brasil demanda soluções multifacetadas. O engajamento conjunto do governo, empresas, sociedade civil e das próprias pessoas com deficiência é essencial para construir uma sociedade mais justa e inclusiva. Com políticas públicas eficazes e ações coordenadas, pode-se garantir que todos tenham as mesmas oportunidades de alcançar uma vida digna e plena (Schneider, 2020).

Internet das Coisas

O termo Internet of Things (IoT) ou, em português, Internet das Coisas, foi proposto pelo britânico Kevin Ashton em 1999. Segundo ele, no futuro, os aparelhos iriam trocar informações entre si por meio da internet, uma realidade já presente atualmente. De acordo com Carrion e Quaresma (2019), esse avanço abrange todos os âmbitos da vida do ser humano, seja de forma direta ou indireta, tendo seu início mais fortemente presente no ramo industrial, avançando até chegar ao cotidiano de todos.

De acordo com Klaus (2016), a Internet das Coisas precisa de vários componentes para funcionar, como os dispositivos físicos que irão coletar ou transmitir os dados, uma plataforma para armazenar esses dados, além da conectividade, que é de extrema necessidade, podendo ser armazenagem local ou em nuvem.

O pesquisador acredita que, ao aliar outras tecnologias ao conceito do IoT, serão possíveis avanços nas mais diversas áreas. Alguns artifícios como *machine learning* e *edge computing* podem maximizar os efeitos da tecnologia, já que com o primeiro a máquina poderá ser mais intuitiva, fazendo com que a experiência do usuário seja melhor, enquanto o segundo auxilia na rapidez, segurança e confiabilidade dos dados, pelo seu modo de funcionar.

Existe a premissa de que para que realmente haja uma Internet das Coisas é preciso conexão com a rede a todo tempo, mas como defendem Carrion e Quaresma (2019) isso é

falso: a conectividade pode ser com sincronização periódica, operando *offline* e apenas uma vez ao dia transmitindo os dados processados. Além desse aspecto, há também a tecnologia *edge computing*, que utilizará o processamento no próprio dispositivo ou em um servidor próximo. Ambas as opções oferecem tecnologia IoT de maneira eficiente e *offline*. Um exemplo é o *OrCam MyEye*, um dispositivo vestível projetado para ajudar pessoas com deficiência visual, permitindo-lhes “ver” via áudio, equipado com uma câmera inteligente e um processador que reconhece textos, rostos, produtos, cores e outros.

Inteligência artificial

Dentre as tecnologias que estão presentes no IoT, Klaus (2016) destaca a Inteligência Artificial (IA), que tem ganhado cada vez mais mercado com as suas diversas aplicabilidades, dentre as quais é possível citar o *Machine Learning* e a Visão Computacional.

A IA, de acordo com Lee (2019), é como uma invenção que chegou para poder imitar o ser humano no que tange à expertise e raciocínio, tanto que é nesse ramo que se fala em humanoides, robôs que poderão ou não parecer com um humano e realizar atividades com maiores precisão e conhecimento. A conectividade permite que uma assistente com IA consiga vasculhar, compreender e criar textos ou falas dos mais diversos assuntos.

Entretanto, Klaus (2016) ressalta que, apesar dessa ser uma das áreas mais promissoras da última era, ela traz consigo inúmeras preocupações, principalmente éticas, legislativas e decorrentes de notícias falsas.

Machine Learning

Segundo Klaus (2016), o *Machine Learning* (ML), em português Aprendizagem de Máquina, é uma das vertentes da IA mais utilizadas, pois como o próprio nome sugere é um processo no qual a máquina aprende sem ser programada para reconhecer padrões, contando com três tipos de aprendizagem: supervisionada, não supervisionada e por reforço.

Ainda de acordo com o autor, na primeira, a máquina recebe exemplos com os quais terá uma base para posteriormente poder analisar padrões e assimilar a qual base já aprendida ele pertence; na segunda, essa base inexistente, apenas sendo disponibilizados diferentes dados para que a máquina por si agrupe padrões criando suas bases; já na terceira, há um método conhecido por ser de tentativa e erro. Importante frisar que todos os métodos têm sua usabilidade, ou seja, não há um tipo universal para todas as atividades.

As suas aplicações são as mais diversas, como lembra Allende-Cid (2019), seja nas situações mais simples do cotidiano, como no sistema de recomendação de *streamings* e mídias digitais, criando e percebendo preferências e enviando publicações que se enquadrem nesses grupos, ou em situações mais complexas de inclusão de PCDs. Contudo, segundo Klaus (2016), essa tecnologia pressupõe desafios a serem solucionados, principalmente nos quesitos de ética, segurança, privacidade, aplicabilidade e transparência.

EDGE COMPUTING

A *edge computing*, ou computação de borda, é um novo modelo de computação em que os dados da IoT são processados perto de onde são gerados, em vez de serem enviados para a nuvem. Pode-se comparar a *edge computing* com governos regionais que evitam que toda a administração passe pelo governo central, ou seja, pela *cloud computing* (Gross, 2020).

A *cloud computing*, ou computação em nuvem, é uma tecnologia que usa a conectividade e a grande escala da internet para hospedar diversos recursos, programas e informações. Dessa forma, permite que os usuários acessem esses recursos por meio de qualquer computador, tablet ou telefone celular (Gross, 2020).

Pulseiras que monitoram a saúde, robôs de limpeza autônomos, semáforos inteligentes para controlar o trânsito, drones para monitorar colheitas, cada vez mais a sociedade está cercada por aparelhos conectados à rede, compondo a IoT. Essa é uma das tecnologias centrais da Quarta Revolução Industrial e deve moldar o futuro no que se refere à interconexão de dispositivos e sensores físicos via internet, permitindo que colem e troquem dados (Klaus, 2016).

Segundo dados mencionados por Klaus (2016), em 2021, teriam havido 30 bilhões de dispositivos conectados no mundo transmitindo dados para a nuvem. Essa enorme quantidade de informações é armazenada e processada em *data centers* para implementar melhorias, sendo uma parte fundamental da *cloud computing*. No entanto, devido ao alto volume de dados gerados, esse processo pode ser caro, lento e consumir muita energia.

É nesse ponto que soluções como a *edge computing* se tornam importantes. Ela não apenas complementa as soluções existentes, mas também abre novas possibilidades para desenvolver tecnologias inovadoras que melhoram a mobilidade e a qualidade de vida das pessoas com deficiência visual, promovendo maior inclusão e autonomia (Gross, 2020).

Outro ramo de atuação é ajudar pessoas com deficiência visual a alcançarem maior independência e segurança em suas atividades diárias (Insper, 2023). Ao processar dados diretamente nos dispositivos locais, essa tecnologia permite respostas rápidas e precisas, fundamentais para aplicações que exigem interação instantânea com o ambiente. Desde dispositivos de assistência pessoal até sistemas de navegação inteligente, a *edge computing* embarcada oferece soluções inovadoras que melhoram significativamente a mobilidade e a qualidade de vida desses usuários, promovendo inclusão e autonomia. Pode ser uma tecnologia transformadora já que, ao processar dados perto da origem ao invés de enviá-los para a nuvem, reduz a latência e melhora a velocidade de resposta dos sistemas. Isso é crucial para aplicações que requerem respostas rápidas e confiáveis.

Aplicações práticas

- **Dispositivos de Assistência Pessoal:** soluções como óculos inteligentes ou dispositivos vestíveis equipados com sensores e algoritmos de *machine learning* podem utilizar *edge computing* para processar dados em tempo real (Insper, 2023). Isso permite, por exemplo, a detecção instantânea de obstáculos ou mudanças no ambiente, como a aproximação de um objeto ou a presença de degraus. A análise local desses dados, sem a necessidade de comunicação constante com a nuvem, melhora a precisão e a resposta imediata, essencial para a segurança e autonomia dos usuários;
- **Sistemas de Navegação e Orientação:** sistemas de navegação baseados em *edge computing* podem oferecer trajetos mais seguros e eficientes para pessoas com deficiência visual (Insper, 2023). Ao integrar dados de sensores locais, câmeras e GPS, esses sistemas podem fornecer instruções sonoras em tempo real, ajustando-se rapidamente a mudanças no ambiente, como novos obstáculos ou alterações no tráfego. Isso não apenas melhora a segurança, mas também a experiência de mobilidade, tornando-a mais autônoma e confortável;
- **Interação com Infraestrutura Inteligente:** a integração da *edge computing* com a infraestrutura urbana, como semáforos e sinalização inteligente, pode beneficiar significativamente a mobilidade das pessoas com deficiência visual (Insper, 2023). Por exemplo, sensores e câmeras instalados em semáforos, que processam dados localmente, podem identificar a presença de pedestres com deficiência visual e ajustar os sinais de trânsito para garantir a segurança ao atravessar. Isso reduz o tempo de espera e aumenta a segurança nas travessias;
- **Assistência Remota e Realidade Aumentada:** com a *edge computing*, a combinação de Realidade Aumentada (RA) e assistentes virtuais pode ser aprimorada para fornecer informações visuais e auditivas em tempo real (Insper, 2023). Isso pode incluir a sobreposição de informações visuais úteis, como rotas e alertas, diretamente no campo de visão do usuário, tornando a navegação mais intuitiva e segura.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Prodanov e Freitas (2013), a natureza desta pesquisa é aplicada, com abordagem qualitativa e exploratória, consistindo na investigação de um fato delineado e visando descrevê-lo para respeitar sua subjetividade, sem mensuração numérica

a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. (...) Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (Prodanov; Freitas, 2013, p. 70).

O estudo de caso foi realizado na Organização Não Governamental Lar das Moças Cegas, situada na cidade de Santos, estado de São Paulo, que atua há mais de oitenta anos no atendimento a pessoas cegas e de baixa visão. O método teve por finalidade verificar a real viabilidade de algumas tecnologias assistivas existentes e a percepção de seus usuários e dos responsáveis que cuidam deles.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tecnologias assistivas desempenham um papel vital na inclusão de pessoas com deficiência visual, facilitando seu acesso ao conhecimento e à interação com o mundo. Essa confirmação pôde ser trazida pela pesquisa conduzida na ONG, após entrevistas semiestruturadas com Valéria Cristina da Silva e Renata Neves, ambas professoras com especializações em tecnologias assistivas.

A instituição oferece atendimento gratuito a cerca de 400 pessoas cegas e com baixa visão, sem distinção de sexos. Fundada em 18 de abril de 1943, tem como missão habilitar, reabilitar e promover a inclusão social de pessoas com deficiência visual, visando sua independência nos diversos aspectos da vida. A princípio, o Lar tinha como objetivo servir como um abrigo para mulheres cegas, oferecendo também acesso à educação. No entanto, em 1988, ampliou seu público-alvo, atendendo também homens e pessoas de todas as idades, desde o primeiro mês de vida até a terceira idade.

Atualmente, o Lar das Moças Cegas oferece atendimento em três áreas principais: educação, saúde e serviço social, buscando sempre garantir a melhor qualidade de vida para seus atendidos. Seu compromisso é oferecer um serviço completo, desde o diagnóstico até a reabilitação, contando com equipamentos modernos e profissionais altamente capacitados, com a visão de se tornar uma referência no país. Os valores que norteiam a instituição são habilitação, reabilitação, inclusão, qualidade de vida e trabalho em equipe.

Sua história começa com a fundação em Santos com a presença de figuras importantes da cidade como Maria Helena Nolf Figueiredo e Nelson Serra. O primeiro objetivo foi tirar a mulher cega da marginalização, oferecendo-lhe educação e integração à sociedade. Em 1988, a instituição ampliou seu atendimento a homens e, nos anos 1990, deixou de ser um internato. Desde 1995, a administração está sob a liderança de Carlos Antonio Gomes, conhecido como Calucho, que trouxe uma nova dinâmica de gestão com uma visão empresarial inovadora.

Para a realização da entrevista, foi necessário o agendamento prévio. Assim, no dia 03 de outubro de 2024, às 14h, iniciou-se a visita técnica, durante a qual foi apresentado o espaço da ONG e sua história. Às 15h30, teve início a entrevista com as duas docentes da organização, que foram questionadas de acordo com o roteiro semiestruturado. Com o consentimento de ambas as entrevistadas, houve gravação de áudio, encerrada às 15h56, com duração de 26 minutos.

A primeira entrevistada, Valéria Cristina da Silva (PCD Visual), professora de educação especial com especialização em tecnologias assistivas para PCDs Visuais, com foco em *mobile*,

destacou que a inclusão tecnológica na ONG é fruto de doações e do apoio das prefeituras de Santos e Guarujá, o que permitiu à instituição adquirir dispositivos como lupas eletrônicas, impressoras 3D e leitores de tela. Segundo ela, esses recursos são cruciais para aproximar o mundo digital das PCDs. Silva ressaltou o impacto da impressora 3D, que possibilita aos deficientes visuais tocar réplicas de objetos antes inacessíveis, como monumentos históricos.

No entanto, Silva compartilhou sua experiência com o *OrCam MyEye*, dispositivo que, apesar de seu grande potencial, acarretou em dificuldades práticas. Lá, eles possuem dois *OrCams*, que foram testados por Silva, mas estão atualmente alocados no setor da saúde, pois não se mostraram funcionais no dia a dia dos alunos. Ela explicou que, apesar das tecnologias avançadas do *OrCam*, como a capacidade de ler textos, identificar rostos e diferenciar cédulas de dinheiro usando *machine learning* e *edge computing*, a durabilidade limitada da bateria (de 1,5 a 2 horas de uso contínuo) e seu alto custo (aproximadamente R\$ 14.900,00), tornam-no inadequado a atividades rotineiras, como uma jornada de trabalho convencional.

Ela ainda comparou o *OrCam* a soluções mais simples e acessíveis, como aplicativos gratuitos de navegação por GPS e o “Quanto Tempo Faltar”, que ajudam na orientação espacial e na autonomia dos usuários. Silva enfatizou que, embora o *OrCam* tenha sido reconhecido pela revista *Time* como uma das “Melhores Invenções de 2019”, sua adoção no Brasil é limitada pelo preço elevado e pela ausência de concorrência no mercado, impedindo a democratização dessa tecnologia assistiva. Para pessoas de baixa renda, soluções tecnológicas mais acessíveis são uma prioridade.

Além das barreiras tecnológicas, Silva destacou outro desafio enfrentado pelas PCDs visuais: a falta de preparação das empresas para contratar pessoas com deficiência. Um exemplo concreto de superação é o caso de um ex-aluno da ONG que, cego total, conseguiu trabalho como programador em *home office* para uma empresa do Rio de Janeiro. Esse ex-aluno, utilizando tecnologias assistivas, como leitores de tela, conquistou autonomia e superou preconceitos em relação às suas habilidades. Para Silva, o mercado de trabalho ainda precisa quebrar paradigmas e entender que, com os recursos adequados, as PCDs visuais podem desempenhar uma ampla gama de funções. Ela concluiu que “os recursos da informática e da tecnologia assistiva nos trazem opções de fazermos as coisas como uma pessoa que enxerga.”

A segunda entrevistada, Renata Neves (Não PCD Visual), também professora de educação especial com especialização em tecnologias assistivas para PCDs Visuais, mas com foco em computadores, complementou a visão de Silva, destacando a importância das aquisições tecnológicas na ONG. Ela mencionou o uso de lupas eletrônicas, teclados com contraste para pessoas com baixa visão e a linha Braille, que facilita a leitura e a escrita de alunos cegos. Ela também ressaltou que os computadores da instituição estão equipados com softwares como DOSVOX, NVDA e Orca, que permitem aos alunos executar tarefas acadêmicas e profissionais de forma autônoma.

Neves também falou sobre o processo de alfabetização de crianças e adultos na ONG. Com a ajuda de mesas — alfabeto e programas adaptados ao nível cognitivo dos alunos, os recursos tecnológicos facilitam o aprendizado de vogais e a memorização de conteúdos, auxiliando no desenvolvimento de habilidades essenciais para a inclusão educacional e social. “Tem historinhas, uma infinidade de programas dependendo do grau da criança, da parte cognitiva, a faixa etária e alguns adultos já foram alfabetizados aqui”, explicou Neves.

A inclusão tecnológica na ONG Lar das Moças Cegas é uma combinação de esforços entre doações e apoio governamental. Tanto Silva quanto Neves destacam que, embora as tecnologias assistivas tenham evoluído, ainda existem muitos desafios, especialmente no que se refere ao custo elevado de dispositivos como o *OrCam* e à falta de conhecimento da sociedade sobre como lidar com pessoas com deficiência visual. O avanço dessas tecnologias é crucial para garantir que PCDs visuais possam acessar oportunidades de trabalho e educação plenamente, mas é necessário maior acessibilidade, principalmente para aqueles que estão na base da pirâmide social.

Portanto, além de incentivos governamentais e do apoio de ONGs, é necessário fomentar o conhecimento sobre o uso dessas tecnologias mais acessíveis e gratuitas. O mercado precisa

não apenas ampliar a oferta de dispositivos assistivos de ponta, mas também promover a inclusão via soluções práticas e econômicas. A democratização do acesso a tecnologias assistivas passa, necessariamente, pela disseminação de informações sobre recursos gratuitos e pela sensibilização das empresas e da sociedade sobre a importância de eliminar barreiras, sejam elas físicas ou de conhecimento. Somente com essas ações será possível criar um ambiente verdadeiramente inclusivo, onde as PCDs visuais possam exercer plenamente seu potencial tanto na vida acadêmica quanto no mercado de trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar o conjunto de informações bibliográficas e testemunhais que puderam ser reunidas ao longo da pesquisa, foi possível compreender que o avanço das Tecnologias Assistivas tem um real impacto no cotidiano das pessoas com deficiência visual, entretanto, com algumas ressalvas, tornando a problemática apresentada verdadeira. Ademais, abrangeu-se o entendimento no que se refere às hipóteses apresentadas anteriormente, utilizando os dados obtidos no relato empírico. O Quadro 1 reexibe as cinco hipóteses norteadoras e suas devidas confirmações:

Quadro 1. Verificação das Hipóteses e Resultados.

Hipótese	Resultado Após o Exposto
H1: uma ONG consegue ter acesso às tecnologias robustas.	O Lar das Moças Cegas tem acesso às tecnologias robustas por meio das doações e investimentos governamentais.
H2: é viável para uma ONG ter as tecnologias robustas.	É viável a aquisição desses bens, desde que seja comprovada sua eficácia no cotidiano dos PCDs Visuais.
H3: as tecnologias assistivas para a deficiência visual podem ser pouco exploradas.	Há um mercado dedicado aos PCDs Visuais com inovações, mas essas informações não são vastamente disseminadas.
H4: nem todas as necessidades das pessoas com deficiência visual podem ter sido plenamente atendidas.	Há recursos para que suas necessidades sejam atendidas, mas para ter tudo há um alto custo, além de não ser prático para o dia a dia. Locais como a ONG possuem o que é essencial para as necessidades, mas outros locais comuns, como o ambiente de trabalho, costumam não ter.
H5: a implementação dessas tecnologias pode trazer significativas melhorias na autonomia e inclusão das pessoas com deficiência visual.	Toda tecnologia, caso seja eficiente, pode trazer muitas melhorias para a autonomia e inclusão das pessoas com deficiência visual, mas o preconceito é uma barreira ainda a ser superada e não há tecnologia que auxilie nesse caso.

Fonte: Autoria própria, 2025

Como pode ser visto, a ONG consegue ter acesso às tecnologias, desde que seja comprovada a eficácia de tais recursos. Lá, as necessidades do seu público-alvo podem ser atendidas de maneira ampla, porém, pelo custo que alcançaria a posse de todos os equipamentos para cada atendido, tanto dentro, quanto fora da instituição, ainda existem lacunas. Vale destacar, nesse contexto, a baixa inserção das tecnologias assistivas e a falta de divulgação sobre sua existência no mercado de trabalho, em que as pessoas com deficiência visual podem e devem ser cada vez mais acolhidas e integradas.

As inovações são sim exploradas e há todo um eixo em expansão voltado para elas, levando em conta, porém, que há soluções que conquistam mais aderência e outras não. Esse fato se deve a muitos fatores, conforme exposto aqui, como interesses públicos e privados e capacidade financeira, mas os principais, que obstaculizam não só o exercício da plena cidadania das PCDs visuais, são o preconceito e a falta de informações sobre as ferramentas que permitem a adaptabilidade e a inserção dos indivíduos de forma harmônica em todas as esferas, especialmente a educacional e a profissional. A alta tecnologia não é suficiente se a

sociedade não compreender que a PCD Visual pode realizar qualquer tarefa de forma tão bem-sucedida quanto outra pessoa qualquer. E para que ela possa vencer o preconceito e viver equitativamente, são urgentes ações governamentais que promovam o seu desenvolvimento de forma qualitativa e acessível, contribuindo para uma sociedade mais inclusiva e justa.

REFERÊNCIAS

- ALLENDE-CID, Héctor. Machine Learning: catalisador da ciência. **Computação Brasil**, Sociedade Brasileira da Computação, n. 39, p. 15–18, 2019. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/comp-br/article/view/4521>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- ALVES, Marcelo de Souza; LIMA, Ricardo Ferreira. Integração profissional de pessoas com deficiência visual: Das práticas organizacionais às atitudes individuais. **Revista Psicologia, Organizações e Trabalho**, v. 17, n. 2, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371233443_O_Deficiente_Processo_de_Inclusao_de_Pessoas_com_Deficiencia_nas_Organizacoes. Acesso em: 26 jun. 2024.
- BRASIL. **Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015**. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 18 abr. 2024.
- CARRION, Patrícia, QUARESMA, Manuela. Internet das Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. Human Factors in Design. **Human Factors in Design**, v. 8, n. 15, p. 049–066, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796308152019049>. Acesso em: 01 fev. 2024.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE ACESSIBILIDADE. **Categoria das Tecnologias Assistivas**. Disponível em: http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/live/tecnologias_assistivas/topico-3-categorias-de-tecnologia-assistiva.html. Acesso em: 20 fev. 2024.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE ACESSIBILIDADE. **Grupos das Tecnologias Assistivas**. Disponível em: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/conceito/>. Acesso em: 30 out. 2024.
- GROSS, João Luiz Grave. **Um modelo de custo eficiente para minimização da energia consumida e do tempo de processamento de tarefas IoT em um ambiente Mobile Edge Computing**. 2020. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/items/02036aae-27b1-43ad-b5aa-58fb85a6077c>. Acesso em 21 jun. 2024.
- INSPER. **Edge Computing embarcada para melhorar a mobilidade de deficientes visuais**. Disponível em: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/3720>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- INSPER. **Óculos**. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/noticias/estudantes-desenvolvem-software-para-auxiliar-pessoas-com-%20uma%20empresa%20israelense>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- LAR DAS MOÇAS CEGAS. **Centro Especializado em Deficiência Visual**. Disponível em: <https://www.lmc.org.br>. Acesso em: 11 fev. 2024.
- LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**. São Paulo, Globo livros, 2019. Disponível em: [https://www.kufunda.net/publicdocs/Inteligência%20artificial%20\(Kai-Fu%20Lee\).pdf](https://www.kufunda.net/publicdocs/Inteligência%20artificial%20(Kai-Fu%20Lee).pdf). Acesso em: 18 maio 2024.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Tipos de Deficiência Visual**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- OMS. **Saúde Ocular**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/saude-ocular>. Acesso em: 15 maio 2024.
- ORCAM. **Óculos original abordado nos resultados**. Disponível em: <https://www.orcam.com/pt-pt/orcam-myeye>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, Univerdade Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 31 out. 2024.

SCHNEIDER, Patrick. **Futuro do trabalho da pessoa com deficiência: da lei de cotas à agenda 2030**. São Paulo, Editora Nelas, 2020. Acesso em: 8 ago. 2024.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo, Edipro, 2018. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/a-quarta-revolucao-industrial-klaus-schwabpdf/258956080>. Acesso em: 5 jun. 2024.

SEE COLORS. **Startup See Colors**. Disponível em: <https://startupcolors.com>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SUBPAV. **Tabela para Definir o Grau de Deficiência Visual**. Disponível em: https://subpav.org/aps/uploads/publico/repositorio/manual_instrutivo_de_reabilitacao.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024.

W3C Brasil. **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1**. Disponível em: <https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>. Acesso em: 29 mar. 2024.