

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS
CAMPUS MACHADO**

**LUTTON - UM APLICATIVO EDUCATIVO PARA ESTIMULAR
A COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS COM AUTISMO**

MACHADO - MG

2025

Luiz Henrique Silvério
Pedro Ferreira Franco

**LUTTON - UM APLICATIVO EDUCATIVO PARA ESTIMULAR
A COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS COM AUTISMO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
IFSULDEMINAS – Câmpus Machado como parte
das exigências do curso de Sistemas de
Informação para a obtenção do título de Bacharel
em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Assis de Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Junior Alves.

MACHADO
2025

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela vida, saúde e sabedoria concedidas ao longo desta caminhada. Foi através dele que encontramos força nos momentos de cansaço, serenidade diante das dificuldades e inspiração para seguir em frente com fé e determinação. Sua presença constante nos guiou em cada etapa deste trabalho, iluminando nossas decisões e renovando nossa esperança.

Expressamos nossa sincera gratidão ao orientador Emerson, ao coorientador Fábio e à professora Daniela, pelo tempo dedicado, pela paciência e pelo compartilhamento de seus conhecimentos. Suas orientações e conselhos foram fundamentais para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso, contribuindo não apenas para o aprimoramento técnico, mas também para nosso crescimento acadêmico e pessoal.

Agradecemos profundamente às nossas famílias, que estiveram ao nosso lado durante toda a trajetória universitária. Foram quatro anos de desafios, superações e aprendizados, em que o apoio familiar se fez essencial. A compreensão diante das ausências, o incentivo nas horas de desânimo e a paciência durante o processo de construção deste trabalho foram pilares que sustentaram nossa caminhada.

Estendemos também nossos agradecimentos aos amigos e colegas de curso, que compartilharam conosco experiências, risadas e momentos de parceria, tornando a jornada acadêmica mais leve e significativa. Cada contribuição, troca de ideia e gesto de apoio ajudaram a fortalecer nossa determinação em alcançar este objetivo.

Por fim, deixamos um sincero agradecimento a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto. Cada palavra de incentivo, cada gesto de solidariedade e cada aprendizado compartilhado foram fundamentais para que esta conquista se tornasse possível.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Lutton, um sistema integrado composto por uma plataforma web e um aplicativo móvel voltados ao apoio da comunicação de crianças não verbais com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A proposta fundamenta-se nos princípios da Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), que reúne recursos e estratégias capazes de complementar ou substituir a fala, ampliando as possibilidades de expressão e interação social. O objetivo principal do estudo foi projetar e implementar uma solução tecnológica acessível e personalizável que favorecesse a criação e o uso de cartões comunicativos adaptados às necessidades individuais das crianças. A metodologia adotada envolveu uma revisão de literatura sistematizada, baseada na análise de 26 artigos provenientes de bases nacionais, além do desenvolvimento da solução tecnológica utilizando Java para o módulo web, Flutter para o aplicativo móvel e Firebase como infraestrutura de integração e armazenamento em nuvem. Os resultados evidenciam que o sistema Lutton constitui uma ferramenta promissora para promover a autonomia, o engajamento comunicativo e a inclusão educacional de crianças com TEA. Como trabalhos futuros, propõe-se a validação prática com usuários reais, a ampliação dos recursos de personalização e a implementação de um módulo de inteligência artificial capaz de adaptar os cartões conforme o uso e as necessidades comunicativas da criança.

Palavras-chave: Comunicação Aumentativa e Alternativa. Transtorno do Espectro Autista; Tecnologia Assistiva; Inclusão; Desenvolvimento Cognitivo.

ABSTRACT

This work presents the development of Lutton, an integrated system composed of a web platform and a mobile application aimed at supporting the communication of nonverbal children with Autism Spectrum Disorder (ASD). The proposal is based on the principles of Augmentative and Alternative Communication (AAC), which brings together resources and strategies capable of complementing or replacing speech, expanding the possibilities of expression and social interaction. The main objective of the study was to design and implement an accessible and customizable technological solution that would favor the creation and use of communication cards adapted to the individual needs of children. The methodology adopted involved a systematic literature review, based on the analysis of 26 articles from national databases, in addition to the development of the technological solution using Java for the web module, Flutter for the mobile application, and Firebase as an integration and cloud storage infrastructure. The results show that the Lutton system constitutes a promising tool to promote the autonomy, communicative engagement, and educational inclusion of children with ASD. As future work, practical validation with real users is proposed, as well as the expansion of customization features and the implementation of an artificial intelligence module capable of adapting the cards according to the child's use and communicative needs.

Keywords: Augmentative and Alternative Communication; Autism Spectrum Disorder; Assistive Technology; Inclusion; Cognitive Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Arquitetura do Sistema Lutton.....	40
Figura 2 - Tela de Login Mockup.....	43
Figura 3 - Tela de Login do Aplicativo Implementado.....	44
Figura 4 - Tela Inicial Aplicativo Implementado.....	45
Figura 5 - Tela Inicial Mockup.....	46
Figura 6 – Tela de Login da Aplicação Web.....	47
Figura 7 – Tela de Cadastro de Usuários da Aplicação Web.....	48
Figura 8 – Tela Inicial da aplicação Web.....	48
Figura 9 – Tela da Cadastro de Categorias.....	49
Figura 10 – Tela da Cadastro de Cartões.....	49
Figura 11 – Tela de Listagem das Categorias.....	50
Figura 12 – Tela da listagem de Cartões separados por Categorias.....	51

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 O Transtorno do Espectro Autista.....	14
2.1.1 Principais técnicas de CAA.....	16
2.1.2 Principais tecnologias/metodologias aplicadas.....	18
2.1.3 Aplicação de Tecnologia e CAA no Brasil.....	19
2.1.3.1 Forte predominância de estudos aplicados (práticos).....	20
2.1.3.2 Preferência por métodos estruturados.....	20
2.1.3.3 Avanço crescente da alta tecnologia.....	20
2.1.3.4 Forte presença da personalização.....	21
2.1.3.5 Evidências positivas.....	21
2.1.4 Síntese final.....	21
2.3 Tecnologias Assistivas aplicadas ao TEA.....	21
2.4 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento do Lutton.....	23
2.4.1 Java.....	23
2.4.2 Flutter.....	24
2.4.3 Firebase.....	25
2.4.4 Visual Studio Code.....	26
2.4.5 HTML.....	27
2.4.6 CSS.....	27
2.4.7 JavaScript.....	28
2.4.8 Bootstrap.....	28
2.5 Engenharia de Software.....	29
2.6 Métodos Ágeis de Desenvolvimento.....	30
2.7 Modelagem de Dados e Banco de Dados Não Relacional.....	31
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 Revisão de Literatura.....	33
3.2 Desenvolvimento da Solução Tecnológica.....	34
3.2.1 Ciclo 1 – Levantamento e organização das funcionalidades.....	34
3.2.2 Ciclo 2 – Implementação da funcionalidade selecionada.....	35
3.2.3 Ciclo 3 – Testes técnicos e validação interna.....	35
3.2.4 Ciclo 4 – Correções e refinamentos.....	35
3.2.5 Ciclo 5 – Consolidação e avanço para o próximo módulo.....	35
3.3 Arquitetura e Implementação do Sistema.....	36
3.4 Limitações do Estudo.....	36
4 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO LUTTON.....	38
4.1 Arquitetura do Sistema.....	38
4.2 Estrutura da Base de Dados.....	40
5 INTERFACES DO LUTTON.....	43
5.1 Aplicação Móvel.....	43

5.2. Aplicação WEB.....	46
5.2.1. Autenticação e Dashboard.....	47
5.2.2. Gerenciamento de Conteúdo.....	49
6 TRABALHOS FUTUROS.....	52
7 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

LISTA DE SIGLAS

API – *Application Programming Interface*

ARASAAC – *Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa*

ASD – *Autism Spectrum Disorder*

CAA – *Comunicação Aumentativa e Alternativa*

CSS – *Cascading Style Sheets*

DHACA – *Desenvolvimento das Habilidades de Comunicação no Autismo*

DOM – *Document Object Model*

DSM-5 – *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Fifth Edition*

HTML – *HyperText Markup Language*

IA – *Inteligência Artificial*

IDE – *Integrated Development Environment*

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

INEP – *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira*

ISAAC – *International Society for Augmentative and Alternative Communication*

LBI – *Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015)*

PCS – *Picture Communication Symbols*

PECS – *Picture Exchange Communication System*

SCALA – *Sistema de Comunicação Alternativa para Letramento de Pessoas com Autismo*

SDK – *Software Development Kit*

SEO – *Search Engine Optimization*

TA – *Tecnologias Assistivas*

TEA – *Transtorno do Espectro Autista*

TTS – *Text-to-Speech*

VS Code – *Visual Studio Code*

1.INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais vem ampliando significativamente as possibilidades de inclusão social e educacional de pessoas com deficiências e necessidades comunicativas complexas. No campo da Educação Especial, observa-se o uso crescente de Tecnologias Assistivas (TA) e da Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) como recursos mediadores no desenvolvimento da comunicação e da aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), consolidando-se como estratégias relevantes para a promoção da autonomia e da participação social (Beukelman; Light, 2020; Isaac, 2025; Guedes, 2022).

A comunicação constitui um elemento central para o desenvolvimento cognitivo, social e acadêmico de qualquer indivíduo, sendo considerada não apenas uma ferramenta de expressão, mas também um meio de inserção cultural e participação social. No entanto, estudantes com necessidades especiais, em particular aqueles diagnosticados com TEA que apresentam ausência ou severa limitação na fala, enfrentam desafios significativos na expressão de ideias, necessidades e sentimentos. Essa limitação compromete sua participação plena no ambiente escolar, podendo levar ao isolamento social e ao prejuízo no processo de aprendizagem (Guedes, 2022).

O TEA é classificado como um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por déficits persistentes na comunicação e na interação social, associados a padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (Organização Mundial da Saúde, 2023). Os sintomas geralmente se manifestam nos primeiros anos de vida e variam em intensidade, conforme o nível de apoio necessário. Dados recentes apontam aumento da prevalência do TEA, o que impõe à sociedade o desafio de criar estratégias que ampliem as oportunidades de comunicação, aprendizagem e participação social (Carvalho et al., 2024).

Grande parcela das crianças com TEA apresenta limitações na linguagem oral. Estudos apontam que uma proporção significativa delas é minimamente verbal ou não verbal, o que compromete sua interação com familiares, colegas e

educadores e reforça a necessidade de estratégias baseadas em Comunicação Alternativa e Aumentativa (Nunes; Barbosa; Nunes, 2021; Beukelman; Light, 2020).

A CAA é compreendida como um conjunto de métodos, técnicas e recursos – de baixa ou alta tecnologia – que visam suplementar ou substituir a fala, favorecendo a compreensão e a produção de mensagens (Light; McNaughton, 2012; Isaac, 2025). A literatura indica que seu uso pode ampliar a autonomia comunicativa de crianças com TEA, permitindo maior engajamento nas atividades pedagógicas e sociais (Guedes, 2022; Carvalho et al., 2024).

O crescimento do número de alunos público-alvo da Educação Especial matriculados em escolas regulares evidencia a relevância do tema e reforça a necessidade de soluções que promovam práticas educacionais inclusivas por meio de recursos tecnológicos acessíveis (Carvalho et al., 2024).

Pesquisas demonstram que ainda existem lacunas quanto à adequação dos recursos digitais às especificidades cognitivas e sensoriais de crianças com TEA, especialmente no que se refere à personalização de interfaces e ao uso em contextos educacionais naturais (Guedes, 2022; Carvalho et al., 2024).

Diante desse cenário, surge o projeto Lutton, que propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica integrada composta por um aplicativo móvel desenvolvido em Flutter e um sistema de apoio em Java, voltado ao gerenciamento de conteúdo. O aplicativo destina-se ao uso direto por crianças com TEA não verbais, oferecendo uma interface simples e interativa baseada em cartões comunicativos personalizados. A escolha dessas tecnologias fundamenta-se em sua eficiência no desenvolvimento multiplataforma e em sua ampla adoção na indústria de software (Google, 2025; Oracle, 2025; Sommerville, 2015).

Ambos os módulos são integrados ao Google Firebase, que funciona como repositório centralizado, garantindo autenticação segura, sincronização em tempo real e escalabilidade. Após o login no aplicativo, a criança tem acesso imediato aos cartões cadastrados, podendo se comunicar por meio de imagens, textos e sons associados (Google Firebase, 2025; Firebase Developers, 2019).

A proposta fundamenta-se em princípios de acessibilidade e usabilidade da Tecnologia Assistiva, considerando as recomendações da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, que define as TAs como produtos e serviços destinados a promover a funcionalidade e a participação da pessoa com deficiência na sociedade (Brasil, 2015). Além disso, o projeto dialoga com evidências que apontam a afinidade de crianças com TEA com dispositivos tecnológicos e interfaces visuais, capazes de manter a atenção e favorecer a aprendizagem (Bloomy, 2025; Carvalho et al., 2024).

Assim, a questão norteadora deste trabalho é: como o desenvolvimento de um sistema e um aplicativo móvel, baseados em Comunicação Alternativa e Alternativa, pode apoiar a aprendizagem e a inclusão de crianças com TEA não verbais?

O objetivo geral é desenvolver e avaliar uma aplicação tecnológica acessível que facilite a criação e o uso de cartões personalizados de CAA, promovendo a comunicação entre crianças com TEA e seus responsáveis.

Especificamente, busca-se:

- a) Analisar as principais tecnologias assistivas e abordagens utilizadas em intervenções com crianças com TEA;
- b) Projetar e implementar um sistema que integre as funcionalidades de cadastro, armazenamento e sincronização de cartões por meio do Google Firebase;
- c) Desenvolver o aplicativo móvel com interface intuitiva e recursos visuais adaptáveis;
- d) Verificar o potencial comunicativo e inclusivo do sistema proposto em contextos familiares e educacionais.

A relevância deste trabalho reside na união entre fundamentos teóricos da CAA e soluções tecnológicas práticas, contribuindo para a inclusão comunicativa de crianças com TEA. A integração entre Java, Flutter e Firebase representa um caminho viável para a criação de sistemas de baixo custo, acessíveis e de fácil manutenção, alinhados às necessidades do público-alvo e às diretrizes

contemporâneas da Educação Inclusiva (Pressman; Maxim, 2022; Sommerville, 2015).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Transtorno do Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é classificado pelo *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Fifth Edition* (DSM-5) como um transtorno do neurodesenvolvimento que afeta a comunicação, a interação social e o comportamento (American Psychiatric Association, 2013). As manifestações clínicas são amplas, podendo variar em intensidade, nível de autonomia e necessidade de suporte. O termo “espectro” reflete justamente essa diversidade de apresentações e graus de comprometimento, abrangendo desde casos leves, com boa autonomia, até quadros severos que exigem apoio contínuo.

O termo “autismo” tem origem etimológica no grego *autos*, que significa “de si mesmo”, fazendo referência à tendência de isolamento e foco interno característicos do transtorno. Essa denominação busca representar o modo singular como cada pessoa com TEA percebe e interage com o ambiente ao seu redor, destacando a importância de compreender o autismo não como uma condição única, mas como um espectro de possibilidades e particularidades individuais.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2023), o TEA afeta aproximadamente uma em cada 100 crianças no mundo, o que corresponde a uma prevalência média global entre 1% e 2%. Carvalho et al. (2024) destacam que, no Brasil, observa-se um crescimento expressivo no número de diagnósticos, reflexo da ampliação dos critérios clínicos e do aumento da conscientização sobre o tema. Esse avanço reforça a importância de políticas e práticas inclusivas que considerem as particularidades sensoriais, cognitivas e comunicativas das pessoas com TEA.

No contexto educacional, estudos indicam que cerca de 30% das crianças com TEA apresentam ausência ou limitação significativa da linguagem oral, o que impacta diretamente suas experiências de aprendizagem e interação (Nunes; Barbosa; Nunes, 2021). Essa limitação comunicativa reforça a necessidade de abordagens que estimulem o desenvolvimento da linguagem e da autonomia, considerando que a dificuldade de expressão pode afetar o comportamento, o convívio social e o desempenho escolar.

O diagnóstico do TEA é realizado com base na observação clínica e no histórico de desenvolvimento, sendo fundamental a atuação de profissionais especializados. Como ressalta Carvalho et al. (2024), compreender o funcionamento cognitivo e sensorial dessas crianças é essencial para planejar intervenções eficazes e adaptadas às suas necessidades. As estratégias de tratamento envolvem práticas pedagógicas e terapêuticas estruturadas, com foco no estímulo da comunicação, da socialização e da autonomia.

Nesse contexto, o uso de Tecnologias Assistivas e recursos digitais tem ganhado destaque por favorecer a inclusão e ampliar as possibilidades de aprendizagem. Aplicativos interativos e soluções computacionais contribuem para o engajamento das crianças, tornando o processo educacional mais dinâmico e acessível (Guedes, 2022; Alves et al., 2022). Além de auxiliarem na comunicação, essas ferramentas oferecem apoio visual e auditivo, fortalecendo o vínculo entre aluno, família e educador. Assim, compreender o TEA em sua dimensão clínica, social e educacional é fundamental para o desenvolvimento de soluções tecnológicas eficazes, como o Lutton, que busca promover inclusão e comunicação de forma acessível e personalizada.

2.2 Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)

A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) constitui um campo interdisciplinar que busca oferecer recursos, estratégias e sistemas que ampliem ou substituam a fala para pessoas que apresentam limitações significativas na comunicação oral ou escrita. Segundo a International Society for Augmentative and Alternative Communication (ISAAC, 2025), a CAA engloba desde métodos de baixa tecnologia, como pranchas, cartões e pictogramas, até tecnologias digitais avançadas, como softwares, sintetizadores de voz e aplicativos customizáveis para tablets e dispositivos móveis.

Guedes (2022) enfatiza que a CAA não deve ser compreendida apenas como substituta da fala, mas como uma abordagem que favorece o desenvolvimento linguístico, cognitivo e social. Seu uso adequado pode fortalecer a autonomia, reduzir barreiras interacionais e ampliar a participação em contextos familiares, escolares e terapêuticos. Constantino et al. (2022) destacam que a evolução dos

sistemas digitais tem permitido a criação de interfaces mais acessíveis, responsivas e alinhadas ao perfil sensorial de crianças autistas, contribuindo para uma interação mais intuitiva e significativa. Ainda nesse sentido, Bloomy (2025) aponta que recursos como pictogramas, feedbacks sonoros e síntese de fala tendem a melhorar o engajamento e promover a comunicação funcional entre crianças não verbais.

2.1.1 Principais técnicas de CAA

Com base nas produções analisadas na revisão realizada para este trabalho, observam-se três grupos principais de técnicas amplamente utilizadas no contexto brasileiro:

a) Técnicas de baixa tecnologia

Utilizam materiais físicos como pranchas, cartões, álbuns, livros de pictogramas e painéis de comunicação. Praticamente todos os estudos da revisão apresentaram alguma forma de recurso físico, aparecendo em 14 dos 26 trabalhos analisados. Os símbolos mais comuns foram:

- PCS (Picture Communication Symbols);
- ARASAAC;
- Fotografias reais;
- Objetos e cartões personalizados.

O sistema PCS representa um dos conjuntos de símbolos gráficos mais difundidos mundialmente no âmbito da CAA. Caracterizado por ilustrações simples e de fácil reconhecimento visual, este sistema é amplamente utilizado em clínicas e escolas para a confecção de pranchas de comunicação, servindo como uma referência tradicional e padronizada para a estruturação de vocabulário visual em intervenções terapêuticas e educacionais.

O ARASAAC (*Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa*) é um portal de referência internacional, mantido pelo Governo de Aragão (Espanha), que disponibiliza gratuitamente um extenso banco de pictogramas e recursos gráficos sob licença Creative Commons (BY-NC-SA). Amplamente utilizado na literatura nacional e em intervenções de CAA, o ARASAAC destaca-se por oferecer símbolos claros e esquemáticos que facilitam a compreensão por pessoas

com dificuldades de comunicação, como no caso do autismo. Diferente de sistemas proprietários fechados, sua natureza aberta permite que educadores e desenvolvedores integrem esses pictogramas em pranchas, materiais educativos e softwares de tecnologia assistiva, promovendo a acessibilidade cognitiva e a inclusão social em diversos contextos.

Essa predominância confirma a afirmação de Guedes (2022) de que suportes visuais concretos são essenciais para crianças com TEA com limitação de fala funcional.

b) Técnicas de média tecnologia

Esta categoria engloba dispositivos simples ou sistemas digitais com baixa automação, como softwares para desktop e pranchas eletrônicas básicas. Na literatura nacional, destacam-se projetos como o SCALA (Sistema de Comunicação Alternativa para Letramento de Pessoas com Autismo). Esta ferramenta permite a criação de pranchas, edição de imagens e gravação de áudios. Seu diferencial é não ser apenas um quadro de figuras estáticas, mas um sistema que permite construir narrativas visuais e organizar o pensamento, visando não só à comunicação imediata, mas também ao letramento da pessoa com autismo.

c) Técnicas de alta tecnologia

Esta categoria engloba aplicativos móveis, plataformas digitais e sistemas vocais automatizados. Na revisão, 10 dos 26 estudos utilizaram soluções digitais de alta tecnologia (sendo 6 aplicativos móveis e 4 sistemas Web/Desktop), confirmando a inserção da computação no suporte à comunicação. Vale ressaltar que o levantamento totalizou 27 recursos identificados — superando o número de artigos analisados (26) — pois um dos estudos fez uso combinado de duas tecnologias distintas.

Entre as funcionalidades digitais mais comuns nessas ferramentas estão:

- Síntese de fala;
- Personalização de cartões;
- Categorização dinâmica;
- Integração de imagens, áudio e texto;

- Vocalização de frases completas;
- Criação de narrativas personalizadas.

Esse conjunto corrobora as observações de Constantino et al. (2022) e Bloomy (2025), que destacam o avanço dos aplicativos como suporte essencial à comunicação funcional.

2.1.2 Principais tecnologias/metodologias aplicadas

A análise dos estudos identificou as tecnologias e metodologias mais empregadas em intervenções de CAA no Brasil:

1. PECS e variantes

O PECS (*Picture Exchange Communication System*) é um método de CAA que utiliza de figuras para ajudar pessoas a se comunicarem, especialmente aqueles que possuem o espectro autista. Funciona de forma que a pessoa troca um cartão personalizado pelo objeto desejado, assim podendo progredir para a construção de frases, perguntas, expressar comentários. Aparece como uma das técnicas mais adotadas, presente em 11 estudos. As adaptações são frequentes e incluem ajustes para o contexto escolar, inclusão de categorias extras e ampliação da quantidade de cartões.

2. SCALA e suas evoluções (Desktop, Web e Tablet)

Aparece em cinco estudos, confirmando sua relevância histórica no país. Permite:

- Montar pranchas;
- Criar narrativas;
- Importar imagens;
- Gravar sons;
- Ajustar layouts.

3. Método DHACA

O Método DHACA (Desenvolvimento das Habilidades de Comunicação no Autismo) é um método de CAA que utiliza livros de comunicação com pictogramas, baseado na teoria sociopragmática, que incentiva a comunicação em contextos sociais reais, como conversas comuns. Aplicado em quatro estudos, voltado ao desenvolvimento progressivo das habilidades comunicativas por meio dos livros de pictogramas.

4. Aplicativos móveis vocais e multimodais

Presentes em estudos mais recentes (2019–2024), com exemplos como:

- ACA – Aprendendo com Comunicação Alternativa;
- Papagaio Amigo;
- Aplicativo REAACT;
- Pranchas Digitais Personalizadas.

A maior parte destes sistemas conta com:

- Feedback auditivo;
- Síntese de voz;
- Personalização visual;
- Adaptação automática da dificuldade;
- Categorias customizáveis.

Essas características refletem a tendência mencionada por Bloomy (2025) sobre a necessidade de interfaces interativas e acessíveis para crianças com TEA.

2.1.3 Aplicação de Tecnologia e CAA no Brasil

A partir da revisão dos 26 estudos compilada para este trabalho, foram identificadas tendências claras no uso da CAA associada às tecnologias digitais no cenário brasileiro:

2.1.3.1 Forte predominância de estudos aplicados (práticos)

Dos 26 artigos:

- 18 são estudos aplicados/intervenções;
- 8 são estudos de desenvolvimento de software.

Isso mostra que a CAA no Brasil se concentra na aplicação direta com crianças autistas, principalmente em escolas, clínicas e ambiente doméstico.

2.1.3.2 Preferência por métodos estruturados

As técnicas mais encontradas foram:

- PECS e variantes → 11 estudos;
- DHACA → 4 estudos;
- SCALA → 5 estudos;
- CAA sociocultural (base Vygotsky) → 2 estudos.

Ou seja, existe um predomínio de métodos visuais estruturados e de fácil implementação, alinhados com o que Guedes (2022) aponta sobre acessibilidade cognitiva.

2.1.3.3 Avanço crescente da alta tecnologia

Entre 2019 e 2024 houve aumento no uso de:

- Aplicativos móveis;
- Plataformas Web;
- Pranchas digitais;
- Vocalizadores.

Dos 12 estudos entre 2019–2025, 9 usam aplicativos ou sistemas digitais, mostrando uma clara mudança tecnológica recente.

2.1.3.4 Forte presença da personalização

Em 22 dos 26 estudos, a personalização foi mencionada como obrigatória ou como diferencial. Essa tendência reforça o que Constantino et al. (2022) relatam sobre a importância de adaptar o design para o perfil sensorial da criança com TEA.

2.1.3.5 Evidências positivas

A revisão mostrou resultados empíricos consistentes:

- Aumento da intenção comunicativa;
- Ampliação do vocabulário;
- Surgimento de vocalizações;
- Redução de comportamentos desafiadores;
- Maior participação escolar;
- Desenvolvimento narrativo.

Esses resultados dialogam diretamente com Guedes (2022), que descreve a CAA como promotora de autonomia, engajamento e autoestima.

2.1.4 Síntese final

A CAA no Brasil tem evoluído de forma significativa, combinando métodos tradicionais com tecnologias digitais cada vez mais acessíveis. A análise dos estudos revela um movimento consistente em direção a soluções interativas, personalizáveis e centradas no usuário, o que vai ao encontro das diretrizes apontadas pela ISAAC (2025) e dos resultados observados por Guedes (2022), Constantino et al. (2022) e Bloomy (2025). Nesse cenário, iniciativas como o Lutton se alinham às tendências atuais, oferecendo recursos visuais, auditivos e personalizáveis que fortalecem a comunicação funcional de crianças com TEA.

2.3 Tecnologias Assistivas aplicadas ao TEA

As Tecnologias Assistivas (TA) são definidas, segundo a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência.

Esse conceito amplo reforça que a TA não se limita ao uso de softwares e dispositivos digitais, mas engloba qualquer solução capaz de reduzir barreiras funcionais e proporcionar participação plena em diferentes contextos.

No campo educacional e clínico, as TA podem ser classificadas em diversas categorias. Entre as mais utilizadas estão:

- Auxílios de mobilidade, como cadeiras de rodas, andadores e adaptações posturais;
- Recursos de acessibilidade sensorial, como aparelhos auditivos, implantes cocleares, lupas eletrônicas e leitores de tela;
- Tecnologias de acessibilidade cognitiva, incluindo organizadores visuais, agendas estruturadas, sistemas de rotinas e softwares de apoio ao planejamento;
- Auxílios para acessibilidade digital, como teclados ampliados, mouses adaptados, acionadores por toque ou pressão, leitores automáticos de texto e sintetizadores de voz;
- Recursos de comunicação, entre os quais se inserem as ferramentas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), que incluem desde pranchas e cartões físicos até aplicativos móveis e vocalizadores.

Quando associadas à CAA, as Tecnologias Assistivas ampliam significativamente as possibilidades de mediação comunicativa e aprendizagem de pessoas com TEA. Conforme apontado por Carvalho et al. (2024), o avanço da computação móvel, das linguagens multiplataforma e dos serviços em nuvem tem impulsionado o desenvolvimento de soluções personalizáveis, mais acessíveis e integradas ao cotidiano escolar. Pesquisas recentes também indicam que sistemas baseados em estímulos visuais e auditivos, ajustados ao perfil sensorial das crianças autistas, apresentam resultados expressivos em engajamento, autonomia e participação (Soares; Maguer, 2024, 2022).

A literatura destaca que a eficácia dessas tecnologias está diretamente vinculada ao nível de personalização e simplicidade de uso. Guedes (2022) observa que aplicativos e sistemas bem-sucedidos são aqueles que permitem ajustes em símbolos, vocabulário, categorias, tamanho dos ícones e formas de interação,

garantindo que o recurso acompanhe a evolução comunicativa da criança. Assim, a integração entre CAA e Tecnologias Assistivas digitais constitui uma estratégia central para promover comunicação funcional, inclusão educacional e desenvolvimento cognitivo em crianças com TEA.

2.4 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento do Lutton

O projeto Lutton foi desenvolvido com base em tecnologias consolidadas e amplamente utilizadas no mercado, de modo a garantir desempenho, acessibilidade e fácil manutenção. A combinação de linguagens e *frameworks* como Java, Flutter e Firebase, associada a um ambiente de desenvolvimento moderno como Visual Studio Code, possibilitou a criação de uma solução multiplataforma integrada, adequada às necessidades das pessoas com TEA.

2.4.1 Java

A linguagem Java foi criada em 1995 pela empresa Sun Microsystems, sob a liderança de James Gosling, e atualmente é mantida pela Oracle Corporation. Trata-se de uma linguagem orientada a objetos, multiplataforma e de forte tipagem, amplamente utilizada em sistemas corporativos, educacionais e web. Sua filosofia “write once, run anywhere” (escreva uma vez, execute em qualquer lugar) garante portabilidade, permitindo que o mesmo código seja executado em diferentes sistemas operacionais (Oracle, 2025).

No contexto do Lutton, o Java foi empregado no desenvolvimento do módulo web, responsável pelo gerenciamento e cadastro de cartões comunicativos personalizados. A escolha dessa linguagem fundamentou-se em sua robustez, segurança e capacidade de integração com bancos de dados e APIs externas, como o Firebase. Conforme apontam Carvalho et al. (2024), linguagens de programação que oferecem suporte multiplataforma e manutenção simplificada são ideais para projetos inclusivos de médio porte, por garantirem estabilidade, escalabilidade e facilidade de evolução.

Além disso, a utilização do Java proporcionou uma estrutura sólida para a camada de lógica e persistência do sistema, permitindo o gerenciamento de usuários, autenticação e sincronização com o banco de dados em nuvem. O módulo web foi projetado com foco na usabilidade dos profissionais e responsáveis, oferecendo um painel de controle intuitivo para o cadastro, edição e acompanhamento dos cartões de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA). O uso de frameworks e bibliotecas consolidadas da linguagem garantiu uma comunicação eficiente entre o front-end e o back-end, assegurando integridade nas transações e minimizando falhas.

Essa robustez é essencial em um contexto educacional e terapêutico, pois o sistema precisa funcionar de forma confiável e segura, especialmente por lidar com dados sensíveis de crianças com TEA. A escolha do Java também se justifica por sua extensa documentação e comunidade ativa, o que facilita a manutenção e futuras expansões do projeto, seguindo boas práticas de Engenharia de Software.

2.4.2 Flutter

O Flutter é um framework de código aberto desenvolvido pelo Google, lançado oficialmente em 2017, voltado para o desenvolvimento multiplataforma de aplicativos móveis, web e desktop. Utiliza a linguagem Dart, também criada pela empresa, e tem como principal característica a capacidade de gerar interfaces nativas a partir de um único código-base, reduzindo significativamente o tempo de desenvolvimento e manutenção das aplicações (Google, 2025).

De acordo com a Universidade do Estado de Santa Catarina (Soares; Maguer, 2024, 2022), o design visual constitui um dos elementos mais relevantes para o sucesso de aplicativos voltados à Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), visto que as interfaces devem ser intuitivas, responsivas e visualmente agradáveis. Nesse contexto, o Flutter mostra-se uma solução adequada, pois oferece bibliotecas gráficas avançadas e widgets customizáveis que possibilitam a criação de telas simples, coloridas e com respostas imediatas às interações do usuário.

No aplicativo Lutton, o Flutter foi utilizado na implementação da interface principal voltada às crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O design priorizou botões amplos, ícones visuais claros, cores contrastantes e recursos de

áudio, com o objetivo de estimular a atenção e minimizar a sobrecarga sensorial — fatores essenciais para a aceitação e o engajamento do público-alvo.

O framework também possibilitou a integração de recursos acessíveis, como feedback visual e sonoro, vibração e leitura de texto, ampliando a compreensão de mensagens. Essa flexibilidade técnica permite personalizar o aplicativo conforme as necessidades das crianças, mantendo o foco na aprendizagem mediada por imagens e sons. Assim como observado por Constantino et al. (2022), a combinação de estímulos visuais e auditivos favorece o engajamento de alunos com TEA e reforça a aprendizagem significativa.

A fluidez das animações e a performance nativa obtidas com Flutter também contribuíram para a resposta imediata das interações, aspecto importante para manter o interesse da criança durante o uso.

2.4.3 Firebase

O Firebase é uma plataforma de desenvolvimento de aplicações baseada em nuvem, criada em 2011 por Andrew Lee e James Tamplin e adquirida pelo Google em 2014. A plataforma oferece serviços integrados como autenticação, hospedagem, armazenamento e banco de dados em tempo real, facilitando o desenvolvimento e manutenção de sistemas conectados (Firebase Developers, 2025; Google Firebase, 2025).

No Lutton, o Firebase atua como elo entre o aplicativo móvel e o sistema web, garantindo sincronização em tempo real. Todas as informações como usuários, cartões e categorias são armazenadas e atualizadas automaticamente.

Segundo Carvalho et al. (2024), soluções em nuvem são vantajosas para projetos de cunho educacional e social por garantirem escalabilidade, baixo custo de infraestrutura e acesso remoto seguro. O uso de autenticação e banco de dados em tempo real contribui para a confiabilidade e a continuidade do sistema, aspectos essenciais para uma aplicação voltada ao público infantil.

Além disso, o Firebase disponibiliza módulos adicionais, como o *Cloud Storage*, que pode ser habilitado através de um upgrade do projeto e permitiria o envio de áudios e imagens. No entanto, devido a essa limitação financeira, optamos

por utilizar a biblioteca *flutter_tts* para realizar a vocalização dos cartões. Também utilizamos o *Firestore Database*, que oferece uma gestão eficiente dos dados e um controle granular de permissões entre usuários.

No contexto pedagógico e terapêutico do Lutton, essa infraestrutura possibilita que pais, professores e terapeutas colaborem na gestão do conteúdo comunicativo das crianças, estando em qualquer lugar e utilizando qualquer dispositivo conectado à internet.

Outro ponto de destaque é a escalabilidade da solução: a sincronização instantânea entre o aplicativo e o sistema web torna a comunicação mais dinâmica, permitindo a atualização imediata de cartões criados por educadores. Assim, a integração com Firebase garantiu confiabilidade, segurança e eficiência, sendo um diferencial para manter a continuidade pedagógica e a acessibilidade do aplicativo, conforme preconiza a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015).

2.4.4 Visual Studio Code

O Visual Studio Code (VS Code) é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) criado pela Microsoft em 2015. Gratuito e multiplataforma, o VS Code tornou-se uma das ferramentas mais utilizadas no mundo por sua leveza, velocidade e suporte a diversas linguagens de programação (Microsoft, 2025; Visual Studio Code, 2025).

No desenvolvimento do Lutton, o VS Code foi utilizado para o código em Flutter, aproveitando suas funcionalidades de depuração e integração com o Git. Sua interface intuitiva e o terminal embutido facilitaram a colaboração entre desenvolvedores, enquanto o suporte a extensões, como o Flutter SDK, otimizou o processo de testes e compilação.

Esses recursos tornaram o VS Code uma escolha eficiente para projetos acadêmicos e educacionais que exigem flexibilidade e agilidade no desenvolvimento multiplataforma. Além disso, a possibilidade de personalização do ambiente e o uso de plugins para integração contínua facilitaram a manutenção do código e o controle de versões durante o ciclo de desenvolvimento ágil.

O editor também permitiu que o time de desenvolvimento aplicasse práticas recomendadas da Engenharia de Software, como refatoração, testes incrementais e integração contínua (Sommerville, 2020). Essas práticas garantiram qualidade ao código-fonte e reduziram erros de compilação e de compatibilidade entre módulos. A interface leve e adaptável do VS Code reforçou o dinamismo necessário ao projeto, otimizando o tempo de produção e permitindo o foco na experiência do usuário final.

2.4.5 HTML

A linguagem HTML (HyperText Markup Language) é a base estrutural de qualquer página da web e é responsável por organizar o conteúdo e definir a arquitetura dos elementos exibidos no navegador. Segundo Duckett (2014), o HTML funciona como uma marcação que descreve a hierarquia e o significado dos elementos da página, possibilitando que navegadores interpretem corretamente textos, imagens, links, formulários e outros componentes essenciais da web.

Da mesma forma, Silva (2014) reforça que o HTML5 ampliou significativamente os recursos da linguagem ao introduzir novas tags semânticas, melhorando a acessibilidade, a otimização para mecanismos de busca (SEO) e a compreensão do conteúdo tanto para usuários quanto para softwares.

No Lutton, o HTML foi utilizado na estruturação das telas do módulo web, como o cadastro de usuários, categorias e cartões comunicativos. Graças à semântica do HTML5, foi possível organizar o conteúdo de forma clara e acessível, favorecendo principalmente profissionais de educação e terapeutas que precisam navegar rapidamente entre diferentes seções administrativas. As tags semânticas, somadas ao uso de CSS e JavaScript, contribuíram para tornar o sistema escalável, limpo e de fácil manutenção.

2.4.6 CSS

O CSS (Cascading Style Sheets) é o responsável por controlar a aparência visual das páginas estruturadas em HTML. Duckett (2014) destaca que o CSS permite definir propriedades como cores, tamanhos, espaçamentos e organização de layout, além de facilitar a criação de interfaces visuais consistentes e responsivas.

Dentro do Lutton, o CSS teve papel fundamental na construção de um ambiente visual limpo, contrastante e acessível — características essenciais para sistemas voltados ao público com TEA, onde a clareza das informações reduz sobrecarga sensorial e facilita o uso.

O uso de folhas de estilo externas também contribuiu para a manutenção e evolução do projeto, permitindo alterações rápidas e centralizadas na identidade visual. Essa abordagem segue boas práticas recomendadas por Duckett (2014), que enfatiza a importância da modularização e reutilização de estilos em projetos web.

2.4.7 JavaScript

O JavaScript foi utilizado para tornar o módulo web do Lutton dinâmico e interativo. De acordo com Flanagan (2017), JavaScript é a linguagem de programação central da web moderna, responsável por permitir manipulação da árvore DOM, comunicação assíncrona com servidores, validação de formulários e atualização de elementos sem recarregar a página.

No Lutton, o JavaScript foi aplicado na validação de dados dos formulários, atualizações assíncronas de informações e melhorias na experiência do usuário. Por exemplo, ações como exibir modais, confirmar exclusões, carregar dados do Firebase ou atualizar cartões e categorias em tempo real dependem dessa linguagem.

Essa interatividade é importante para que professores, responsáveis e terapeutas utilizem o sistema de forma fluida, sem interrupções e com respostas imediatas a cada ação — algo alinhado com o que Flanagan (2017) descreve como pilares da programação voltada à experiência do usuário na web.

2.4.8 Bootstrap

O Bootstrap é um framework baseado em HTML, CSS e JavaScript criado para acelerar o desenvolvimento de interfaces responsivas e consistentes. Segundo a documentação oficial (Bootstrap, 2025), o framework oferece um sistema de grid, componentes prontos (como botões, formulários e cards) e classes utilitárias que facilitam a padronização e adaptabilidade das páginas em diferentes dispositivos.

No Lutton, o Bootstrap foi essencial para o desenvolvimento rápido e organizado da interface administrativa, garantindo responsividade imediata, principalmente para profissionais que podem acessar o sistema tanto em computadores quanto em tablets ou celulares.

Além disso, o uso de componentes padronizados e acessíveis do Bootstrap ajudou a reforçar a consistência visual da plataforma, reduzindo o esforço de desenvolvimento e facilitando futuras expansões. O framework também segue princípios de acessibilidade recomendados para sistemas educacionais e terapêuticos, o que reforça sua adequação ao contexto do Lutton.

2.5 Engenharia de Software

A Engenharia de Software pode ser compreendida como o campo da computação responsável por aplicar princípios, métodos e técnicas da engenharia ao processo de desenvolvimento, operação e manutenção de sistemas de software. De acordo com a definição clássica do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), consiste na “aplicação de uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável ao desenvolvimento, operação e manutenção do software” (IEEE, 1990).

Conforme Pressman e Maxim (2022), a Engenharia de Software surgiu da necessidade de reduzir a complexidade e aumentar a confiabilidade de sistemas computacionais, estabelecendo processos, boas práticas e ferramentas que asseguram qualidade e produtividade. Seus pilares envolvem o planejamento, a análise de requisitos, o projeto, a implementação, os testes e a manutenção contínua, etapas que visam garantir que o produto final atenda às expectativas do usuário e às restrições de custo e tempo.

A disciplina também serve de base para a integração de métodos ágeis, engenharia de requisitos, arquitetura de software e gestão de qualidade, compondo um ecossistema essencial para o desenvolvimento sustentável de soluções tecnológicas como o Lutton.

A Engenharia de Software também orienta o desenvolvimento incremental de sistemas, especialmente em projetos que exigem evolução contínua, como é o caso

de aplicações educacionais e assistivas. Conforme Pressman e Maxim (2022), a adoção de uma abordagem iterativa permite que cada parte do sistema seja concebida, construída, revisada e aperfeiçoada de forma modular. Essa característica reduz riscos, facilita o controle de qualidade e possibilita ajustes rápidos a partir de feedbacks e testes constantes.

No desenvolvimento do Lutton, os princípios da Engenharia de Software foram aplicados por meio da definição prévia de requisitos funcionais e não funcionais, bem como da organização das funcionalidades em unidades menores de trabalho. Cada função, seja ela do aplicativo em Flutter, ou seja do sistema web em Java, foi tratada como um módulo independente e passível de testes unitários, garantindo maior segurança e previsibilidade no comportamento do sistema. Essa divisão modular permitiu corrigir inconsistências rapidamente e incorporar melhorias sem comprometer a estrutura geral, assegurando evolutividade e clareza arquitetural.

2.6 Métodos Ágeis de Desenvolvimento

Os métodos ágeis emergiram como alternativa aos modelos tradicionais de desenvolvimento, especialmente o modelo em cascata, que apresenta baixa flexibilidade diante de mudanças de escopo. O termo *Agile* foi formalizado em 2001 com a publicação do Manifesto Ágil, elaborado por Beck et al. (2001), que estabeleceu quatro valores fundamentais:

1. Indivíduos e interações mais que processos e ferramentas;
2. Software em funcionamento mais que documentação abrangente;
3. Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos;
4. Resposta a mudanças mais que seguir um plano.

Segundo Sommerville (2020), as metodologias ágeis têm como objetivo promover ciclos curtos de desenvolvimento, entregas incrementais e adaptação contínua, garantindo maior alinhamento com as necessidades reais do usuário. Dentre os frameworks mais utilizados destacam-se o Scrum, que organiza o trabalho em sprints curtos com revisões regulares; o Kanban, que foca no fluxo contínuo de tarefas; e o Extreme Programming (XP), que valoriza práticas de qualidade como refatoração e testes automatizados.

No contexto do Lutton, a adoção de princípios ágeis favorece o desenvolvimento iterativo e colaborativo, permitindo aprimorar o sistema conforme o feedback dos orientadores e testes internos, alinhando-se aos objetivos de acessibilidade, usabilidade e eficiência.

Embora não tenha sido seguido um framework ágil específico como Scrum ou Kanban de forma formal, o desenvolvimento do Lutton ocorreu de acordo com os princípios fundamentais dos Métodos Ágeis, especialmente no que diz respeito à entrega incremental, flexibilidade e foco na melhoria contínua. Segundo Sommerville (2020), abordagens ágeis permitem que o software evolua gradualmente, com ciclos curtos de implementação e revisões constantes, reduzindo retrabalho e aumentando a capacidade de adaptação.

No contexto deste projeto, foi adotado um modelo híbrido de desenvolvimento, baseado em listas de funcionalidades priorizadas e ciclos sucessivos de implementação e teste. Inicialmente, elaborou-se um conjunto de requisitos contendo as funcionalidades desejadas tanto para o sistema web quanto para o aplicativo móvel. A partir dessa lista, cada item era selecionado, planejado e desenvolvido individualmente, sendo submetido a testes logo após sua implementação. Caso erros fossem identificados, a funcionalidade era retrabalhada antes da passagem para a próxima etapa. Essa dinâmica se aproxima de um fluxo contínuo de trabalho, característica presente no Kanban, mas preserva a lógica iterativa e incremental defendida pelo Manifesto Ágil. Além disso, melhorias percebidas durante o processo eram incorporadas imediatamente, reforçando a natureza adaptativa do desenvolvimento.

2.7 Modelagem de Dados e Banco de Dados Não Relacional

A modelagem de dados é o processo de representação estrutural das informações de um sistema, permitindo compreender como os dados são organizados, armazenados e relacionados. Segundo o IBM Data Management Glossary (2025), trata-se da criação de modelos conceituais, lógicos e físicos que servem de base para o desenvolvimento de bancos de dados.

O modelo conceitual descreve as entidades e relacionamentos de forma abstrata; o modelo lógico detalha atributos e chaves; e o modelo físico define a

implementação concreta no Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) (Couchbase, 2025).

Nos bancos de dados não relacionais (*NoSQL*), como o Firebase Firestore utilizado neste projeto, os dados são organizados em coleções e documentos, e não em tabelas e linhas. Esse modelo oferece maior flexibilidade de esquema, escalabilidade horizontal e desempenho otimizado para aplicações web e móveis (MongoDB, 2025).

De acordo com ScyllaDB (2025), a modelagem em bancos NoSQL adota uma abordagem *query-first*, na qual a estrutura dos dados é definida com base nos padrões de consulta e uso da aplicação, priorizando desempenho e simplicidade de integração. Os diagramas de modelagem — como os de entidade-relacionamento (ER) ou de estrutura de coleções — são utilizados para representar graficamente as relações e fluxos de informação, servindo de guia para o desenvolvimento e manutenção do sistema.

Essa abordagem é essencial para o Luton, pois garante consistência entre o aplicativo móvel, o sistema web e o banco de dados em nuvem, assegurando sincronização em tempo real e escalabilidade.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados na realização deste estudo, estruturados em três etapas principais: (i) revisão de literatura sistemática sobre o uso da Comunicação Aumentativa e Alternativa aplicada ao Transtorno do Espectro Autista; (ii) desenvolvimento da solução tecnológica Lutton; e (iii) análise das limitações e perspectivas do trabalho.

3.1 Revisão de Literatura

A revisão de literatura realizada pelo grupo de pesquisa forneceu subsídios importantes para a concepção do sistema web e do aplicativo desenvolvidos neste trabalho. Embora o presente TCC não tenha como foco a revisão sistemática em si, os resultados obtidos pelo grupo revelaram padrões recorrentes em soluções de Comunicação Alternativa e Ampliada, especialmente o uso de cartões visuais organizados por categorias, recursos multimodais (imagem, texto e áudio) e interfaces simples voltadas à acessibilidade.

Esses achados foram fundamentais para orientar decisões no desenvolvimento do Lutton. A predominância de sistemas baseados em cartões, identificada nos estudos analisados, influenciou diretamente a escolha por uma estrutura de categorias e *cards* no aplicativo. Da mesma forma, as evidências sobre a importância de vocalização, contrastes visuais e usabilidade contribuíram para o design da interface e para a implementação de funcionalidades voltadas ao público com TEA.

Além disso, a literatura destacou a necessidade de ferramentas personalizáveis, capazes de adaptar conteúdos ao contexto de cada usuário, o que motivou a criação do sistema web complementar para gerenciamento de cartões e categorias. Assim, a revisão de literatura funcionou como base conceitual para o desenvolvimento técnico, garantindo que as decisões tomadas durante a implementação estivessem alinhadas às melhores práticas e recomendações encontradas na área de CAA e Tecnologias Assistivas.

3.2 Desenvolvimento da Solução Tecnológica

A segunda etapa metodológica envolveu o desenvolvimento da solução tecnológica Lutton, fundamentada nos princípios da Comunicação Aumentativa e Alternativa e das Tecnologias Assistivas Digitais. O processo seguiu uma abordagem de pesquisa aplicada, de natureza exploratória e tecnológica, com o objetivo de criar uma ferramenta prática para favorecer a comunicação de crianças com TEA não verbais.

A arquitetura do Lutton é composta por dois módulos integrados: um sistema web, desenvolvido em Java e um aplicativo móvel criado em Flutter, ambos utilizando o Visual Studio Code como ambiente de desenvolvimento, ambos conectados ao Google Firebase para autenticação e sincronização de dados em tempo real.

Durante o desenvolvimento, priorizou-se o design acessível e a usabilidade, com interfaces simples, cores contrastantes, ícones visuais amplos e resposta tátil imediata. A estrutura de banco de dados do Firebase permitiu a personalização de cartões comunicativos (imagens, sons e textos), sincronizados automaticamente entre o aplicativo móvel e o sistema web.

O modelo de desenvolvimento adotado baseou-se em ciclos iterativos e incrementais, conforme os princípios dos métodos ágeis, permitindo ajustes contínuos a partir de protótipos e validações internas. Cada iteração envolveu as etapas de planejamento, implementação, testes técnicos e revisão funcional, buscando garantir consistência, usabilidade e estabilidade da aplicação.

A implementação do Lutton foi realizada em ciclos iterativos, seguindo uma lógica híbrida inspirada nos princípios dos Métodos Ágeis. O processo foi organizado em etapas sucessivas, cada uma contemplando planejamento, desenvolvimento, testes e revisão. Esses ciclos ocorreram tanto no sistema web quanto no aplicativo móvel.

3.2.1 Ciclo 1 – Levantamento e organização das funcionalidades

O primeiro ciclo consistiu na elaboração de uma lista completa de funcionalidades essenciais para o projeto. Foram descritas as ações que cada

módulo deveria executar, a forma de interação entre os usuários e o sistema, e as regras de funcionamento de cada recurso. Esse levantamento serviu como base para priorização das tarefas e definição da ordem de implementação.

3.2.2 Ciclo 2 – Implementação da funcionalidade selecionada

Após o planejamento, cada funcionalidade era desenvolvida individualmente. No sistema web, isso incluía telas como cadastro de usuários, categorias e cartões. No aplicativo móvel, envolvia principalmente a construção das telas de navegação e visualização dos cartões, bem como a integração com o Firebase. Cada módulo era implementado de forma isolada para garantir clareza arquitetural e evitar dependências complexas.

3.2.3 Ciclo 3 – Testes técnicos e validação interna

Assim que uma funcionalidade era concluída, iniciavam-se os testes técnicos. Essa etapa incluía verificação de navegação, funcionamento dos botões, carregamento de dados do Firebase, consistência das informações e responsividade das interfaces. Caso algum erro fosse identificado — como inconsistências visuais, falhas de sincronização ou comportamento inesperado — o módulo retornava à etapa de ajuste.

3.2.4 Ciclo 4 – Correções e refinamentos

Os erros encontrados eram corrigidos imediatamente, seguindo a lógica iterativa de retrabalho contínuo. Além disso, melhorias percebidas durante o uso interno eram incorporadas ao sistema, mesmo que não estivessem previstas no planejamento inicial. Isso incluía ajustes de layout, aprimoramento da experiência do usuário e refinamento das funções de vocalização e navegação do aplicativo.

3.2.5 Ciclo 5 – Consolidação e avanço para o próximo módulo

Com a funcionalidade testada e validada, o ciclo era encerrado e iniciava-se o desenvolvimento da próxima tarefa da lista. Esse processo se repetiu até que todos os requisitos planejados fossem implementados, garantindo que o sistema evoluísse gradualmente, com estabilidade e coerência entre as partes.

Esse modelo de desenvolvimento permitiu flexibilidade, rápida resposta a problemas e melhorias constantes, alinhando-se às diretrizes da Engenharia de Software e aos princípios dos Métodos Ágeis aplicados de maneira prática e adaptada ao contexto do projeto.

3.3 Arquitetura e Implementação do Sistema

No contexto da engenharia de software, foram aplicadas práticas de modularização e integração contínua para assegurar a manutenção e escalabilidade do sistema. Além disso, foi desenvolvida uma API de comunicação que permite a interação entre o aplicativo Flutter e o backend em Java, responsável pelo gerenciamento dos dados armazenados no Firebase. Essa arquitetura favoreceu o desacoplamento entre as camadas, garantindo flexibilidade para futuras atualizações e expansão das funcionalidades do Lutton.

Embora não tenha sido realizada a etapa de testes com usuários finais, a aplicação foi implementada de modo funcional, permitindo uso imediato em contextos educacionais e familiares.

3.4 Limitações do Estudo

A principal limitação deste estudo refere-se à ausência de validação empírica com o público-alvo. Por envolver crianças com TEA, a execução de testes de campo demandaria aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e acompanhamento especializado, o que não foi possível dentro do período de execução do trabalho.

Além disso, não foram realizados estudos comparativos de desempenho com outros sistemas de CAA, o que restringe as conclusões quanto à eficácia prática do Lutton frente a soluções já existentes. Outro aspecto limitante é o número restrito de pesquisadores envolvidos na etapa de desenvolvimento, o que impediu uma avaliação colaborativa mais ampla das funcionalidades implementadas.

Apesar dessas limitações, o projeto atingiu seus objetivos de concepção e implementação técnica, constituindo-se em uma base sólida para futuras pesquisas. Trabalhos posteriores poderão incluir testes de usabilidade, análise de impacto na comunicação de crianças com TEA e integração de novas tecnologias, como reconhecimento de voz e inteligência artificial.

Em síntese, a metodologia adotada combinou uma revisão sistemática fundamentada em critérios rigorosos de seleção de literatura com o desenvolvimento de uma aplicação tecnológica inovadora. O resultado foi uma solução acessível e escalável, alinhada às práticas contemporâneas de inclusão comunicativa e tecnológica.

4 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO LUTTON

O desenvolvimento do Lutton foi estruturado a partir dos princípios da Engenharia de Software, considerando requisitos de acessibilidade, usabilidade e integração multiplataforma. O sistema foi projetado para atender crianças com Transtorno do Espectro Autista não verbais, oferecendo ferramentas de Comunicação Aumentativa e Alternativa por meio de cartões personalizados que podem ser criados, organizados e visualizados em diferentes dispositivos.

A solução é composta por dois módulos principais. Um sistema web, voltado para responsáveis, professores e terapeutas, desenvolvido em Java, e um aplicativo móvel, destinado à criança usuária final, construído em Flutter.

Ambos os módulos são integrados a uma base de dados centralizada no Google Firebase, que realiza a autenticação, armazenamento e sincronização em tempo real de todas as informações do sistema. A arquitetura foi planejada para garantir escalabilidade, rápido tempo de resposta, baixa complexidade de manutenção e capacidade de evolução futura, incluindo a possibilidade de integração com módulos de inteligência artificial.

4.1 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do Lutton adota o modelo cliente–servidor distribuído, no qual o aplicativo móvel e o sistema web atuam como clientes conectados a um backend gerenciado pelo Firebase. Essa abordagem possibilita que ambos os módulos funcionem de maneira integrada e sincronizada, mesmo quando utilizados em dispositivos diferentes ou por usuários distintos.

O sistema foi projetado com os seguintes componentes principais:

a) Aplicativo móvel (Flutter)

Responsável pela interação direta com a criança.

Suas características envolvem:

- Interface simples, com botões grandes e elementos visuais claros;
- Navegação baseada em categorias e cartões;

- Vocalização do conteúdo dos cartões utilizando síntese de fala;
- Acesso somente ao conteúdo personalizado para o usuário.

b) Sistema web (Java)

Utilizado por pais, educadores e terapeutas.

O sistema possibilita:

- Criação de categorias;
- Cadastro de cartões com nome, descrição e relação com a categoria;
- Edição e exclusão de conteúdos;
- Autenticação e controle de acesso dos usuários;
- Sincronização automática com o aplicativo.

c) Banco de dados em nuvem (Firebase Firestore)

O Firestore foi escolhido por sua capacidade de sincronização em tempo real, modelo flexível de documentos e coleções e escalabilidade automática. Esse componente mantém todas as informações compartilhadas entre o app e o sistema web.

d) Serviço de autenticação (Firebase Authentication)

Realiza login e controle de usuários, garantindo que cada responsável visualize apenas o conteúdo cadastrado para sua criança.

e) Gerenciamento de desenvolvimento (VS Code)

O Visual Studio Code foi utilizado como ambiente principal para o desenvolvimento da aplicação móvel, oferecendo suporte a extensões e ferramentas que facilitam o processo de depuração e integração contínua.

A Figura 1 apresenta uma visão geral da arquitetura do sistema, evidenciando a comunicação entre os módulos e o fluxo de dados.

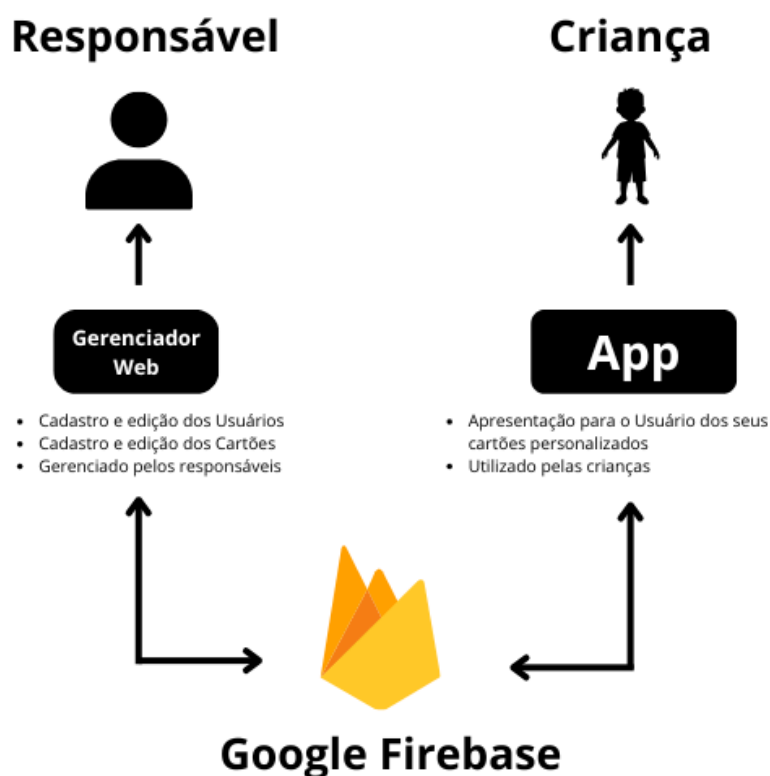


Figura 1: Arquitetura do Sistema Lutton

Essa arquitetura híbrida permitiu que o sistema fosse executado em múltiplas plataformas, mantendo consistência visual, acessibilidade e alta disponibilidade.

4.2 Estrutura da Base de Dados

A base de dados do Lutton foi modelada de acordo com os princípios de bancos de dados não relacionais (NoSQL), adotando o Firestore, que organiza os dados em coleções e documentos. Essa abordagem foi escolhida por oferecer maior flexibilidade de estrutura e melhor desempenho para sistemas voltados a dispositivos móveis, além de permitir escalabilidade automática.

A estrutura definida contempla três coleções principais:

a) Coleção `usuarios`

Armazena as informações cadastrais de cada responsável ou usuário administrador.

Cada documento contém campos como:

- `nome`: nome do usuário;
- `Email`: endereço de e-mail utilizado para login;
- `uid`: identificador único gerado pelo Firebase Authentication.

Essa coleção funciona como base para o controle de acesso e vinculação dos cartões e categorias.

b) Coleção `categorias`

Armazena as categorias de cartões criadas por cada usuário.

Um documento dessa coleção inclui:

- `nome`: nome da categoria (ex.: “Diversão”, “Comida”, “Rotina”);
- `usuarioId`: identificador do usuário proprietário da categoria.

Essa divisão permite que diferentes famílias ou educadores mantenham suas próprias categorias de forma separada e segura.

c) Coleção `cards` (cartões de comunicação)

Armazena os cartões utilizados pela criança. Cada cartão contém:

- `nome`: título do cartão (ex.: “Desenho”, “Água”, “Banheiro”);
- `descricao`: frase associada ao cartão, que será vocalizada pelo aplicativo;
- `categoriaId`: vínculo com uma categoria específica;
- `usuarioId`: identificação do criador do cartão.

Essa estrutura permite que o aplicativo recupere os cartões organizados por categorias, oferecendo navegação fluida e personalização individualizada.

A opção por um modelo baseado em coleções independentes, em vez de subcoleções aninhadas, foi tomada para:

- Reduzir custos de consulta no Firestore;
- Simplificar o acesso aos dados no Flutter;

- Permitir filtragens por usuário e categoria sem comprometer desempenho.

5 INTERFACES DO LUTTON

Este capítulo apresenta as interfaces desenvolvidas no sistema Lutton, contemplando tanto o aplicativo móvel quanto o sistema web destinado aos responsáveis, professores e terapeutas. A construção das telas seguiu princípios de usabilidade, acessibilidade e coerência visual, considerando as particularidades sensoriais e comunicativas de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Nesta seção são descritas as interfaces planejadas no *mockup* criado no Figma e as interfaces efetivamente implementadas no aplicativo.

5.1 Aplicação Móvel

A aplicação móvel é o principal meio de interação da criança com o sistema Lutton. Nesse módulo, priorizou-se o uso de recursos visuais amplos, ícones claros, cores suaves e elementos com grande área de toque, atendendo às recomendações de acessibilidade para crianças com TEA. O design foi estruturado a partir de um *mockup* desenvolvido no Figma, posteriormente convertido em telas funcionais utilizando o framework Flutter.



Figura 2 - Tela de Login Mockup

A tela de login projetada no Figma (Figura 2) buscou apresentar uma identidade visual amigável e limpa, utilizando curvas suaves e um gradiente azul que transmite calma e previsibilidade visual. Os campos de e-mail e senha foram posicionados de forma centralizada, acompanhados de ícones representativos para reforçar o reconhecimento visual.

O mockup também incluiu botões de autenticação alternativa (Google, Facebook e Apple), além de links opcionais para “Esqueceu a senha?” e “Criar conta”. O objetivo dessa estrutura foi reduzir a carga cognitiva e facilitar o processo de autenticação para os responsáveis.

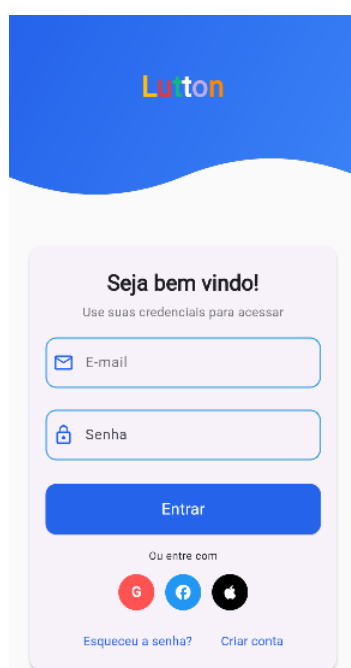


Figura 3 - Tela de Login do Aplicativo Implementado

A versão final da tela de login (Figura 3) desenvolvida em Flutter, mantém a organização visual do *mockup*, preservando o layout centralizado, a paleta de cores e o uso de ícones ilustrativos. Foram adicionados ajustes responsivos para diferentes tamanhos de tela, garantindo usabilidade tanto em smartphones menores quanto em tablets.

A interface final também inclui *feedback* visual em caso de erro de autenticação, componentes com bordas arredondadas e botões de toque ampliado, otimizando a interação de usuários com dificuldades motoras ou de precisão tátil.

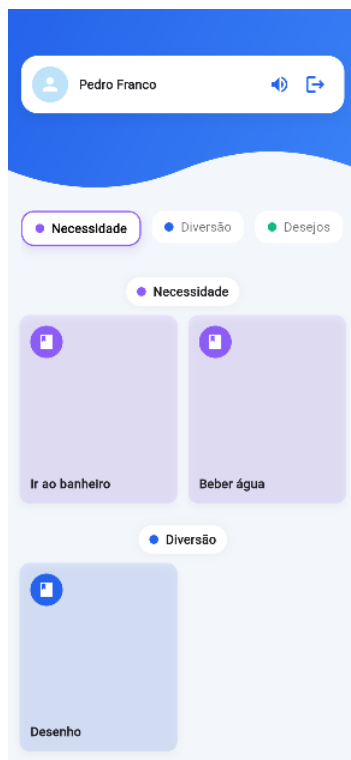


Figura 4 - Tela Inicial Aplicativo Implementado

A tela inicial (Figura 4) foi planejada para ser o espaço principal de navegação da criança. Ela apresenta o nome do usuário autenticado, ícone de configuração de voz e ícone de *logout*. A estrutura foi organizada em categorias, que aparecem como botões superiores (“Necessidade”, “Diversão”, “Desejos”), permitindo navegação rápida por temas.

Os cartões comunicativos são exibidos em blocos grandes, com cor de fundo suave, ícone representativo e legenda textual. Cada cartão pode reproduzir áudio automaticamente quando acionado, apoiando crianças não verbais ou com limitações na fala. Essa tela foi projetada com base em evidências de que estímulos visuais claros e repetitivos favorecem a compreensão e reduzem a sobrecarga sensorial.



Figura 5 - Tela Inicial Mockup

Entre as melhorias implementadas em relação ao mockup (Figura 5), destacam-se:

- Botões maiores e mais espaçados;
- Cores ajustadas para maior contraste;
- Feedback tátil (vibração leve) ao pressionar um cartão;
- Organização dos cartões por categorias previamente cadastradas no sistema web.

Essa estrutura busca favorecer a autonomia comunicativa e proporcionar uma experiência consistente para o usuário infantil.

5.2. Aplicação WEB

A aplicação Web do ecossistema Lutton foi desenvolvida com o objetivo de fornecer uma interface administrativa centralizada. É através desta plataforma que os administradores do sistema podem gerenciar os usuários, bem como controlar todo o repositório de imagens e categorias que alimentam o aplicativo móvel utilizado pelas crianças e seus responsáveis.

A interface foi construída visando a simplicidade e a usabilidade, permitindo que a manutenção do banco de dados de imagens (PECS) seja feita de forma ágil e intuitiva. A seguir, são detalhadas as principais funcionalidades implementadas.

5.2.1. Autenticação e Dashboard

O acesso ao sistema é restrito a usuários autorizados. A tela inicial de login (Figura 6) solicita as credenciais (e-mail e senha) para garantir a segurança dos dados.

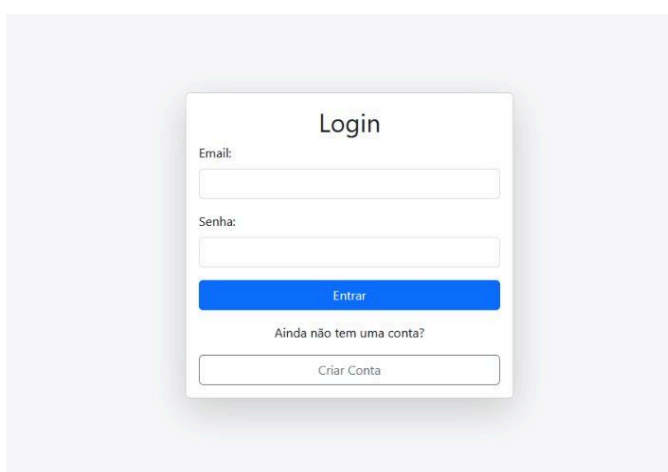
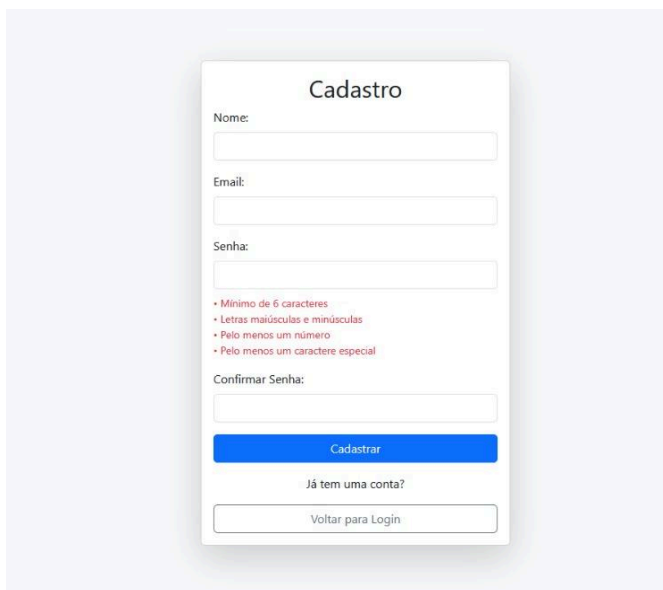
A imagem mostra a tela de login de uma aplicação web. O formulário é centralizado e possui o título "Login" no topo. Abaixo do título, há dois campos de entrada: "Email:" e "Senha:". O campo "Email:" é um campo de texto simples, enquanto o campo "Senha:" é um campo de texto com ícones de olho para alternar a visibilidade. Abaixo dos campos, há um botão azul com o texto "Entrar". Abaixo do botão, há o texto "Ainda não tem uma conta?" e um campo de texto com o texto "Criar Conta".

Figura 6 – Tela de Login da Aplicação Web

Caso o usuário não possua ainda seu login é possível que ele cadastre uma nova conta através da página de cadastro de novos usuários como demonstrado na Figura 7.



Cadastro

Nome:

Email:

Senha:

- Mínimo de 6 caracteres
- Letras maiúsculas e minúsculas
- Pelo menos um número
- Pelo menos um caractere especial

Confirmar Senha:

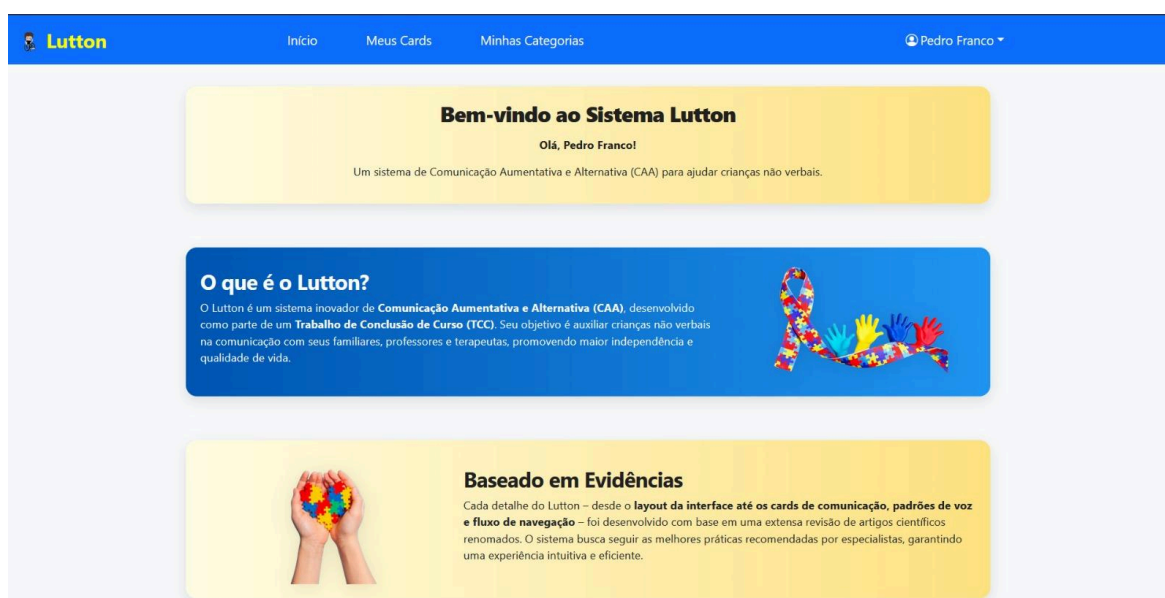
[Cadastrar](#)

[Já tem uma conta?](#)

[Voltar para Login](#)

Figura 7 – Tela de Cadastro de Usuários da Aplicação Web

Após a autenticação bem-sucedida, o usuário é direcionado para a página inicial (Figura 8), que apresenta opções no *header* para ele navegar entre as telas como Início, Meus Cards, Minhas Categorias e gerenciamento do perfil do usuário. Além disso também é presente na nossa página inicial uma visão geral sobre o projeto e como ele funciona. Tudo isso pode ser visualizado na imagem abaixo.



Lutton Início Meus Cards Minhas Categorias Pedro Franco

Bem-vindo ao Sistema Lutton
Olá, Pedro Franco!
Um sistema de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) para ajudar crianças não verbais.

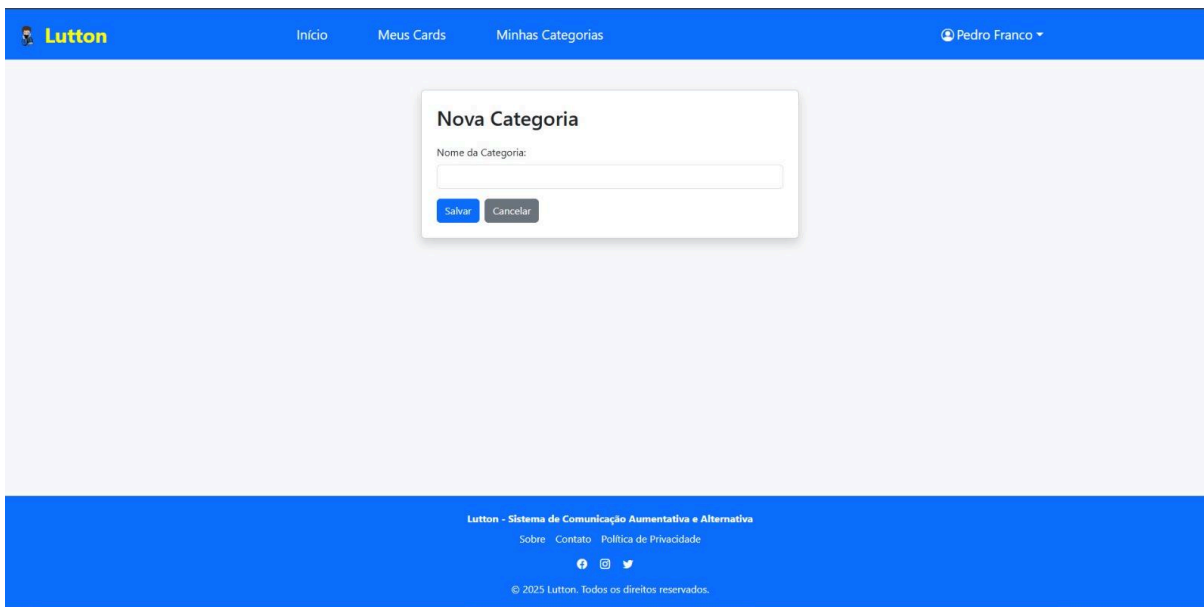
O que é o Lutton?
O Lutton é um sistema inovador de **Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)**, desenvolvido como parte de um **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**. Seu objetivo é auxiliar crianças não verbais na comunicação com seus familiares, professores e terapeutas, promovendo maior independência e qualidade de vida.

Baseado em Evidências
Cada detalhe do Lutton – desde o **layout da interface até os cards de comunicação, padrões de voz e fluxo de navegação** – foi desenvolvido com base em uma extensa revisão de artigos científicos renomados. O sistema busca seguir as melhores práticas recomendadas por especialistas, garantindo uma experiência intuitiva e eficiente.

Figura 8 – Tela Inicial da aplicação Web

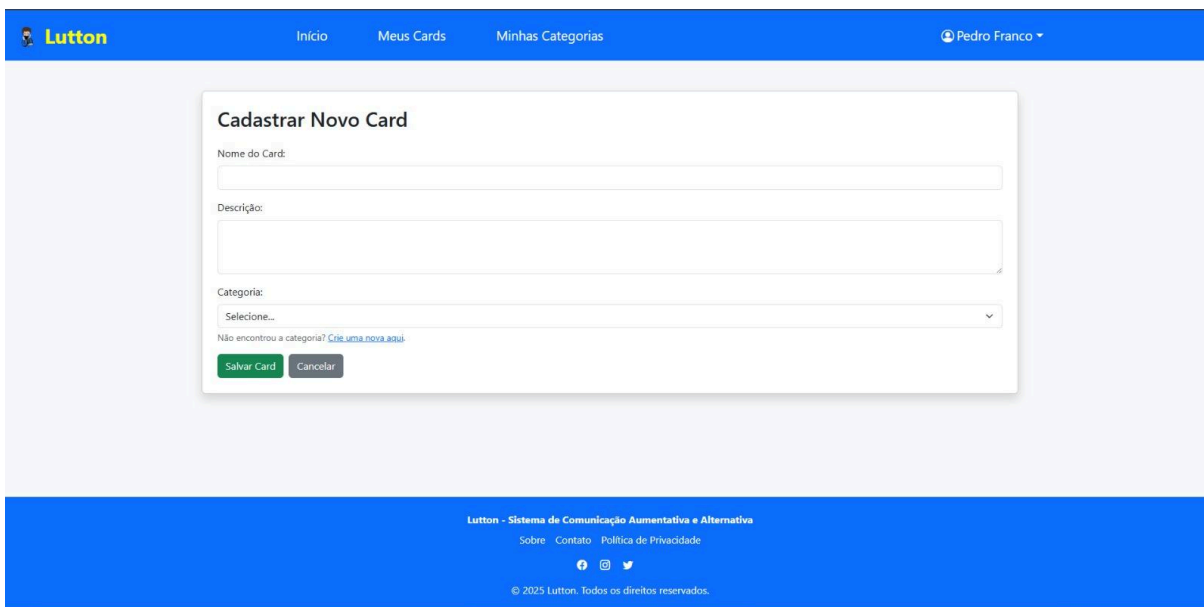
5.2.2. Gerenciamento de Conteúdo

O núcleo funcional do projeto Lutton reside na comunicação por troca de imagens. Portanto, a aplicação Web possui um módulo dedicado ao cadastro e organização desses cartões.



The screenshot shows the 'Nova Categoria' form in the Lutton application. The form is centered on a light gray background. It has a title 'Nova Categoria' and a label 'Nome da Categoria:' followed by a text input field. Below the input field are two buttons: 'Salvar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel). The application's navigation bar is visible at the top, with links for 'Início', 'Meus Cards', and 'Minhas Categorias', and a user profile 'Pedro Franco'. The footer contains the text 'Lutton - Sistema de Comunicação Aumentativa e Alternativa', links for 'Sobre', 'Contato', and 'Política de Privacidade', social media icons for Facebook, Instagram, and Twitter, and the copyright notice '© 2025 Lutton. Todos os direitos reservados.'

Figura 9 – Tela da Cadastro de Categorias



The screenshot shows the 'Cadastrar Novo Card' form in the Lutton application. The form is centered on a light gray background. It has a title 'Cadastrar Novo Card' and three input fields: 'Nome do Card:', 'Descrição:', and 'Categoria:'. The 'Categoria:' field is a dropdown menu with the text 'Selecione...'. Below the dropdown menu is a link: 'Não encontrou a categoria? [Crie uma nova aqui.](#)'. At the bottom of the form are two buttons: 'Salvar Card' (Save Card) and 'Cancelar' (Cancel). The application's navigation bar is visible at the top, with links for 'Início', 'Meus Cards', and 'Minhas Categorias', and a user profile 'Pedro Franco'. The footer contains the text 'Lutton - Sistema de Comunicação Aumentativa e Alternativa', links for 'Sobre', 'Contato', and 'Política de Privacidade', social media icons for Facebook, Instagram, and Twitter, and the copyright notice '© 2025 Lutton. Todos os direitos reservados.'

Figura 10 – Tela da Cadastro de Cartões

Primeiramente, os cartões são organizados por Categorias (ex: Necessidades, Desejos, Diversão). A interface permite listar as categorias existentes (Figura 11) com uma pré-visualização de seus cartões representativos e criar novas categorias através de um formulário de *upload* (Figura 9). Essa categorização é vital para que a criança encontre facilmente as figuras no aplicativo móvel. Após o cadastro das categorias desejadas é possível fazer o cadastro de novos cartões personalizados (Figura 9) de acordo com a necessidade da criança.

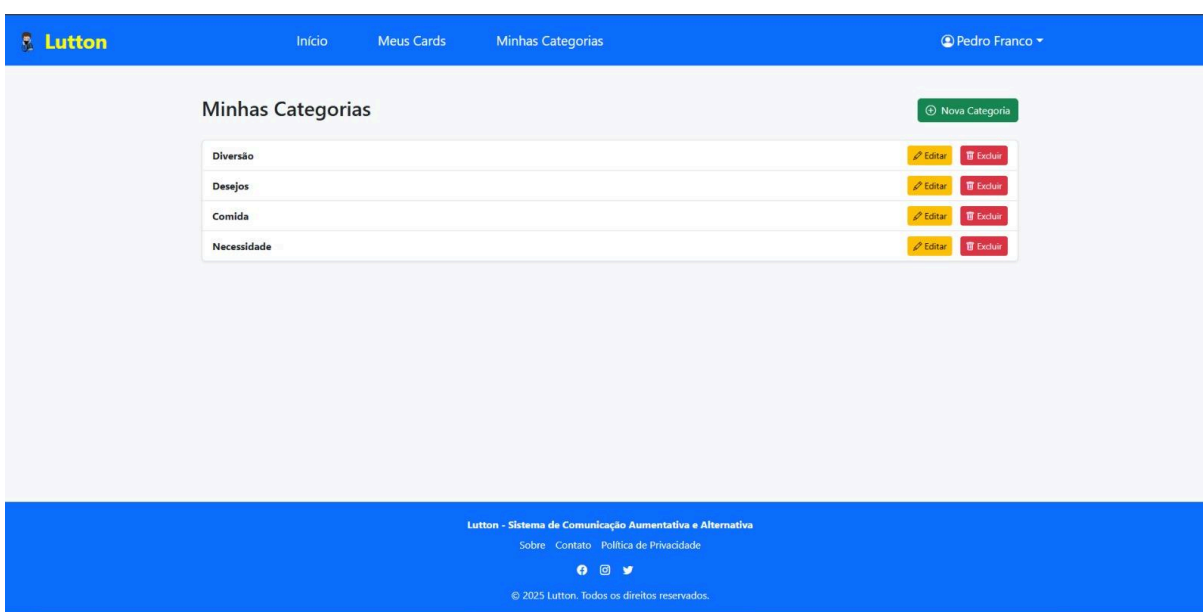


Figura 11 – Tela de Listagem das Categorias

Por fim, o sistema permite o gerenciamento dos Cartões (as figuras PECS propriamente ditas). Na tela de cadastro de cartões (Figura 10), o administrador define o nome da figura (ex: "Escovar os dentes"), seleciona a qual categoria ela pertence e realiza o *upload* da imagem correspondente. A Figura 12 exibe a listagem desses cartões, onde é possível visualizar o ID, nome, categoria vinculada e a miniatura da imagem, garantindo que o conteúdo esteja sempre organizado e pronto para ser sincronizado com os dispositivos móveis.

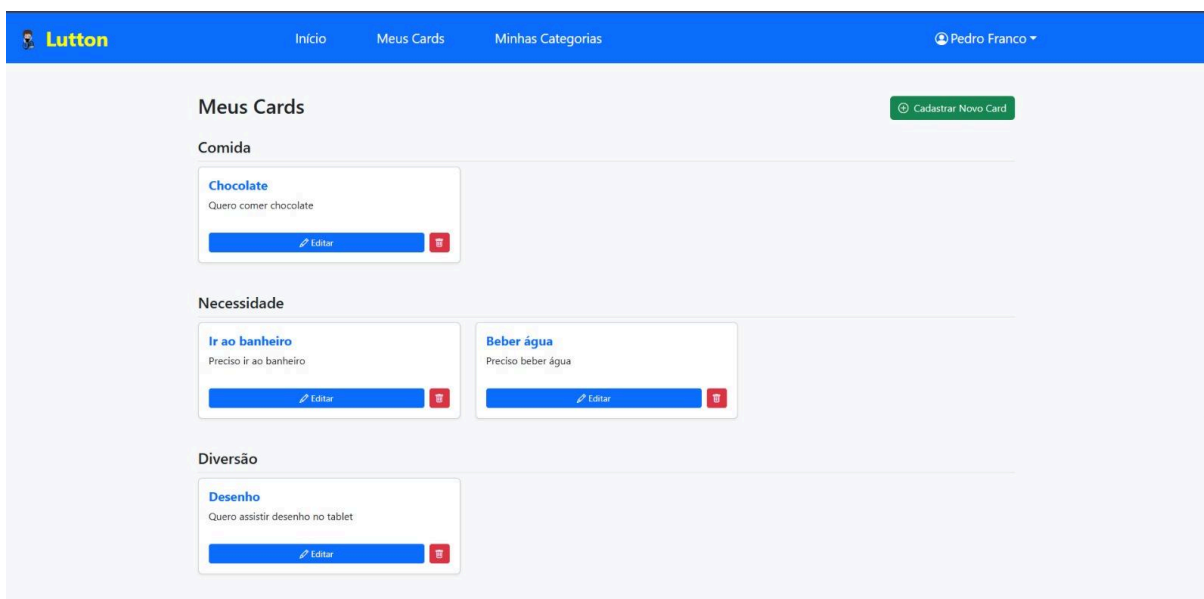


Figura 12 – Tela da listagem de Cartões separados por Categorias

6 TRABALHOS FUTUROS

Embora o sistema Lutton ainda não tenha sido testado, espera-se que ele atenda aos requisitos de acessibilidade e personalização para crianças com Transtorno do Espectro Autista não verbais, há perspectivas de aprimoramento que podem ampliar sua funcionalidade e impacto. Um dos principais caminhos para trabalhos futuros é a integração de técnicas de Inteligência Artificial, com o objetivo de tornar a aplicação mais adaptativa e inteligente.

Pretende-se desenvolver um módulo capaz de analisar os padrões de uso dos cartões comunicativos para identificar automaticamente aqueles mais utilizados pela criança, posicionando-os em destaque na interface. Essa funcionalidade pode otimizar o tempo de resposta da comunicação e aumentar a eficiência do aplicativo no uso diário.

Além disso, o sistema poderia sugerir novos cartões com base no comportamento da criança e em contextos previamente observados, como atividades diárias, emoções expressas ou interações frequentes. Da mesma forma, a IA poderia recomendar a exclusão ou substituição gradual de cartões pouco utilizados, evitando sobrecarga visual e mantendo a relevância do conteúdo.

Outra possibilidade é o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para identificar mudanças nas preferências comunicativas e adaptar o vocabulário do sistema às novas necessidades da criança sem eliminar seu histórico de uso, garantindo continuidade no desenvolvimento da linguagem. Tais melhorias tornariam o Lutton uma ferramenta ainda mais dinâmica e personalizada, com potencial para ser empregada em contextos residenciais, terapêuticos e escolares.

7 CONCLUSÃO

A Comunicação Aumentativa e Alternativa constitui um campo essencial no processo de inclusão e de desenvolvimento da autonomia de pessoas com Transtorno do Espectro Autista. Mais do que um conjunto de recursos, a CAA representa um meio de expressão, interação e construção de sentido, permitindo que crianças não verbais comuniquem-se de forma significativa com seu entorno.

O sistema Lutton, concebido neste estudo, propõe-se como uma solução tecnológica inovadora e acessível, integrando tecnologias consolidadas — como Java, Flutter e Firebase — em uma estrutura voltada à criação e personalização de cartões comunicativos. Sua arquitetura multiplataforma e sua interface intuitiva o tornam aplicável em diferentes contextos, sejam eles residenciais, terapêuticos ou educacionais, ampliando as oportunidades de comunicação e aprendizado.

Diante do que foi desenvolvido e analisado ao longo deste trabalho, conclui-se que é possível desenvolver uma Tecnologia Assistiva baseada em Comunicação Aumentativa e Alternativa capaz de apoiar de forma significativa a comunicação e a inclusão de crianças autistas não verbais. O sistema Lutton demonstra que, ao integrar recursos visuais, personalização de cartões, interfaces intuitivas e sincronização em nuvem, é viável criar um ambiente acessível que amplia as possibilidades de expressão da criança e facilita sua interação com familiares, professores e terapeutas. Assim, a pesquisa evidencia que soluções tecnológicas fundamentadas em CAA, quando planejadas a partir das necessidades reais do público-alvo, representam um caminho eficaz para reduzir barreiras comunicativas e promover participação mais ativa nos contextos educacional e social.

Apesar das limitações inerentes à ausência de testes com usuários finais, o desenvolvimento do Lutton representa um passo relevante na aplicação de Tecnologias Assistivas ao TEA, demonstrando a viabilidade de soluções digitais adaptáveis às demandas individuais de cada criança. O trabalho evidencia que a união entre tecnologia, inclusão e pedagogia pode gerar ferramentas com impacto social positivo, reafirmando a importância da pesquisa interdisciplinar e do uso ético das inovações tecnológicas em prol da acessibilidade e da comunicação humana.

REFERÊNCIAS

BECK, Kent et al. **Manifesto for Agile Software Development**. 2001. Disponível em: <https://agilemanifesto.org/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BEUKELMAN, David R.; LIGHT, Janice C. **Augmentative and Alternative Communication: Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs**. 5. ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing, 2020.

BLOOMY. **Melhores ferramentas de comunicação para crianças com TEA**. 2025. Disponível em: <https://www.bloomy.com.br/blog/melhores-ferramentas-de-comunicacao-para-criancas-com-tea>. Acesso em: 21 ago. 2025.

BOOTSTRAP. **Bootstrap – Official Documentation**. Disponível em: <https://getbootstrap.com/>. Acesso em: 25 nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

CARVALHO, Emerson A. et al. Autismo e Tecnologias Assistivas: uma Revisão Sistemática dos Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE)**, 2024. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2024. p. 1079-1089.

COUCHBASE. **Conceptual, Logical and Physical Data Models**. 2025. Disponível em: <https://www.couchbase.com/blog/conceptual-physical-logical-data-models/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

DUCKETT, Jon. **HTML & CSS: projete e construa websites**. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58990473/....> Acesso em: 25 nov. 2025.

FIREBASE DEVELOPERS. **What is Firebase: The Complete Story (Abridged)**. Medium, 2019. Disponível em:

<https://medium.com/firebase-developers/what-is-firebase-the-complete-story-abridged-bcc730c5f2c0>. Acesso em: 5 nov. 2025.

FLANAGAN, David. **JavaScript: O Guia Definitivo**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zWNyDgAAQBAJ&...> Acesso em: 25 nov. 2025.

GOOGLE. **Flutter**. 2025. Disponível em: <https://flutter.dev/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

GOOGLE FIREBASE. **Firestore and Google Cloud Platform**. 2025. Disponível em: <https://firebase.google.com/firebase-and-gcp?hl=pt-br>. Acesso em: 5 nov. 2025.

GUEDES, Luciana de Almeida. **Alfabetização de crianças com autismo e a Comunicação Aumentativa e Alternativa: uma revisão sistemática da literatura. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2022.**

IBM. **What is Data Modeling?** 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/think/topics/data-modeling>. Acesso em: 10 nov. 2025.

IEEE. **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (Std 610.12-1990)**. New York: IEEE, 1990.

ISAAC – International Society for Augmentative and Alternative Communication. **About AAC**. 2025. Disponível em: <https://www.isaac-online.org>. Acesso em: 20 ago. 2025.

LIGHT, J.; MCNAUGHTON, D. **The changing face of augmentative and alternative communication: Past, present, and future challenges**. *Augmentative and Alternative Communication*, v. 28, n. 4, p. 197–204, 2012.

MICROSOFT. **Build 2020 – Why Visual Studio Code**. Microsoft Learn, 2020. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/shows/build-2020/bdl134>. Acesso em: 5 nov. 2025.

MONGODB. **NoSQL Explained**. 2025. Disponível em: <https://www.mongodb.com/resources/basics/databases/nosql-explained>. Acesso em: 10 nov. 2025.

NUNES, Débora Regina de Paula; BARBOSA, João Paulo da Silva; NUNES, Leila Regina de Paula. **Comunicação alternativa para alunos com autismo na escola: uma revisão da literatura**. Revista Brasileira de Educação Especial, Bauru, v. 27, p. 655-672, 2021.

ORACLE. **Java: The Language for the Digital Age**. 2025. Disponível em: <https://www.java.com/pt-BR/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Autism spectrum disorders: key facts**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. Acesso em: 13 nov. 2025.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. 9. ed. New York: McGraw-Hill, 2022.

REDALYC. **Uso do aplicativo aBoard como recurso de comunicação aumentativa**. Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva, v. 15, n. 2, p. 200-218, 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3915/391566650016/html/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SCIELO. **Uso de PECS adaptado em crianças com autismo**. CoDAS, v. 33, n. 6, e20200225, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/QxhXpZ3jckz6K3dyCdbVhXq/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SCYLLADB. **NoSQL Data Modeling**. 2025. Disponível em: <https://www.scylladb.com/glossary/nosql-data-modeling/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SILVA, Maurício Samy. **HTML5: a linguagem de marcação que revolucionou a web**. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=tDG-DwAAQBAJ&lpg=PT266&ots=ml4t_1c-IW&dq=HTML5%3A%20a%20linguagem%20de%20marca%C3%A7%C3%A3o%20que

[%20revolucionou%20a%20web.&lr&hl=pt-BR&pg=PT266#v=onepage&q=HTML5:%20a%20linguagem%20de%20marca%C3%A7%C3%A3o%20que%20revolucionou%20a%20web.&f=false](#) Acesso em: 25 nov. 2025.

SOMMERVILLE, Ian. *Software Engineering*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2015 (Global Edition). Disponível em: <https://dn790001.ca.archive.org/0/items/bme-vik-konyvek/Software%20Engineering%20-%20Ian%20Sommerville.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.

OARES, Kamyla Lemes; MAGER, Gabriela Botelho. Design de interação e comunicação aumentativa e alternativa (CAA): uma análise da usabilidade de aplicativos CAA. *Human Factors in Design*, Florianópolis, v. 13, n. 25, p. 17–42, 2024. DOI: 10.5965/2316796313252024017. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/20859>. Acesso em: 10 dez. 2025.

VISUAL STUDIO CODE. **Why VSCode**. Code Documentation, 2025. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode>. Acesso em: 5 nov. 2025.