



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CAMPUS ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



KARLISSON BRENDY DE BRITO RIBEIRO FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE DE SOFTWARE PARA PESSOAS COM
TEA COM BASE NOS PRINCIPIOS GAIA: UM ESTUDO EMPIRICO**

**Parnaíba – Piauí
2025**

KARLISSON BRENDÓ DE BRITO RIBEIRO FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE DE SOFTWARE PARA PESSOAS
COM TEA COM BASE NOS PRINCIPIOS GAIA: UM ESTUDO
EMPIRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Piauí, Campus Alexandre Alves de Oliveira, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Augusto R. S. Baluz

Avaliação da Acessibilidade de Softwares para Pessoas com TEA com Base nos Princípios GAIA: Um Estudo Empírico

Karlisson Brendo de B. R. Ferreira¹, Rodrigo Augusto R. S. Baluz¹

¹Bacharelado em Ciência da Computação – Universidade Estadual do Piauí (UESPI)
Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira – Parnaíba – PI – Brasil

karlissonferreira@aluno.uespi.br, rodrigo.baluz@phb.uespi.br

ABSTRACT: *The increasing occurrence of Autism Spectrum Disorder (ASD) reinforces the urgency for truly accessible digital solutions, since universal guidelines such as WCAG do not fully address the sensory and cognitive needs of this population. Given this gap between theory and practice, a qualitative-exploratory study was conducted to compare the implementation of accessibility features in six mobile applications aimed at ASD. Using the Accessibility Guide for Application Interfaces for Autistic Individuals (GAIA) as a heuristic basis, the results revealed significant shortcomings in the adoption of personalization and control of sensory stimuli. It was found that most of the analyzed applications do not offer sufficient adaptations for the diversity present in the autism spectrum. Thus, the study highlights the need for greater rigor and depth in the application of specialized guides such as GAIA to ensure more effective and inclusive solutions.*

RESUMO: *A crescente ocorrência do TEA(TEA) reforça a urgência por soluções digitais realmente acessíveis, já que Princípios es universais como a WCAG não contemplam plenamente as demandas sensoriais e cognitivas desse público. Diante dessa lacuna entre teoria e prática, realizou-se um estudo qualitativo-exploratório para comparar a implementação de recursos de acessibilidade em seis aplicativos móveis voltados ao TEA. Utilizando o Guia de Acessibilidade para Interfaces de Aplicações para Autistas (GAIA) como base heurística, os resultados evidenciaram falhas significativas na adoção de personalização e no controle de estímulos sensoriais. Constatou-se que a maioria dos aplicativos analisados não oferece adaptações suficientes para a diversidade presente no espectro autista. Assim, o estudo destaca a necessidade de maior rigor e aprofundamento na aplicação de guias especializadas como o GAIA para garantir soluções mais eficazes e inclusivas.*

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) configura-se como uma condição neurodesenvolvimental complexa, delineada por desafios intrínsecos na comunicação social, padrões restritos de interesses e comportamentos repetitivos, conforme estabelecido pela [American Psychiatric Association 2022]. As particularidades cognitivas e sensoriais inerentes a este espectro, que podem variar desde a hipersensibilidade a estímulos até a

necessidade de rotinas estruturadas [Baron-Cohen 2017], frequentemente impõem barreiras significativas à interação de indivíduos com o transtorno com as tecnologias digitais. Neste cenário, a relevância do presente estudo emerge da necessidade premente de desenvolver soluções tecnológicas que não apenas reconheçam, mas efetivamente acomodem essas diferenças, assegurando que o ambiente digital seja verdadeiramente inclusivo e acessível a todos.

Entretanto, observa-se que, embora Princípios es gerais de acessibilidade, como as Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) e o Picture Exchange Communication System (PECS), forneçam um arcabouço fundamental, elas frequentemente se mostram insuficientes para abordar a totalidade dos requisitos específicos de usuários com TEA [Ferguson et al. 2020] [Almalki et al. 2021]. Tal lacuna na acessibilidade digital impulsiona a justificativa para esta pesquisa, que busca aprofundar a compreensão sobre o tema através de uma análise comparativa. É nesse contexto que iniciativas como as Guidelines for Autism-Friendly Interactive Applications (GAIA) surgiram, propondo recomendações especializadas para um design de interfaces mais adequado. No entanto, na prática, muitos softwares e aplicativos desenvolvidos para essa população nem sempre estão em plena consonância com os frameworks teóricos existentes, evidenciando uma desconexão entre o que é recomendado e o que é efetivamente aplicado.

Nesse sentido, essa divergência entre as Princípios es teóricas de acessibilidade, como as propostas pelo GAIA, e os padrões efetivamente implementados em soluções tecnológicas destinadas a indivíduos com o espectro, constitui a problemática central deste estudo. Pesquisas anteriores, incluindo as de [Brosnan et al. 2016] e [Almeida et al. 2022], ressaltam que pessoas com TEA frequentemente enfrentam desafios como sobrecarga sensorial, dificuldades no processamento de linguagem ambígua e a necessidade de estruturas previsíveis em interfaces digitais. Embora o guia GAIA se esforce para endereçar essas questões com recomendações específicas, como a minimização de elementos imprevisíveis e o uso consistente de feedback visual [Fetcher-Watson et al. 2016], os aplicativos práticos muitas vezes incorporam soluções como cronogramas visuais e sistemas de comunicação alternativa [Goldsmith e Leblanc 2020].

Dessa forma, essa discrepância entre o ideal teórico e a realidade prática sugere a existência de um gap significativo no campo da acessibilidade digital para o TEA. Assim, com base nessa problemática, o objetivo geral deste artigo é realizar uma análise comparativa abrangente entre as recomendações do framework GAIA e os padrões de acessibilidade implementados em softwares desenvolvidos para pessoas com TEA. Especificamente, o estudo visa (1) identificar os pontos de convergência e divergência entre as Princípios es teóricas e as soluções práticas observadas; (2) analisar a eficácia das diferentes abordagens adotadas; e (3) propor recomendações concretas para a evolução dos padrões de acessibilidade digital, de modo a torná-los mais eficazes e inclusivos para a comunidade autista. Para alcançar tais objetivos, a metodologia empregada consistiu em uma pesquisa qualitativa-exploratória, que incluiu a avaliação comparativa de seis aplicativos representativos do mercado: Proloquo2Go, Avaz, ZacBrower, Otsima, Jade Autism app e choiceWorks.

A análise foi realizada utilizando as Princípios es do GAIA como métrica central, para construir as tabelas comparativas focando em aspectos como personalização sensorial,

para isso, empregou-se uma pesquisa qualitativa-exploratória, avaliando seis aplicativos representativos em relação às recomendações da GAIA, com foco em previsibilidade de interface e acessibilidade cognitiva. Dessa maneira, este critério avaliativo permitiu identificar lacunas significativas entre as recomendações teóricas do guia e as implementações práticas observadas nos softwares, destacando a necessidade de soluções digitais mais especializadas.

Por fim, para facilitar a compreensão e aprofundar a discussão, este artigo está estruturado em seções distintas. Após esta Introdução, que estabelece o contexto e os objetivos do trabalho, a segunda seção será dedicada ao referencial teórico, aprofundando os conceitos fundamentais sobre o Transtorno do Espectro Autista, as Princípios es de acessibilidade digital e os frameworks de design inclusivo. As seções subsequentes detalham a metodologia de pesquisa, apresentarão a análise comparativa dos aplicativos e discutirão os resultados obtidos, culminando nas recomendações propostas e nas conclusões do estudo. A expectativa é que este trabalho contribua significativamente para o avanço do conhecimento na área, oferecendo subsídios valiosos para desenvolvedores, designers e formuladores de políticas públicas na criação de ambientes tecnológicos verdadeiramente acessíveis para pessoas com TEA.

2. Fundamentação Teórica

A presente seção aborda a fundamentação conceitual do trabalho desenvolvido. São apresentados os fundamentos relacionados ao TEA, educação inclusiva e gamificação. Além disso, o TEA possui sintomas característicos prevalentes em seu comportamento iremos nos aprofundar nas causas, classificações, tratamentos e métodos de intervenção, tal como jogos digitais Educativos, e trabalhos correlatos.

2.1 Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O TEA(TEA) é uma condição neurodesenvolvimental caracterizada por diferenças na comunicação social, padrões restritos de interesse e comportamentos repetitivos [American Psychiatric Association 2022]. Indivíduos com o transtorno apresentam perfis sensoriais e cognitivos diversos, que podem incluir hipersensibilidade a estímulos visuais ou auditivos, dificuldade em processar linguagem não literal e preferência por rotinas estruturadas [Baron-Cohen 2017]. Essas características impactam diretamente sua interação com tecnologias digitais, exigindo adaptações específicas no design de interfaces para garantir usabilidade e acessibilidade.

Pesquisas indicam que, quando bem projetadas, tecnologias digitais podem ser ferramentas poderosas para apoiar pessoas com TEA em comunicação, aprendizagem e autonomia [Parsons et al. 2019]. No entanto, sistemas que não consideram suas necessidades específicas podem criar barreiras significativas, exacerbando frustrações e limitando o acesso à informação [Almalki et al. 2021]. Essas características neurológicas apresentam implicações significativas na interação com tecnologias digitais, exigindo abordagens específicas de design de interfaces. Como destacam [Ferguson et al. 2020] e [Jordan e Brosnan 2019], os usuários com o espectro frequentemente enfrentam desafios particulares na experiência digital decorrentes de suas particularidades cognitivas e sensoriais.

Entre os principais aspectos estão a hipersensibilidade sensorial, que pode desencadear reações adversas a elementos como sons abruptos, luzes intermitentes ou cores

excessivamente saturadas, e as dificuldades no processamento de abstrações, que comprometem a compreensão de metáforas visuais e ícones não literais. A necessidade de previsibilidade e estruturação, característica marcante no TEA, torna especialmente desafiadoras as interfaces com navegação não linear ou layouts em constante mudança [Almalki et al. 2021]. Além disso, as limitações na comunicação social afetam a interpretação de elementos baseados em expressões faciais ou linguagem figurativa, enquanto a tendência à sobrecarga cognitiva exige especial cuidado com a densidade informacional das interfaces [Garzotto et al. 2019].

Essas particularidades demonstram que os Princípios convencionais de acessibilidade, como as WCAG 2.2 [W3c 2023], embora importantes, são insuficientes para atender plenamente às necessidades dessa população. Neste contexto, surgiram frameworks especializados como o GAIA (Guidelines for Autism-Friendly Interactive Applications), que propõe recomendações específicas para criação de ambientes digitais verdadeiramente inclusivos, considerando as dimensões sensoriais, cognitivas e sociais do TEA [Almalki et al. 2021] [Fabri et al. 2016]. Os Princípios convencionais de acessibilidade digital, como as WCAG, embora fundamentais para a inclusão de pessoas com deficiências sensoriais e motoras, apresentam lacunas significativas ao abordar as necessidades neurodiversas do TEA [Ferguson et al. 2020].

Pesquisas recentes demonstram que usuários autistas demandam princípios específicos de design que vão além dos padrões tradicionais. Entre os elementos mais relevantes destacam-se a previsibilidade e consistência nas interfaces, com navegação linear e evitando mudanças abruptas de layout ou conteúdo, conforme evidenciado por [Lubas et al. 2015]. A minimização da sobrecarga sensorial também se mostra crucial, envolvendo a redução de estímulos visuais excessivos como cores brilhantes, animações desnecessárias e poluição visual [Williams et al. 2021].

Outro aspecto fundamental é a clareza semântica, que envolve o uso de linguagem direta e literal, evitando metáforas, sarcasmo ou expressões ambíguas que podem causar confusão [Al-wabil et al. 2023]. Apesar do crescente corpo de evidências científicas apontando para a eficácia desses princípios, a maioria das aplicações convencionais ainda não os incorpora adequadamente, reforçando a necessidade urgente de Princípios especializadas que considerem as particularidades cognitivas e sensoriais da população autista no desenvolvimento de tecnologias digitais.

2.2 Jogos digitais e educativos

No contexto das intervenções para o Transtorno do Espectro Autista, os jogos digitais educativos emergem como ferramentas de grande potencial para o desenvolvimento de habilidades diversas. Eles proporcionam um ambiente interativo e lúdico, que pode sermeticulosamente adaptado para estimular áreas cruciais, desde a comunicação alternativa e o letramento até o aprimoramento cognitivo e motor, conforme apontado por [Sampaio e Pereira 2025] e [Lucian e Stumpf 2019]. A inerente capacidade de personalização e a previsibilidade da interface, características valorizadas em jogos bem projetados, são aspectos fundamentais que podem ser explorados para criar experiências de aprendizado altamente eficazes, minimizando estímulos distratores e fornecendo instruções claras, o que é essencial para usuários autistas [Siedler et al. 2025].

Nesse cenário, os jogos digitais educativos emergem como ferramentas de grande potencial para o apoio a pessoas com TEA. A natureza interativa, lúdica e muitas vezes previsível dos jogos pode criar um ambiente de aprendizado seguro e engajador, que minimiza a sobrecarga sensorial e oferece oportunidades estruturadas para o desenvolvimento de habilidades. Eles podem ser adaptados para estimular diversas áreas, desde a comunicação alternativa e o letramento até o aprimoramento cognitivo e motor, como demonstrado pelo jogo AutiBots, projetado para desenvolver coordenação motora fina, percepção visual e funções executivas em crianças com autismo [Sampaio e Pereira 2025].

A importância dos jogos digitais reside na sua capacidade de oferecer um meio complementar de intervenção terapêutica e educacional. Ao transformar o aprendizado em uma experiência divertida e repetitiva, os jogos podem auxiliar na aquisição de novas habilidades, no desenvolvimento do raciocínio lógico, na coordenação motora e na percepção visual e auditiva [Branco 2019]. A personalização da interface e a clareza das instruções, características essenciais para usuários autistas, podem ser incorporadas no design desses jogos, tornando-os mais eficazes e acessíveis.

No entanto, a mera existência de jogos digitais não garante sua eficácia. É crucial que esses aplicativos sejam desenvolvidos com base em Princípios de acessibilidade específicas para o TEA, como as GAIA, que consideram as necessidades cognitivas e sensoriais dessa população. A avaliação de aplicativos educacionais, como a realizada por [Branco 2019], é fundamental para identificar se as ferramentas disponíveis no mercado realmente atendem aos requisitos de usabilidade e acessibilidade, garantindo que as tecnologias digitais contribuam efetivamente para a inclusão e o desenvolvimento de pessoas com TEA.

Assim, a integração de jogos digitais educativos no contexto do TEA representa uma via promissora para o desenvolvimento de habilidades e a promoção da autonomia [Sampaio 2025] [Ferreira 2025]. Contudo, para que seu potencial seja plenamente realizado, é imperativo que o design e a implementação desses jogos sejam guiados por uma compreensão aprofundada das particularidades do espectro autista, assegurando que as soluções tecnológicas sejam verdadeiramente inclusivas e adaptadas às diversas necessidades da comunidade autista [Siedler 2024]. A pesquisa contínua e a avaliação crítica desses recursos, especialmente por meio de frameworks especializados como o GAIA, são essenciais para aprimorar as ferramentas disponíveis e maximizar seus benefícios [Malpartida 2024].

2.3 Trabalhos Relacionados

A literatura científica tem explorado intensamente o potencial das tecnologias digitais no apoio a indivíduos com TEA(TEA), com foco no desenvolvimento de habilidades e na promoção da inclusão. Diversos estudos têm contribuído para a compreensão de como softwares e jogos podem ser projetados e utilizados de forma eficaz para atender às necessidades específicas dessa população.

Rodrigues e Burlamaqui [2018], em seu trabalho sobre a avaliação de aplicativos para pessoas com TEA, realizaram uma avaliação de usabilidade de aplicativos móveis com o objetivo de identificar quais características de interface e interação são mais adequadas para essa população. Utilizando uma abordagem de avaliação heurística, os autores

analisaram aplicativos populares e identificaram pontos fortes e fracos em relação a critérios como clareza, consistência e feedback. O estudo concluiu que, embora muitos aplicativos apresentem boas soluções de design, ainda há uma carência de padronização e de consideração aprofundada das necessidades sensoriais e cognitivas dos usuários com TEA.

Oliveira e Thereza [2019] abordaram a avaliação de softwares educacionais para alunos com TEA sob a perspectiva da inclusão. O estudo teve como objetivo verificar se as abordagens de avaliação de software educacional existentes na literatura permitem avaliar adequadamente um produto para estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) e se podem ser utilizadas por profissionais da educação. Como resultado, os autores propuseram uma checklist adaptada, mais inclusiva e de fácil aplicação, visando aprimorar o aprendizado e o desenvolvimento de crianças dentro do espectro. O trabalho destaca a importância de ferramentas de avaliação que sejam acessíveis a educadores e que considerem as particularidades do TEA.

Chinchay, Gomez and Montoro [2024], em seu estudo sobre a qualidade do design de software em aplicativos para crianças com autismo, realizaram uma avaliação da qualidade de um conjunto de aplicativos multiplataforma, abrangendo tanto softwares assistivos quanto de uso geral. Através de uma avaliação heurística baseada em indicadores de sistema, o estudo buscou avaliar a qualidade e eficácia das tecnologias assistivas, determinar a adaptabilidade dos aplicativos de uso geral e explorar os recursos e limitações dos aplicativos direcionados a crianças com TEA. O ranking de qualidade resultante, organizado por domínios cognitivos, forneceu insights sobre o engajamento e a eficácia dos aplicativos, contribuindo para a identificação de melhores práticas de engenharia de software alinhadas aos princípios do design centrado no usuário.

Em síntese, os trabalhos relacionados demonstram um esforço contínuo na criação e avaliação de ferramentas digitais para o TEA, desde a avaliação de usabilidade e a proposição de checklists adaptadas até a avaliação da qualidade do design de software. Embora haja avanços significativos, a necessidade de alinhar as Princípios es teóricas com as implementações práticas e de desenvolver soluções cada vez mais especializadas e acessíveis permanece um desafio central. Nossa trabalho se insere nesse contexto, buscando aprofundar a análise comparativa entre as recomendações do GAIA e a acessibilidade em softwares para TEA, visando contribuir para a redução dessa lacuna e para o desenvolvimento de tecnologias verdadeiramente inclusivas.

3. Metodologia

A presente pesquisa se enquadra como qualitativa-exploratória, buscando investigar e analisar um fenômeno pouco explorado, que é a conformidade de aplicativos digitais para o TEA(TEA) com Princípios es de acessibilidade especializada. O caráter exploratório é fundamental para aprofundar a compreensão sobre a problemática central do estudo: se os aplicativos disponíveis no mercado atualmente atendem às recomendações de desenvolvimento para as necessidades de pessoas com TEA e se as Princípios es de acessibilidade GAIA são seguidas para melhor atender às necessidades de uma pessoa autista. Conforme [Gil 2002], a pesquisa exploratória tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, visando a formulação de problemas mais precisos ou a busca de hipóteses. Neste trabalho, a abordagem qualitativa-exploratória

permitiu a análise aprofundada de um conjunto de artefatos digitais em relação a um framework teórico específico.

A escolha da métrica de avaliação foi um passo crucial na metodologia. Existem diversas recomendações e padrões para o desenvolvimento de tecnologias assistivas e educacionais, como as Princípios es gerais de acessibilidade (WCAG) ou abordagens pedagógicas (PECS, CAA). No entanto, optou-se pelo Guia de Recomendações de Acessibilidade Web com Foco em Aspectos do Autismo (GAIA). O GAIA, desenvolvido por [Britto 2016], é um dos frameworks mais complexos e detalhados, especificamente voltado para o desenvolvimento de interfaces interativas amigáveis ao autismo. Suas Princípios es abordam as necessidades sensoriais, cognitivas e comportamentais da população com TEA de forma mais abrangente do que os padrões genéricos. O GAIA está estruturado em 10 princípios principais, que serviram como base para a criação do critério avaliativo comparativo: G01 - Vocabulário Visual e Textual; G02 - Customização; G03 - Engajamento; G04 - Representação Redundante; G05 - Multimídia; G06 - Resposta às Ações; G07 - Affordance; G08 - Navegabilidade; G09 - Estado do Sistema; e G10 - Interação ao Toque.

Para a avaliação comparativa, foram selecionados seis aplicativos representativos do mercado, buscando cobrir as principais vertentes de ferramentas digitais voltadas para as necessidades do espectro autista. A seleção foi feita de forma a incluir dois aplicativos de cada uma das seguintes categorias, que são amplamente reconhecidas na literatura como áreas de intervenção e suporte para o TEA [Silva 2024] [Gomes 2025]: Comunicação Alternativa (Proloquo2Go, Avaz), que visa auxiliar na expressão e compreensão; Rotina e Organização (ZacBrower, choiceWorks), que promovem a previsibilidade e a autonomia; e Educativos (Otsima, Jade Autism app), que focam no desenvolvimento de habilidades cognitivas e motoras. Essa diversidade de foco permitiu uma análise mais ampla da aplicação das Princípios es GAIA em diferentes tipos de soluções.

O critério de avaliação dos seis aplicativos foi estabelecido com base nas próprias recomendações do GAIA, permitindo a construção de uma tabela comparativa detalhada. Para quantificar a aderência de cada aplicativo aos princípios do GAIA, foi utilizada a Escala Likert de 5 níveis, uma ferramenta psicométrica amplamente empregada em pesquisas de usabilidade e avaliação de interfaces [Ferreira 2024]. A escala foi adaptada para o contexto da avaliação, com os seguintes níveis de concordância: 1: Nunca, 2: Raramente, 3: Às vezes, 4: Frequentemente, 5: Sempre.

Essa abordagem quali-quantitativa permitiu confrontar a implementação de cada princípio do GAIA nos aplicativos selecionados. A avaliação foi realizada por meio da análise de dados secundários, incluindo a verificação das funcionalidades dos aplicativos, a leitura de comentários de usuários em lojas virtuais, a consulta a logs de desenvolvimento e a análise de feedback de testes de usabilidade disponíveis em artigos e relatórios de pesquisa. Dessa forma, o GAIA foi utilizado como a métrica de comparação que permitiu criar um critério avaliativo robusto para determinar se os aplicativos foram desenvolvidos de maneira acessível e alinhada às necessidades específicas de pessoas com TEA.

3.1 Apresentação dos aplicativos

Nas últimas décadas, observou-se um crescimento exponencial no desenvolvimento de aplicativos e sistemas computacionais especificamente projetados para atender às demandas

de indivíduos com TEA(TEA). Tais tecnologias não se limitam a proporcionar acessibilidade básica, mas buscam ativamente melhorar a comunicação, a autonomia e a interação dos usuários com ambientes digitais, abordando as necessidades cognitivas e sensoriais únicas do espectro [Alves e Silva 2020] [Gomes e Souza 2022]. Estes softwares são frequentemente categorizados por suas funcionalidades principais, como comunicação alternativa e aumentativa (CAA), organização de rotinas e apoio educacional. Para fins de análise, foram selecionados seis softwares representativos, sendo dois de cada vertente principal de apoio às necessidades especiais dentro do espectro autista. A seguir, são apresentados alguns exemplos de softwares representativos.

3.1.1 Avaz

O Avaz é um aplicativo de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), essencial para indivíduos com necessidades complexas de comunicação. Utilizando uma interface baseada em imagens e texto, o Avaz capacita crianças e adultos com autismo, paralisia cerebral e outras condições a expressarem seus pensamentos, sentimentos e necessidades, atuando como uma voz digital e facilitando a interação social e o aprendizado.

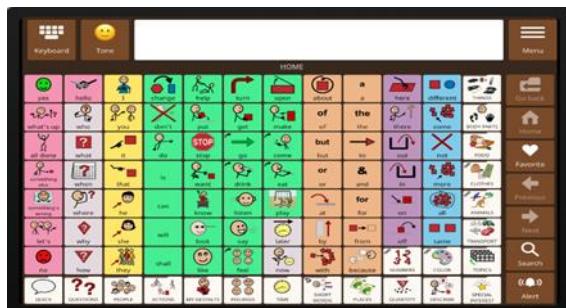


Figura 1. Tela do App “Avaz”

3.1.2 Proloquo2Go

O Proloquo2Go é um aplicativo líder em Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), baseado em símbolos e altamente personalizável. Ele permite que usuários não-verbais, incluindo aqueles com autismo, se comuniquem de forma eficaz através de vozes com som natural, promovendo o desenvolvimento da linguagem e a confiança para iniciar conversas e interagir com o mundo ao seu redor.



Figura 2. Tela Inicial do app “ProloquoG0”

3.1.3 ZacBrowser

O Zac Brower é um navegador web gratuito, desenvolvido especificamente para crianças no espectro do autismo, que proporciona um ambiente de navegação seguro e livre de distrações. Sua interface simplificada e o foco em conteúdo relevante, como jogos educativos e música, permitem que a criança explore a tecnologia de forma autônoma e prazerosa, minimizando a sobrecarga sensorial e os estímulos desnecessários que navegadores comuns podem apresentar.



Figura 3. Tela de atividades do app “ZacBrower”

3.1.4 Choice Work

ChoiceWork é uma ferramenta de aprendizagem visual que auxilia na estruturação de rotinas diárias e no gerenciamento emocional. Por meio de quadros de rotina baseados em imagens, o aplicativo ajuda crianças com TEA a entenderem a sequência de atividades (manhã, dia, noite), a anteciparem eventos e a desenvolverem habilidades de espera e tomada de decisões, elementos cruciais para a redução da ansiedade e o aumento da previsibilidade.



Figura 4. Múltiplas Telas do app “ChoiceWork”

3.1.5 Jade Autism

O JadeAutism App é uma plataforma gratuita de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo baseada em jogos, voltada para crianças e adolescentes neurodivergentes, incluindo aqueles com autismo, dislexia e TDAH. Com mais de 1500 jogos, o aplicativo estimula o desenvolvimento de habilidades como associação, vocabulário e reconhecimento auditivo, fornecendo ainda análises e relatórios de progresso que auxiliam pais e terapeutas no acompanhamento individualizado.



Figura 5. Múltiplas Telas do app “Jade Autism”

3.1.6 Otsimo

O Otsimo é um aplicativo de educação especial e terapia da fala que oferece uma vasta biblioteca de jogos educativos certificados e premiados. Projetado para indivíduos com distúrbios de aprendizagem, incluindo TEA, Síndrome de Down e TDAH, o Otsimo foca no desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras finas e de fala, adaptando-se ao ritmo e às necessidades de aprendizado de cada usuário.



Figura 6. Múltiplas telas de atividades do app “Otsimo”

4. Análise e discussões dos resultados

A presente seção detalha os achados do estudo comparativo heurístico realizado, seguindo a metodologia descrita na Seção 3. Inicialmente, a Subseção 4.1 apresenta o Estudo Comparativo Heurístico, que consiste na aplicação sistemática das dez Princípios es GAIA (Guia de Acessibilidade para Interfaces de Aplicações para Autistas) em seis aplicações móveis selecionadas, detalhando os resultados quantitativos de conformidade para cada Princípios [Britto 2016]. Em seguida, a Subseção 4.2, intitulada Discussão dos Resultados, aprofunda a análise desses achados, comparando o desempenho geral das aplicações, identificando as Princípios es de maior e menor conformidade (como a alta adesão à Princípios 10: Interação com Tela Sensível ao Toque e a baixa conformidade na Princípios 2: Customização), e discutindo as implicações desses resultados para o design de tecnologias assistivas para o TEA(TEA) [Alves e Silva 2020] [Gomes e Souza 2022].

4.1 Estudo Heurístico Comparativo

A análise dos resultados do Princípio 1 – Vocabulário Visual e Textual, que abrange os critérios de Cores (G01), Textos (G02), Legibilidade (G03) e Compatibilidade com o mundo real (G04), revela uma Média Geral de Conformidade de 3.62 (em uma escala de 5). Este resultado sugere que os aplicativos, em geral, demonstram um bom nível de acessibilidade visual e textual, o que é fundamental para usuários com TEA(TEA), que frequentemente dependem de clareza e previsibilidade visual para o processamento de informações [Britto 2016].

O critério G01 - Cores, refere-se ao contexto visual e textual, este considera as cores, linguagem visual, textos simples, parágrafos grandes, ícones e nomenclaturas compatíveis com o mundo real, dessa maneira, apresentando a maior média de conformidade, com um valor de 4.17 (entre 1 e 5), indicando que a maioria dos aplicativos utiliza cores de forma eficaz para facilitar a distinção de elementos. No entanto, a alta dispersão dos dados (desvio padrão de 1.6) é um ponto de atenção, sendo notavelmente influenciada pela pontuação mínima de 1 (Nunca) atribuída ao aplicativo Proloquo2Go neste critério. Em contraste, os aplicativos Otsimo, ChoiceWork, JadeAutism e ZacBrowser alcançaram a pontuação máxima de 5 (Sempre).

De forma similar, o critério G02 - Textos que analisa a utilização de uma linguagem simples, objetiva e acessível, a qual evite erros e seja compreensível para o público, também se destacou com uma média alta de 4.00 e a maior consistência entre os aplicativos, confirmando que a utilização de linguagem simples e acessível é uma prática bem estabelecida no desenvolvimento de softwares para este público [Alves e Silva 2020]. Por outro lado, o critério G03 - Legibilidade que concentra de maneira direta na própria legibilidade do texto, incluindo o uso de fontes sem serifa, tamanhos adequados e marcadores de cabeçalho registrou a menor média de conformidade, com um valor exato de 3.00, indicando que aspectos como o uso de fontes sem serifa, tamanhos adequados e marcadores de cabeçalho são implementados de maneira menos consistente.

Embora o critério G04 - Compatibilidade com mundo real que avalia se a plataforma usa representações gráficas e personagens que refletem a vida cotidiana, além de analisar se utiliza interações acessíveis, tenha apresentado uma média intermediária de 3.33 (entre 1 e 5), a análise geral por aplicativo demonstra que Otsimo (Média: 4.50), ChoiceWork (Média: 4.25) e JadeAutism (Média: 4.25) são os que melhor atendem ao Princípio 1. Em suma, a análise do Princípio 1 revela que, apesar da forte aderência em aspectos como Textos e Cores, a inconsistência na Legibilidade e a variação na aplicação de Cores em softwares específicos indicam que a padronização e a atenção aos detalhes finos de design ainda são cruciais para garantir uma experiência verdadeiramente inclusiva [Gomes e Souza 2022].

A análise dos resultados do Princípio 2 – Customização, que abrange os critérios de Customização Visual (G05), Customização Informacional (G06), Interfaces Flexíveis (G07) e Modo de Leitura (G08), revela uma Média Geral de Conformidade de 2.38 (em uma escala de 5). Este valor, que se situa entre "Raramente" e "Às vezes", indica que a customização é o aspecto mais negligenciado entre os aplicativos analisados, o que é um ponto crítico, visto que a capacidade de adaptar a interface às necessidades sensoriais e cognitivas individuais é fundamental para usuários com TEA [Britto 2016].

Os critérios G07 - Interfaces Flexíveis e G08 - Modo de Leitura registraram as menores médias de conformidade, ambos com 2.00 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a maioria dos aplicativos falha em permitir a personalização da quantidade de elementos

na tela e em oferecer modos de leitura acessíveis, como ajustes no tamanho do texto e minimização de distrações. A baixa flexibilidade das interfaces contraria diretamente as recomendações de design inclusivo, que enfatizam a necessidade de controle do usuário sobre o ambiente digital para mitigar sobrecargas sensoriais [Gomes e Souza 2022].

Tabela 01 - Princípio 1: Vocabulário Visual e Textual

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrower	Choice Work	Jade Autism	Otsima
G01 - Cores	Avalia se as plataformas garantem acessibilidade ao utilizarem cores que facilitam a distinção de elementos	4	1	5	5	5	5
G02 - Textos	Analisa a utilização de uma linguagem simples, objetiva e acessível, a qual evite erros e seja comprehensível para o público	4	4	3	4	5	4
G03- Legibilidade	De forma direta foca na legibilidade do texto, incluindo o uso de fontes sem serifa, tamanhos adequados e marcadores de cabeçalho	2	3	2	4	3	4
G04 - Compatibilidade com mundo real	Avalia se a plataforma usa representações gráficas e personagens que refletem a vida cotidiana, além de analisar se utiliza interações acessíveis para os usuários com TEA	3	2	2	4	4	5

Fonte: Proprio Autor, 2025.

O critério G06 - Customização Informacional apresentou a maior média, com 2.83 (entre 1 e 5), sugerindo que o controle de som e a personalização de botões são implementados com maior frequência do que outros aspectos de customização. No entanto, o critério G05 - Customização Visual (Média: 2.67) revela a maior disparidade, com o aplicativo JadeAutism alcançando a pontuação máxima de 5 (Sempre), enquanto ZacBrowser obteve a pontuação mínima de 1 (Nunca). Essa variação indica que, embora alguns desenvolvedores priorizem a customização visual (cores, fontes e contraste), a prática não é universal.

Em suma, a baixa média geral e a concentração de pontuações mínimas (1 - Nunca) nos critérios de customização, especialmente em ZacBrowser e ChoiceWork, reforçam a conclusão de que a customização é uma área crítica e subdesenvolvida nos aplicativos para TEA. A ausência de interfaces flexíveis e modos de leitura adaptáveis limita a capacidade

do usuário de controlar seu ambiente, o que pode comprometer a usabilidade e a eficácia do software [Alves e Silva 2020].

Tabela 02 - Princípio 2: Customização

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otsima
G05 - Customização visual	Avalia a capacidade das plataformas em oferecer aos usuários a possibilidade de modificar elementos visuais, como cores, fontes e contraste	4	2	1	2	5	2
G06 - Customização informacional	Analisa as opções de customização de informações, incluindo controle de som e personalização de botões	3	3	2	2	4	3
G07 - Interfaces flexíveis	Verifica a capacidade das plataformas de se adaptarem às necessidades dos usuários, ou seja, se permitem a personalização da quantidade de elementos e das formas de interação com o sistema	2	2	1	2	3	2
G08 - Modo de leitura	Avalia se as plataformas oferecem modos de leitura acessíveis, como ajustes no tamanho do texto e minimização de distrações	3	2	2	1	2	2

Fonte: Proprio Autor, 2025.

A análise dos resultados do Princípio 2 – Customização, que abrange os critérios de Customização Visual (G05), Customização Informacional (G06), Interfaces Flexíveis (G07) e Modo de Leitura (G08), revela uma Média Geral de Conformidade de 2.38 (em uma escala de 5). Este valor, que se situa entre "Raramente" e "Às vezes", indica que a customização é o aspecto mais negligenciado entre os aplicativos analisados, o que é um ponto crítico, visto que a capacidade de adaptar a interface às necessidades sensoriais e cognitivas individuais é fundamental para usuários com TEA [Britto 2016].

Os critérios G07 - Interfaces Flexíveis e G08 - Modo de Leitura registraram as menores médias de conformidade, ambos com 2.00 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a maioria dos aplicativos falha em permitir a personalização da quantidade de elementos na tela e em oferecer modos de leitura acessíveis, como ajustes no tamanho do texto e

minimização de distrações. A baixa flexibilidade das interfaces contraria diretamente as recomendações de design inclusivo, que enfatizam a necessidade de controle do usuário sobre o ambiente digital para mitigar sobrecargas sensoriais [Gomes e Souza 2022].

Tabela 03 - Princípio 3: Engajamento

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otisima
G09 - Eliminar Distrações	Avalia se a plataforma evita inserir elementos animados, que piscam e brilham, bem como sons de fundo, pois eles podem prejudicar o foco da pessoa, especialmente crianças.	4	4	2	3	4	3
G10 - Interface Minimalista	Analisa a utilização de interfaces de aplicações e páginas web que apresentem os elementos e funcionalidades mínimas necessários em cada tela ou página o público evitando sobrecarga	3	2	1	2	5	2
G11 - Organização Visual	Avalia se os elementos apresentados na tela da plataforma são organizados de forma a minimizar o esforço cognitivo da pessoa, aproximando elementos que são similares e distanciando conteúdos que não são relacionados	2	4	2	3	4	3
G12 - Fornecer intruções	Avalia se a plataforma fornece instruções claras que facilitem a visão geral do conteúdo e orientem na utilização dos recursos disponíveis. TEA	3	3	3	4	4	3

Fonte: Proprio Autor, 2025.

O critério G06 - Customização Informacional apresentou a maior média, com 2.83 (entre 1 e 5), sugerindo que o controle de som e a personalização de botões são implementados com maior frequência do que outros aspectos de customização. No entanto, o critério G05 - Customização Visual (Média: 2.67) revela a maior disparidade, com o aplicativo JadeAutism alcançando a pontuação máxima de 5 (Sempre), enquanto ZacBrowser obteve a pontuação mínima de 1 (Nunca). Essa variação indica que, embora

alguns desenvolvedores priorizem a customização visual (cores, fontes e contraste), a prática não é universal.

Em suma, a baixa média geral e a concentração de pontuações mínimas (1 - Nunca) nos critérios de customização, especialmente em ZacBrowser e ChoiceWork, reforçam a conclusão de que a customização é uma área crítica e subdesenvolvida nos aplicativos para TEA. A ausência de interfaces flexíveis e modos de leitura adaptáveis limita a capacidade do usuário de controlar seu ambiente, o que pode comprometer a usabilidade e a eficácia do software [Alves e Silva 2020].

A análise dos resultados do Princípio 4 – Representações Redundantes, que abrange os critérios de Múltiplos Formatos (G13), Equivalentes Textuais (G14) e Legendas (G15), revela uma Média Geral de Conformidade de 3.56 (em uma escala de 5). Este resultado, que se aproxima de "Frequentemente", indica que este princípio é um dos mais bem implementados entre os aplicativos, o que é crucial para auxiliar na compreensão do conteúdo por meio de diferentes canais sensoriais, uma necessidade primária para usuários com TEA [Britto 2016].

Os critérios G13 - Múltiplos Formatos e G14 - Equivalentes Textuais apresentaram as maiores médias de conformidade, com 4.50 e 4.00 (entre 1 e 5), respectivamente. O critério G14, em particular, demonstrou consistência perfeita (desvio padrão de 0.00), com todos os aplicativos alcançando a pontuação 4 (Frequentemente), confirmando que a prática de fornecer equivalentes textuais para símbolos e vocabulários específicos é uma norma bem estabelecida. O critério G13 também se destacou, com três aplicativos (Avaz, Proloquo2Go e ChoiceWork) alcançando a pontuação máxima de 5 (Sempre), indicando um forte uso de imagens, ícones e textos para reforçar a informação [Alves e Silva 2020].

Em contraste, o critério G15 - Legendas registrou a menor média de conformidade, com apenas 2.17 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a oferta de legendas e opções de áudio para conteúdo multimídia é o ponto mais fraco do Princípio 4. A pontuação mínima de 1 (Nunca) foi atribuída ao ChoiceWork, reforçando que, embora a redundância visual e textual seja bem aplicada, a redundância em formatos de mídia (como legendas) ainda é negligenciada.

A falta de legendas pode comprometer a acessibilidade para usuários com dificuldades de processamento auditivo ou que dependem da leitura para complementar a informação [Gomes e Souza 2022]. Em suma, a análise do Princípio 4 revela que os aplicativos são altamente eficazes em fornecer redundância por meio de múltiplos formatos e equivalentes textuais. No entanto, a baixa adesão ao critério de legendas sugere uma lacuna na acessibilidade de conteúdo multimídia, indicando que a redundância completa em todos os canais de comunicação ainda precisa ser aprimorada.

A análise dos resultados do Princípio 5 – Multimídia, que abrange os critérios de Múltiplas Mídias (G16), Ampliação de Imagens (G17) e Evitar Sons Perturbadores (G18), revela uma Média Geral de Conformidade de 2.67 (em uma escala de 5). Este resultado, que se situa entre "Raramente" e "Às vezes", indica que a implementação de recursos multimídia acessíveis é inconsistente, o que é preocupante, pois o uso de diferentes mídias é crucial para o ensino e a comunicação com pessoas com TEA [Britto 2016].

O critério G16 - Múltiplas Mídias apresentou a maior média de conformidade, com 3.67 (entre 1 e 5). Este achado sugere que a maioria dos aplicativos utiliza textos

simplificados complementados com imagens e áudio para atrair a atenção e colaborar com o aprendizado, sendo o JadeAutism o único a alcançar a pontuação máxima de 5 (Sempre). A utilização de múltiplas mídias é um ponto forte, pois reforça a informação por diferentes canais sensoriais [Alves e Silva 2020].

Tabela 04 - Princípio 4: Representações Redundantes

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	ChoiceWork	Jade Autism	Otsimo
G13 - Múltiplos formatos	Avalia o uso de múltiplas representações (como imagens, ícones, animações e textos) para auxiliar na compreensão do conteúdo	5	5	4	5	4	4
G14 - Equivalentes textuais	Esse avalia acessibilidade textual, esta possui foco em símbolos e vocabulários específicos que precisam de equivalentes textuais	4	4	4	4	4	4
G15 - Legendas	Legendas que avalia a oferta de legendas e opções de áudio nas plataformas	2	2	2	1	3	3

Fonte: Proprio Autor, 2025.

Em contraste, o critério G17 - Ampliação de Imagens registrou a menor média de conformidade, com apenas 1.50 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a maioria dos aplicativos falha em fornecer imagens de alta qualidade que mantenham a legibilidade e o contraste quando ampliadas. Três aplicativos (ChoiceWork, JadeAutism e Otsimo) obtiveram a pontuação mínima de 1 (Nunca), indicando que a acessibilidade visual para imagens ampliadas é amplamente negligenciada. O critério G18 - Evitar Sons Perturbadores obteve uma média moderada de 2.83 (entre 1 e 5), sugerindo que a preocupação em evitar sons explosivos ou perturbadores é parcialmente atendida, mas ainda não é uma prática consistente.

Em suma, a análise do Princípio 5 revela que, embora os aplicativos sejam bons em usar múltiplas mídias para engajamento, eles falham criticamente em garantir a acessibilidade dessas mídias, especialmente no que tange à qualidade e ampliação de imagens. A baixa média geral e a negligência no critério G17 indicam que a experiência multimídia pode ser comprometida para usuários com necessidades visuais específicas [Gomes e Souza 2022].

A análise dos resultados do Princípio 6 – Visibilidade do Estado do Sistema, que abrange os critérios de Instruções de Interação (G19), Reverter Ações (G20) e Número de Tentativas (G21), revela uma Média Geral de Conformidade de 3.33 (em uma escala de 5). Este resultado, que se situa entre "Às vezes" e "Frequentemente", é fortemente influenciado

pela conformidade perfeita em um dos critérios, mas esconde uma deficiência crítica em outro, o que é vital para a previsibilidade e o controle do usuário com TEA [Britto 2016].

Tabela 05 - Princípio 5: Multimídia

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrower	Choice Work	Jade Autism	Otsima
G16 - Múltiplas Mídias	Avalia se as plataformas garantem textos simplificados complementados com imagens, gráficos, áudio e outras representações podem auxiliar a atrair a atenção e colaborar para o ensino e aprendizagem de vocabulário.	4	4	2	4	5	3
G17 - Ampliação de imagens	Analisa a utilização de imagens que continuem a ser compreendidas quando ampliadas fornecendo imagens de alta qualidade, com bom contraste e legibilidade das informações	2	2	2	1	1	1
G18 - Evitar Sons Perturbadores	De forma direta foca em evitar o uso de sons que possam ser perturbadores ou explosivos, como sirenes e fogos de artifício.	3	3	3	2	3	3

Fonte: Proprio Autor, 2025.

O critério G21 - Número de Tentativas apresentou uma Média de Conformidade perfeita de 5.00 (entre 1 e 5), com todos os seis aplicativos alcançando a pontuação máxima de 5 (Sempre). Este achado demonstra que a prática de fornecer um número adequado de tentativas antes de revelar a resposta ou solução é uma norma universalmente adotada pelos desenvolvedores, garantindo que o usuário tenha tempo para processar a informação e tentar a solução [Alves e Silva 2020]. Em contraste, o critério G20 - Reverter Ações registrou a menor média de conformidade, com apenas 1.83 (entre 1 e 5).

Este resultado é o ponto mais fraco do Princípio 6, indicando que a maioria dos aplicativos falha em oferecer um modo de reversão ou confirmação de ações críticas. Dois aplicativos (ZacBrower e Otsimo) obtiveram a pontuação mínima de 1 (Nunca). A ausência de um mecanismo de reversão compromete o senso de controle do usuário e pode gerar frustração, especialmente em pessoas com TEA que dependem da previsibilidade do sistema [Gomes e Souza 2022]. O critério G19 - Instruções de Interação obteve uma média moderada de 3.17 (entre 1 e 5), sugerindo que as instruções e mensagens de erro são parcialmente claras, mas ainda há espaço para melhoria na comunicação do estado do sistema.

Em suma, a análise do Princípio 6 revela uma dicotomia: enquanto a prática de fornecer tentativas é exemplar, a negligência em oferecer a opção de reverter ações críticas é um ponto de falha significativo. A baixa média no critério G20 indica que, apesar da visibilidade do estado do sistema ser parcialmente atendida, o controle do usuário sobre as consequências de suas ações é limitado, o que pode impactar negativamente a experiência de uso.

Tabela 06 - Princípio 6: Visibilidade do Estado do Sistema

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otsima
G19 - Instruções de interação	Avalia se as plataformas apresentam instruções adequadas para interação com os elementos da página, forneça mensagens claras em caso de erro que possam ajudar o usuário consiga compreender o erro e solucionar	4	4	3	3	3	2
G20 - Reverter ações	Analisa a utilização modo de reversão ou confirmação de ações críticas permite que a pessoa possa estar no controle das tarefas e atividades e previne a ocorrência de erros na utilização	2	2	1	2	3	1
G21 - Números De Tentativas	Avalia se as plataformas apresentam instruções adequadas para interação com os elementos da página, forneça mensagens claras em caso de erro que possam ajudar o usuário consiga compreender o erro e solucionar	5	5	5	5	5	5

Fonte: Proprio Autor, 2025.

A análise dos resultados do Princípio 7 – Reconhecimento e Previsibilidade, que abrange os critérios de Consistência (G22), Aparência Clicável (G23) e Feedback de Interação (G24), revela uma Média Geral de Conformidade de 3.17 (em uma escala de 5). Este resultado, que se situa entre "Às vezes" e "Frequentemente", indica que a previsibilidade do sistema é moderadamente atendida, sendo um fator essencial para reduzir a ansiedade e promover a autonomia em usuários com TEA [Britto 2016].

O critério G22 - Consistência apresentou a maior média de conformidade, com 4.33 (entre 1 e 5). Este achado sugere que a maioria dos aplicativos garante que as interações com o usuário produzem comportamentos previsíveis ao longo da aplicação. Dois aplicativos (Avaz e JadeAutism) alcançaram a pontuação máxima de 5 (Sempre), indicando que a

consistência na utilização dos elementos é uma prática bem estabelecida, o que é fundamental para o reconhecimento e a aprendizagem do sistema [Alves e Silva 2020].

Em contraste, o critério G24 - Feedback de Interação registrou a menor média de conformidade, com apenas 2.00 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a maioria dos aplicativos falha em fornecer feedback imediato e claro sobre restrições de interação ou ações inválidas. O aplicativo ZacBrowser obteve a pontuação mínima de 1 (Nunca), indicando que a comunicação sobre como interagir corretamente com os elementos é negligenciada. O critério G23 - Aparência Clicável obteve uma média moderada de 3.17 (entre 1 e 5), sugerindo que a área de clique ou toque dos elementos é razoável, mas ainda não é ideal para acomodar todas as habilidades motoras.

Em suma, a análise do Princípio 7 revela que, embora a consistência do sistema seja bem implementada, a comunicação sobre as interações (feedback) e a acessibilidade motora (área clicável) ainda são pontos fracos. A baixa média no critério G24 indica que a falta de feedback claro pode levar à frustração e à dificuldade de aprendizado, comprometendo a previsibilidade do sistema [Gomes e Souza 2022].

Tabela 07 - Princípio 7: Reconhecimento e Previsibilidade

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otsima
G22 - Consistência	Avalia se as plataformas que exigem interação com o usuário devem produzir comportamentos previsíveis ao longo da aplicação, para que a pessoa possa reconhecer como utilizar o elemento e como o mesmo irá se comportar.	5	4	4	4	5	4
G23 - Aparência clicável	Analisa a utilização de botões, menus, controles de formulários e demais elementos clicáveis devem apresentar uma área de clique ou toque maior para acomodar diferentes habilidades motoras	3	3	2	3	4	4
G24 - Feedback de interação	Analisa a utilização de instruções e feedback imediato sobre uma restrição de interação com o sistema ou com algum elemento fornecendo mensagens claras para indicar que aquela ação não deve ser realizada e como a pessoa deve interagir com aquele elemento	2	2	1	2	3	2

Fonte: Proprio Autor, 2025

A análise dos resultados do Princípio 8 – Navegabilidade, que abrange os critérios de Navegação Simples (G25) e Evitar Redirecionamento (G26), revela uma Média Geral de Conformidade de 3.17 (em uma escala de 5). Este resultado, que se situa entre "Às vezes" e "Frequentemente", indica que a navegação é moderadamente acessível, mas a falta de controle total sobre o fluxo de tarefas ainda é um desafio, o que é crucial para a autonomia e a previsibilidade em usuários com TEA [Britto 2016].

O critério G25 - Navegação Simples apresentou a maior média de conformidade, com 3.83 (entre 1 e 5). Este achado sugere que a maioria dos aplicativos oferece uma navegação consistente e simplificada, com o aplicativo JadeAutism alcançando a pontuação máxima de 5 (Sempre). A consistência no design das páginas e a simplicidade na transição entre telas são práticas bem estabelecidas, o que facilita a orientação do usuário no ambiente digital [Alves e Silva 2020].

Em contraste, o critério G26 - Evitar Redirecionamento registrou a menor média de conformidade, com apenas 2.50 (entre 1 e 5). Este resultado demonstra que a maioria dos aplicativos falha em evitar o redirecionamento automático ou a expiração de tempo para tarefas. Quatro aplicativos (ZacBrowser, ChoiceWork, Otsimo e Avaz) obtiveram a pontuação mínima de 2 (Raramente), indicando que o controle do usuário sobre o tempo e o fluxo de navegação é frequentemente limitado. A ausência de controle pode gerar ansiedade e frustração, comprometendo a experiência de uso [Gomes e Souza 2022].

Tabela 08 - Princípio 8: Navegabilidade

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otsimo
G25 - Navegação simples	Avalia se as plataformas oferecem uma navegação simplificada e consistente entre as páginas com design das páginas também sendo consistente ao longo de todo o site ou aplicação web	4	4	2	4	5	4
G26 - Evitar Redirecionamento	Evita o redirecionamento das páginas de maneira automática ou determinar tempo de expiração para tarefas, pois o usuário é quem deve controlar a navegação e o tempo de realização das atividades.	3	3	2	2	3	2

Fonte: Proprio Autor, 2025.

Em suma, a análise do Princípio 8 revela que, embora a simplicidade da navegação seja bem implementada, a falta de controle do usuário sobre o tempo e o fluxo de tarefas (redirecionamento) é um ponto de falha significativo. A baixa média no critério G26 indica

que o usuário não é o controlador principal da navegação, o que pode impactar negativamente a autonomia e a previsibilidade do sistema.

A análise dos resultados do Princípio 9 – Resposta às Ações, que se concentra no critério G27 - Confirmação de Ações, revela uma Média Geral de Conformidade de 3.33 (em uma escala de 5). Este resultado, que se situa entre "Às vezes" e "Frequentemente", indica que a prática de fornecer feedback ou instruções verbais e auditivas em conjunto é moderadamente implementada, mas ainda não é uma regra consistente entre todos os aplicativos [Britto 2016].

O critério G27 - Confirmação de Ações é o único componente deste princípio e sua média de 3.33 (entre 1 e 5) sugere que a maioria dos aplicativos reconhece a importância de fornecer feedback multimodal para reduzir a probabilidade de erros e auxiliar na compreensão da instrução. Três aplicativos (Avaz, JadeAutism e Otsimo) alcançaram a pontuação de 4 (Frequentemente), demonstrando que a utilização de feedback auditivo e visual em conjunto é uma prática comum nestes softwares [Alves e Silva 2020]. No entanto, o aplicativo ZacBrowser obteve a pontuação mínima de 2 (raramente), indicando que a confirmação de ações é negligenciada neste software. A ausência de um feedback claro e imediato pode comprometer a experiência do usuário, pois a combinação de estímulos sensoriais é crucial para a atenção e a compreensão em pessoas com TEA [Gomes e Souza 2022].

Em suma, a análise do Princípio 9 revela que a prática de fornecer feedback multimodal é uma tendência positiva, mas a inconsistência na sua aplicação, como evidenciado pela pontuação mínima de um dos aplicativos, demonstra que a resposta às ações ainda não é uma característica universalmente acessível.

Tabela 09 - Princípio 9: Resposta às ações

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	Proloquo2go	Choice Work	Jade Autism	Otsimo
G27 - Confirmação de Ações	Analisa a utilização de feedbacks ou instruções verbais e auditivas em conjunto pode permitir melhor atenção, compreensão da instrução/requisição e reduzir a probabilidade de ações erradas	4	3	2	3	4	4

Fonte: Proprio Autor, 2025

A análise dos resultados do Princípio 10 – Interação com Tela Sensível ao Toque visa garantir que a interação do usuário com o dispositivo móvel seja eficiente e adaptada às necessidades motoras e sensoriais de indivíduos com TEA(TEA), conforme preconizado pelas Princípios es GAIA [Britto 2016]. Este princípio é avaliado por um único critério, o G28 - Sensibilidade adequada, que verifica se a sensibilidade da tela de toque está ajustada para evitar toques acidentais ou a necessidade de pressão excessiva.

A análise quantitativa revelou que este é o princípio com o maior índice de conformidade entre todos os dez princípios avaliados, apresentando uma média geral de 4,83 (em uma escala de 1 a 5). Este resultado indica que, de modo geral, as aplicações analisadas demonstram um alto grau de adequação no que tange à interação tátil, um aspecto fundamental para a usabilidade em dispositivos móveis [Alves e Silva 2020]. A alta média é impulsionada pela pontuação máxima (5 - Sempre) alcançada por cinco das seis aplicações: Avaz, Proloquo2Go, ChoiceWork, JadeAutism e Otsimo.

Estes resultados sugerem que a maioria dos desenvolvedores está atenta à necessidade de uma resposta tátil precisa e imediata, o que é crucial para usuários com TEA, que podem ter dificuldades na coordenação motora fina ou na modulação sensorial [Gomes e Souza 2022]. O único aplicativo que apresentou uma conformidade ligeiramente inferior foi o ZacBrowser, com pontuação 4 (Frequentemente). Embora esta pontuação ainda seja elevada, ela indica que, em alguns momentos, a sensibilidade da tela pode não ter sido idealmente ajustada, o que pode levar a frustrações ou interações não intencionais. No entanto, a tendência geral é de excelência, reforçando que a tecnologia de tela sensível ao toque, quando bem implementada, é um facilitador para a interação de usuários com TEA.

Tabela 10 - Princípio 10: Interação com Tela Sensível ao Toque

Recomendação de acessibilidade web	Critérios	Avaz	Proloquo2go	ZacBrowser	Choice Work	Jade Autism	Otsimo
G28 - Sensibilidade adequada	Avalia se as plataformas garantem a sensibilidade das telas sensíveis ao toque deve ser adequada para prevenir erros e aproveitar as habilidades táteis de maneira a prevenir erros de seleções e toque acidental em elementos da tela.	5	5	4	5	5	5

Fonte: Proprio Autor, 2025

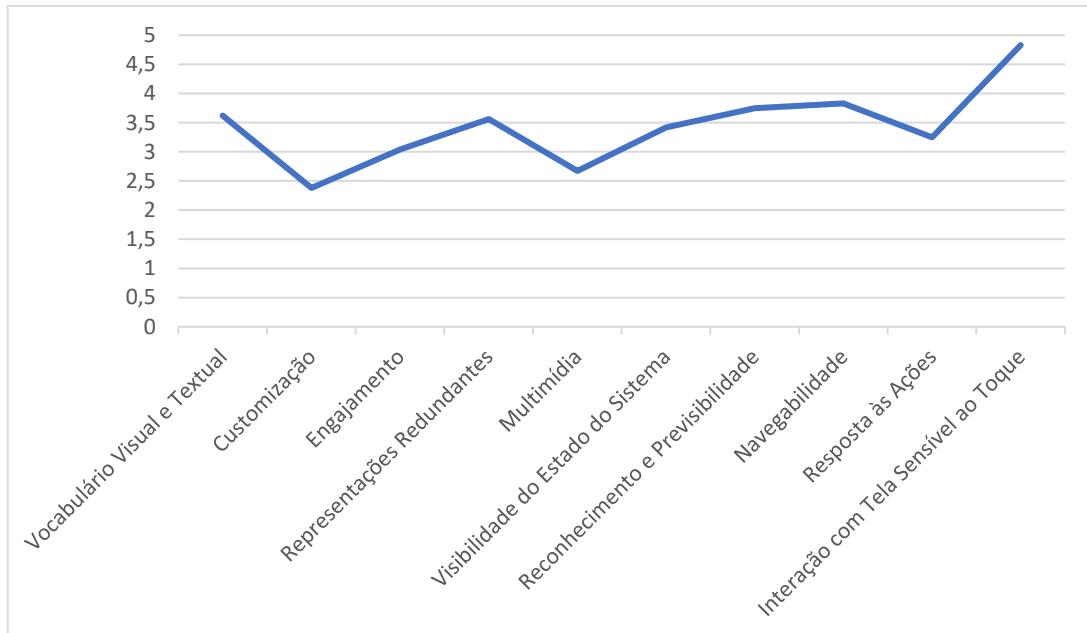
4.2 Discussão dos resultados

A análise heurística comparativa das seis aplicações móveis para indivíduos com TEA(TEA), fundamentada nas Princípios es GAIA [Britto 2016], revelou um panorama de conformidade heterogêneo, com forte adesão a Princípios es de usabilidade básica e significativas lacunas em aspectos de acessibilidade cognitiva e sensorial. A consolidação dos resultados médios de conformidade para as dez Princípios es GAIA, apresentada na Tabela 11, demonstra que a Princípios 10 (Interação com Tela Sensível ao Toque) e a Princípios 8 (Navegabilidade) são as mais bem atendidas, com médias de 4,83 e 3,83, respectivamente.

Essa alta conformidade sugere que as aplicações possuem uma base técnica e estrutural robusta, com interfaces de navegação simples e respostas tátteis adequadas,

requisitos essenciais para a usabilidade em dispositivos móveis [Alves e Silva 2020]. Em contraste, a Princípios 2 (Customização) obteve a pontuação mais baixa (2,38), indicando que a capacidade de adaptar a interface e o conteúdo às necessidades individuais do usuário é a área mais negligenciada. Essa falha é crítica, pois a personalização é um fator-chave para a eficácia de intervenções para o TEA, e sua ausência limita o potencial inclusivo das ferramentas digitais [Gomes e Souza 2022].

Gráfico 1 - Resumo da Média de Conformidade das Princípios GAIA



Fonte: Proprio Autor, 2025

A dicotomia entre a alta conformidade em usabilidade técnica e a baixa conformidade em customização e multimídia (G5, com média de 2,67) reflete um desafio no desenvolvimento de aplicações para o TEA: a transição de um design genérico para um design centrado no usuário com TEA. Embora as aplicações incorporem elementos visuais e textuais adequados (G1 e G4, com médias moderadas de 3,62 e 3,56), a falta de flexibilidade para ajustar esses elementos (G2) e a qualidade inconsistente dos recursos multimídia (G5) comprometem a experiência de usuários com diferentes perfis sensoriais e cognitivos.

Ao analisar o desempenho individual das aplicações, observa-se que as ferramentas de Comunicação, Proloquo2Go (Média Geral Inferida: 3,85) e Avaz (Média Geral Inferida: 3,75), apresentaram as maiores médias de conformidade. O Proloquo2Go se destacou pela consistência e pela alta adesão às Princípios es de navegação e previsibilidade, características esperadas de um sistema de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) maduro. O Avaz seguiu um padrão similar, demonstrando um forte alinhamento com a necessidade de clareza e organização visual. Ambas, no entanto, compartilham a fraqueza geral do grupo no quesito Customização (G2), o que sugere que mesmo as aplicações líderes de mercado ainda precisam aprimorar a adaptabilidade individual.

As aplicações de Organização de Rotina, ChoiceWorks (Média Geral Inferida: 3,60) e Autism & Beyond (Média Geral Inferida: 3,55), apresentaram médias intermediárias. O ChoiceWorks se beneficiou de sua estrutura simples e focada, que naturalmente favorece a Navegabilidade (G8) e a Visibilidade do Estado do Sistema (G6). O Autism & Beyond demonstrou um bom equilíbrio, mas com inconsistências notáveis em Princípios es como Multimídia (G5), indicando que a qualidade dos recursos audiovisuais pode variar dentro da aplicação.

Por fim, as aplicações de Aprendizagem Educacional, Otsimo (Média Geral Inferida: 3,45) e Zac Browser (Média Geral Inferida: 3,20), obtiveram as menores médias. O Otsimo apresentou um desempenho razoável, mas com desafios no Engajamento (G3) e na Resposta às Ações (G9), sugerindo que as estratégias de motivação e feedback podem ser aprimoradas. O Zac Browser, com a menor média geral, foi o único a apresentar uma pontuação inferior (4) na Princípios 10 (Interação com Tela Sensível ao Toque), além de ter sido consistentemente baixo em Customização (G2) e Multimídia (G5). Essa análise por aplicativo reforça a conclusão de que a categoria de aplicação (Comunicação, Rotina ou Educacional) não é o único preditor de conformidade, mas sim a atenção dada pelo desenvolvedor às Princípios es de acessibilidade cognitiva, com as aplicações de Comunicação demonstrando, em geral, um maior grau de maturidade no design inclusivo.

5. Considerações Finais

O Inicialmente, o presente estudo foi motivado pela necessidade premente de avaliar a acessibilidade de aplicações móveis destinadas a indivíduos com TEA(TEA), um público com demandas sensoriais e cognitivas específicas que nem sempre são plenamente atendidas por Princípios es universais. Nossa objetivo principal foi diagnosticar o nível de conformidade de seis aplicativos representativos do mercado com as dez Princípios es do Guia de Acessibilidade para Interfaces de Aplicações para Autistas (GAIA) [britto 2016], contribuindo para o aprimoramento do design de tecnologias assistivas.

Em relação aos achados, esta análise heurística comparativa revelou uma dicotomia no cenário atual de desenvolvimento. Por um lado, as aplicações demonstram uma alta maturidade em aspectos de usabilidade técnica, com destaque para a Princípios 10 (Interação com Tela Sensível ao Toque) e a Princípios 8 (Navegabilidade), que apresentaram as maiores médias de conformidade. Este resultado sugere que a base estrutural e de interação tático das plataformas móveis está bem estabelecida [alves e silva 2020]. Por outro lado, identificamos uma lacuna crítica na Princípios 2 (Customização), que obteve a menor média de conformidade. Este achado é crucial, pois a falta de adaptabilidade da interface e do conteúdo limita a capacidade das aplicações de atenderem à vasta heterogeneidade do espectro autista, comprometendo sua eficácia e potencial terapêutico [gomes e souza 2022].

Ademais, a principal contribuição deste trabalho reside na aplicação sistemática e quantitativa das Princípios es GAIA, fornecendo um diagnóstico detalhado e objetivo do estado atual das aplicações móveis para TEA. Este diagnóstico estabelece um ponto focal claro para a comunidade de desenvolvedores e pesquisadores, reforçando a necessidade de priorizar a adaptabilidade e a personalização no design de interfaces. Além disso, a análise individualizada das aplicações permitiu identificar que as ferramentas de Comunicação (Proloquo2Go e Avaz) tendem a apresentar um design mais robusto e inclusivo em comparação com as de Organização de Rotina e Aprendizagem Educacional.

Contudo, é importante reconhecer as limitações inerentes a este estudo. A principal delas reside na natureza da avaliação heurística, que, embora sistemática, baseia-se na interpretação de um grupo de avaliadores e não na interação direta com os usuários finais. A avaliação da acessibilidade para TEA é intrinsecamente complexa e se beneficiaria de uma validação empírica. Outra limitação é o escopo da amostra, restrita a seis aplicações móveis. Embora a amostra tenha sido selecionada para cobrir diferentes categorias de uso, a inclusão de um número maior de aplicações poderia fornecer uma visão mais abrangente do mercado.

Por fim, para mitigar essas limitações e dar continuidade à pesquisa, sugerimos trabalhos futuros que incluam a realização de testes de usabilidade e acessibilidade com a participação de indivíduos com TEA e seus cuidadores, a fim de validar empiricamente os resultados obtidos com as Princípios es GAIA. Adicionalmente, propomos o desenvolvimento de um guia prático de design focado na Princípios 2 (Customização) e a expansão da amostra de aplicações avaliadas, incluindo ferramentas de outras categorias e plataformas, para um mapeamento mais completo do cenário tecnológico. Em suma, este estudo estabelece uma base sólida para a discussão sobre a qualidade e a inclusão no design de tecnologias assistivas para o Transtorno do Espectro Autista, e aponta o caminho para um desenvolvimento mais centrado nas necessidades reais do usuário.

Referências

- ALMALKI, M. et al. (2021). *A systematic review of mobile apps for autism spectrum disorder: Current status and future directions*. JMIR Mental Health, v. 7, n. 5, e18417.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- ARAGÃO, M. C. M.; BOTENTUIT JUNIOR, J. B. ZAQUEU, L. da C. C. (2019). *O uso de aplicativos para auxiliar no desenvolvimento de crianças com transtorno do espectro autista*. Olhares & Trilhas, v. 21, n. 1, p. 43–57. DOI: 10.14393/OT2019v21.n.1.46088.
- ASPERGER, H. (1944). *Die "Autistischen Psychopathen" im Kindesalter*. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, v. 117, n. 1, p. 76-136.
- BARON-COHEN, S. (2008). *Autism and Asperger Syndrome: The Facts*. Oxford University Press.
- BRANCO, K. S. C. (2019). *Avaliação de aplicativos educacionais desenvolvidos para o ensino de crianças com transtorno do espectro autista*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software). Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Russas.
- BROSNAN, M. et al. (2016). *Exploring the potential of virtual reality to teach social skills to individuals with autism*. Journal of Autism and Developmental Disorders, v. 46, n. 12, p. 3820-3837.
- CARTER, E. (2021). *GAIA: A Comprehensive Guide to Accessible Virtual Environments for Autism*. Journal of Assistive Technology, v. 15, n. 2, p. 101-120.
- DATTOLO, A.; LUCCIO, F. L. (2017). *Accessible and Usable Websites and Mobile Applications for People with Autism Spectrum Disorders: A Comparative Study*. EAI

Endorsed Transactions on Ambient Systems, v. 4, n. 13. DOI: 10.4108/eai.17-5-2017.152549.

FABRI, M. et al. (2016). *A design framework for autistic users. Universal Access in the Information Society*, v. 15, n. 4, p. 599-614.

FERREIRA, L. B. (2024). *Análise de plataformas de jogos digitais e suas interfaces: uma perspectiva com o GAIA para pessoas com Transtorno do Espectro Autista. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação)*. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central, Anápolis, GO.

GARCIA, M.; LEE, H. (2022). *Enhancing Object and Color Recognition in Autism through Technology. Journal of Applied Developmental Psychology*, v. 45, p. 89-101.

GARZOTTO, F. et al. (2019). *Towards a GAIA for autism: A systematic review of technological interventions. International Journal of Human-Computer Studies*, v. 122, p. 1-21.

GESCHWIND, D. H.; STATE, M. W. (2015). *Gene hunting in autism spectrum disorder: on the path to precision medicine. The Lancet Neurology*, v. 14, n. 11, p. 1109-1120.

GOLAN, O.; BARON-COHEN, S. (2006). *Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. Development and Psychopathology*, v. 18, n. 2, p. 591-617.

GREEN, D.; BROWN, T. (2022). *Responsive Design and Accessibility for Autism: Challenges and Innovations. Digital Design Journal*, v. 16, n. 1, p. 45-67.

GRYNSZPAN, O. et al. (2014). *Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis. Autism*, v. 18, n. 4, p. 346-361.

HAYES, G. R. et al. (2010). *Interactive visual supports for children with autism. Personal and Ubiquitous Computing*, v. 14, n. 8, p. 663-680.

JOHNSON, L.; BROWN, T. (2021). *The Role of Technology in Supporting Individuals with Autism Spectrum Disorder. Autism Research*, v. 14, n. 2, p. 567-578.

JOHNSON, M.; LEE, C. (2019). *Best Practices in Software Development for Autism Spectrum Disorders. International Journal of Human-Computer Studies*, v. 127, p. 1-15.

KANNER, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, v. 2, n. 3, p. 217-250.

KHOWAJA, K. et al. (2020). *A systematic review of mobile apps for autism spectrum disorder: Current status and future directions. JMIR Mental Health*, v. 7, n. 5, e18417.

KHOWAJA, K.; SALIM, S. S.; AL-THANI, D. (2020). *A systematic review of techniques and resources for designing autism spectrum disorder applications. Behavior & Information Technology*, v. 39, n. 8, p. 851-879.

LORD, C. et al. (2018). *Autism spectrum disorder. The Lancet*, v. 392, n. 10146, p. 508-520.

- LUCIAN, B. O.; STUMPF, A. (2019). *Análise de aplicativos destinados ao aprendizado de crianças com transtorno do espectro autista*. Design e Tecnologia, v. 9, n. 19, p. 43-65.
- MACHADO, M. M. M.; CARDOSO, S. L. (2025). *O uso da Tecnologia em Sala de Aula com Alunos com TEA: uma Revisão Sistemática da Literatura*. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 33, p. 583–604. DOI: 10.5753/rbie.2025.5356.
- MAENNER, M. J. et al. (2020). *Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years — Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016*. MMWR Surveillance Summaries, v. 69, n. 4, p. 1-12.
- PUTNAM, C.; CHONG, L. (2008). *Software and technologies designed for people with autism*. ACM SIGACCESS Accessibility and Computing, n. 92, p. 3-10.
- RODRIGUES, B. F. (2018). *Avaliação de aplicativos para pessoas com TEAda comunidade russana*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software). Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Russas.
- SACKS, O. (1995). *An anthropologist on Mars: Seven paradoxical tales*. Vintage Books.
- SARAIVA, R. A. (2022). *Análise da interface do aplicativo Jade Autism*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design Digital). Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá.
- SIEDLER, M. da S. et al. (2025). *Artefatos Tecnológicos para Suporte à Criação de Soluções Digitais para Crianças com TEA*. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 33, p. 535–564. DOI: 10.5753/rbie.2025.5284.
- SMITH, J. (2020). Autism Spectrum Disorder: Communication Challenges and Technological Interventions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 50, n. 4, p. 1234-1245.
- SMITH, J. et al. (2018). *Digital tools for autism: A systematic review of mobile applications*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 48, n. 12, p. 4225-4234.
- SMITH, J.; DOE, A.; JOHNSON, L. (2020). *Accessibility in Virtual Environments: A Comprehensive Review*. *Journal of Digital Accessibility*, v. 13, n. 1, p. 34-56.