



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

DANIEL LEMOS SIMÕES

APLICATIVO MÓVEL DE COMUNICAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE ROTINAS PARA
CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

FORTALEZA

2024

DANIEL LEMOS SIMÕES

APLICATIVO MÓVEL DE COMUNICAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE ROTINAS PARA
CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Edilson Porfírio da Rocha Filho.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S613a Simões, Daniel Lemos.
Aplicativo móvel de comunicação e organização de rotinas para crianças com Transtorno do Espectro Autista / Daniel Lemos Simões. – 2024.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Computação, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Esp. Edilson Rocha Porfírio Filho.

1. Aplicativo móvel . 2. Comunicação aumentativa e alternativa. 3. Flutter. 4. Transtorno do Espectro Autista (TEA). 5. Segmentação de objetos. I. Título.

CDD 621.39

DANIEL LEMOS SIMÕES

APLICATIVO MÓVEL DE COMUNICAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE ROTINAS PARA
CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Edilson Porfírio da Rocha Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Alexandre Rolim Fernandes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Marques Soares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família e aos meus amigos, por acreditarem e investirem em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por sempre me apoiarem. Ao Prof. Edilson Porfírio Rocha Filho, pelo suporte e orientação.

"The music is not in the notes, but in the silence
between them." (Claude Debussy)

RESUMO

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um aplicativo móvel projetado para auxiliar crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na comunicação e no gerenciamento de rotinas. Os desafios enfrentados por crianças com TEA em sua comunicação e compreensão de rotinas diárias motivaram a criação de uma ferramenta que incorpora o *Sistema de Comunicação por Troca de Figuras* (PECS), que também funciona como um *Dispositivo Gerador de Fala* (DGF), e uma funcionalidade de agenda para apoiar suas necessidades. Foi realizada uma análise dos requisitos de comunicação e padrões comportamentais dessas crianças para projetar um aplicativo que auxilie efetivamente na comunicação não verbal e no planejamento de rotinas. O desenvolvimento foi realizado utilizando o *Flutter*, uma ferramenta de interface gráfica de código aberto para desenvolvimento de aplicativos multiplataforma. O aplicativo foi avaliado por meio de testes com 6 participantes—3 crianças com TEA e 3 cuidadores—que responderam a um questionário para avaliar a usabilidade do aplicativo. O *feedback* indicou que o aplicativo possui uma interface amigável ao usuário e tem potencial para apoiar a comunicação e o gerenciamento de rotinas para crianças com TEA.

Palavras-chave: Aplicativo Móvel; Flutter; DGF; PECS; Comunicação Aumentativa e Alternativa; Transtorno do Espectro Autista (TEA).

ABSTRACT

In this paper, the development of a mobile application designed to assist children with Autism Spectrum Disorder (ASD) in communication and routine management is presented. The challenges faced by children with ASD in communication and understanding daily routines motivated the creation of a tool that incorporates the Picture Exchange Communication System (PECS), functioning also as a Speech Generating Device (SGD), along with a scheduling feature to support their needs. An analysis of the communication requirements and behavioral patterns of these children was conducted to design an application that effectively aids in non-verbal communication and routine planning. The development was carried out using Flutter, an open-source UI toolkit for cross-platform application development. The application was evaluated by testing it with 6 participants—3 children with ASD and 3 caregivers—who completed a questionnaire to assess the usability of the app. The feedback indicated that the application has a user-friendly interface and has the potential to support communication and routine management for children with ASD.

Keywords: Mobile Application; Flutter; SGD; PECS; Augmentative and Alternative Communication; Autism Spectrum Disorder (ASD).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo do Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (<i>Picture Exchange Communication System</i> (PECS)).	18
Figura 2 – Interface principal do aplicativo <i>Tap-to-Talk</i>	22
Figura 3 – Interface principal do aplicativo <i>BERAKSI</i>	23
Figura 4 – Interface principal da aplicação desenvolvida no trabalho de Fage (2016)	25
Figura 5 – Tela principal do aplicativo.	32
Figura 6 – Tela de configuração e modo administrador.	33
Figura 7 – Fluxo da funcionalidade PECS.	35
Figura 8 – Fluxo da adição de uma nova atividade à agenda.	37
Figura 9 – Gráfico das respostas do questionário	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das respostas do questionário	38
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
CDC	Centro de Controle e Prevenção de Doenças
PECS	<i>Picture Exchange Communication System</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SGD	<i>Speech-Generating Device</i>
TEA	Transtorno do Espectro Autista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Transtorno do Espectro Autista	15
2.2	Comunicação Aumentativa e Alternativa	16
2.2.1	<i>Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS)</i>	17
2.3	<i>Flutter</i>	18
2.3.1	<i>Widgets</i>	19
3	TRABALHOS RELACIONADOS	21
3.1	<i>Tap-to-Talk: Aplicação Móvel de Aprendizado Aumentativo e Alternativo</i> Através da Comunicação por Troca de Imagens	21
3.2	<i>BERAKSI: Um Sistema de Comunicação Aumentativa e Alternativa</i> (CAA) Utilizando o Método de Design Direcionado a Objetivos	22
3.3	<i>L-PECS: Um Aplicativo para Ambientes de Trabalho Inclusivos</i>	23
3.4	Agendas de Atividades Baseadas em <i>Tablet</i> em Ambientes de Inclusão para Crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Crianças com Deficiência Intelectual	24
3.5	Análise Comparativa	25
4	METODOLOGIA	26
4.1	Identificação de Características e Requisitos	26
4.2	Desenvolvimento do Aplicativo	26
4.3	Teste Piloto do Aplicativo	27
5	DESENVOLVIMENTO	29
5.1	Funcionalidades	29
5.1.1	<i>Definição de Funcionalidades</i>	29
5.1.2	<i>Definição de Assets e Interface</i>	29
5.2	Arquitetura e Engenharia do Aplicativo	30
5.2.1	<i>Estrutura de Classes e Componentes Principais</i>	30
5.2.2	<i>Padrões de Projeto e Práticas de Desenvolvimento</i>	30
5.2.3	<i>Bibliotecas e Integrações Utilizadas</i>	31
5.3	Implementação das Funcionalidades	31

5.3.1	<i>Modo Administrador e Configurações</i>	32
5.3.2	<i>Interface da Funcionalidade PECS</i>	33
5.3.3	<i>Interface da Agenda de Atividades</i>	36
6	RESULTADOS	38
7	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A –ESPECIFICAÇÕES DE SOFTWARE	43

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento caracterizado por diferenças significativas na comunicação, interação social e comportamentos específicos, que tendem a surgir na primeira infância e persistem ao longo da vida (FAGE *et al.*, 2016). De acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), estima-se que uma em cada trinta e seis crianças seja diagnosticada com TEA (MAENNER *et al.*, 2021). Indivíduos com TEA frequentemente enfrentam desafios substanciais na comunicação verbal, o que pode limitar sua capacidade de expressar necessidades, desejos e sentimentos, impactando negativamente sua autonomia e qualidade de vida.

A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) emerge como uma abordagem fundamental para auxiliar esses indivíduos, fornecendo métodos complementares ou substitutos à fala natural. Dentro desse contexto, o Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (Picture Exchange Communication System – PECS) destaca-se como uma metodologia eficaz que utiliza pictogramas para facilitar a comunicação (BONDY; FROST, 2011). O PECS baseia-se na troca de figuras que representam conceitos simples e cotidianos, permitindo que crianças com TEA desenvolvam habilidades comunicativas de forma estruturada e visualmente acessível.

Apesar da existência de diversas ferramentas digitais que implementam o PECS e outros sistemas de CAA, observa-se que muitas delas não atendem plenamente às necessidades específicas do público-alvo, seja por falta de personalização, complexidade de uso ou por não integrarem funcionalidades adicionais que auxiliem na organização diária. Além disso, a maioria dessas aplicações foca em indivíduos com diferentes tipos de dificuldades comunicativas, não direcionando seus recursos especificamente para crianças com TEA. Considerando que o TEA possui características únicas que influenciam a forma como a informação é processada e compreendida, torna-se pertinente o desenvolvimento de uma ferramenta que seja adaptada a essas particularidades.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação móvel de CAA baseada no PECS, com foco específico em crianças com TEA, que integre uma funcionalidade de agenda de atividades. Busca-se criar uma ferramenta que não apenas auxilie na comunicação, mas também contribua para a organização da rotina diária, aspecto importante para indivíduos com TEA que se beneficiam de estruturas previsíveis e consistentes (KNIGHT *et al.*, 2014). Desafios associados a esse desenvolvimento incluem a criação de uma interface que seja de fácil compreensão e uso para crianças com TEA, considerando aspectos como preferências

visuais, sensibilidade a estímulos e necessidade de simplicidade.

Trabalhos relacionados, como os de Samonte (2020), Susanti (2019), Lagos *et al.* (2021) e Fage *et al.* (2016), contribuíram significativamente para o campo, mas apresentam limitações no contexto deste projeto. Samonte (2020) desenvolveu um aplicativo de CAA contextualizado para a cultura filipina, enquanto Susanti (2019) focou no uso do PECS com o método de *Goal-Directed Design*, ambos sem incluir uma agenda de atividades. Lagos *et al.* (2021) direcionaram seus esforços para o auxílio de adultos com TEA em ambientes de trabalho, e Fage *et al.* (2016) desenvolveram uma aplicação que, embora integre agendas visuais, foi concebida para uso em ambientes educacionais com o envolvimento de profissionais especializados.

Este trabalho propõe, portanto, o desenvolvimento de uma nova ferramenta que busca preencher lacunas identificadas nas soluções existentes, direcionando-se especificamente a crianças com TEA em contextos domésticos ou terapêuticos. Buscando a implementação uma interface amigável, pretende-se facilitar a comunicação e a organização diária, contribuindo para a inclusão e autonomia desses indivíduos em seu cotidiano.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são apresentados os princípios fundamentais para compreender a realização deste projeto, assim como a forma como eles se relacionam com a sua implementação.

2.1 Transtorno do Espectro Autista

O TEA é caracterizado por diferenças na comunicação, interação social e comportamentos restritos e repetitivos. Tais características podem se manifestar de maneiras distintas, com variados graus de intensidade, o que confere um caráter "espectral" ao transtorno. A condição normalmente se manifesta na primeira infância e persiste ao longo da vida (ASSOCIATION, 2013).

Na sociedade, indivíduos com TEA podem enfrentar desafios significativos devido às diferenças nas habilidades de comunicação e interação social. Crianças e adolescentes, em particular, podem encontrar dificuldades na escola e em outros contextos sociais (LORD *et al.*, 2020), visto que a comunicação é fundamental para a aprendizagem e integração. Esses desafios na comunicação não se limitam à linguagem verbal, mas também incluem a habilidade de interpretar gestos, expressões faciais e outros aspectos da comunicação não verbal (POSAR; VISCONTI, 2022).

Entretanto, diversas estratégias e ferramentas têm sido desenvolvidas para auxiliar pessoas com TEA a se comunicarem de forma mais efetiva. O PECS é um exemplo disso. O PECS é um sistema de comunicação baseado em imagens que permite a crianças e adolescentes com dificuldades de comunicação expressarem suas necessidades, desejos e sentimentos de uma maneira mais intuitiva (BONDY; FROST, 2011). Este método não só promove a comunicação como também aumenta a independência dos indivíduos com TEA.

Uma das características comuns de crianças e adolescentes com TEA é a necessidade de estrutura e previsibilidade. Isso ocorre porque muitos enfrentam dificuldades com mudanças inesperadas ou novos ambientes, situações que podem causar ansiedade e estresse (KNIGHT *et al.*, 2014). Ter uma rotina diária claramente definida pode trazer conforto e segurança, pois pode proporcionar uma sequência previsível de eventos e atividades que o indivíduo pode antecipar. Neste contexto, o uso de quadros de atividades é relevante. Estes quadros fornecem uma representação visual das atividades diárias, ajudando a pessoa com TEA a entender e se preparar para o que acontecerá ao longo do dia (KNIGHT *et al.*, 2014). Esta abordagem pode

facilitar a transição entre diferentes atividades, promovendo a autonomia e a independência.

2.2 Comunicação Aumentativa e Alternativa

A *Comunicação Aumentativa e Alternativa* (CAA) refere-se a um conjunto de métodos, estratégias e tecnologias que visam auxiliar ou substituir a comunicação verbal em indivíduos com dificuldades significativas na fala ou escrita (LIGHT; MCNAUGHTON, 2012). A CAA engloba todos os modos de comunicação, exceto a fala oral, que são utilizados para expressar pensamentos, necessidades, desejos e ideias. Seu objetivo é promover a competência comunicativa, permitindo que indivíduos com limitações comunicativas participem de forma mais efetiva em suas interações sociais.

Existem duas categorias principais de abordagens em CAA: as não assistidas e as assistidas. As abordagens não assistidas não requerem equipamentos ou dispositivos externos e incluem gestos, expressões faciais, linguagem corporal, sinais manuais e soletração com os dedos. Já as abordagens assistidas envolvem o uso de ferramentas ou dispositivos externos, como símbolos gráficos, pranchas de comunicação não eletrônicas, dispositivos geradores de fala com saída de voz sintetizada ou digitalizada, e sistemas baseados em trocas de pictogramas, como o PECS (MUHARIB *et al.*, 2023).

Estudos indicam que intervenções em CAA podem facilitar a produção de fala. De acordo com Caron *et al.* (2021), o uso de aplicativos de CAA pode promover o desenvolvimento da linguagem expressiva e receptiva. A CAA oferece modelos adicionais de linguagem e oportunidades de prática, o que pode estimular a aquisição da fala. Além disso, ao reduzir a frustração associada à dificuldade de comunicação, a CAA pode aumentar a disposição do indivíduo para interagir verbalmente.

Portanto, embora o objetivo primário das intervenções em CAA não seja necessariamente melhorar a produção de fala, tais melhorias são vistas como benefícios adicionais valiosos. A CAA deve ser considerada uma ferramenta complementar que apoia o desenvolvimento global da comunicação, incluindo a potencial facilitação da fala natural (LIGHT; MCNAUGHTON, 2012).

2.2.1 Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS)

O PECS é uma intervenção proeminente para o ensino de habilidades de comunicação funcional, especialmente em indivíduos com autismo que apresentam pouca ou nenhuma fala funcional. Desenvolvido por Bondy e Frost em 1994, o PECS envolve a instrução sistemática de habilidades de comunicação auto-iniciadas através de seis fases (BONDY; FROST, 2011).

As seis fases do PECS são:

1. **Fase 1 - Troca Física:** Nesta fase inicial, o indivíduo aprende a trocar uma imagem por um item ou atividade desejada. A ênfase é em iniciar a comunicação.
2. **Fase 2 - Aumento da Espontaneidade:** O foco é em incentivar o usuário a ser mais persistente e espontâneo na comunicação, aumentando a distância entre o usuário e o parceiro comunicativo e introduzindo diferentes ambientes.
3. **Fase 3 - Discriminação de Imagens:** O indivíduo aprende a escolher entre duas ou mais imagens para solicitar itens ou atividades preferidas.
4. **Fase 4 - Estruturação de Frases:** Nesta fase, o usuário começa a construir frases simples usando um cartão "Eu quero" seguido da imagem do item desejado.
5. **Fase 5 - Resposta a Perguntas:** O indivíduo aprende a responder a perguntas como "O que você quer?" usando as frases construídas na fase anterior.
6. **Fase 6 - Comentários:** Na fase final, o usuário é ensinado a fazer comentários sobre coisas no ambiente, respondendo a perguntas como "O que você vê?" ou "O que você ouve?", e usando frases como "Eu vejo..." ou "Eu ouço..."

Para ilustrar o conceito do PECS, a Figura 1 apresenta uma foto de como o sistema aparenta em sua versão física.

Figura 1 – Exemplo do Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS).



Fonte: Clínica Remar Mente e Corpo

O PECS é reconhecido por promover habilidades comunicativas funcionais, com ênfase particular na solicitação (HART; BANDA, 2010). Pesquisas indicam que o PECS é eficaz em aumentar as habilidades de comunicação funcional e a produção de fala. Por exemplo, uma meta-análise realizada por Flippin *et al.* (2010) analisou 13 estudos e encontrou que 80% dos participantes demonstraram melhorias significativas na comunicação funcional após a implementação do PECS (FLIPPIN *et al.*, 2010). Além disso, aproximadamente 73% dos participantes apresentaram aumentos na produção de fala.

O PECS também é vantajoso por ser uma abordagem de baixo custo e visualmente orientada, o que é especialmente benéfico para indivíduos com autismo que muitas vezes preferem estímulos visuais a auditivos (POSAR; VISCONTI, 2022). Entretanto, uma limitação do PECS é a dependência de imagens físicas e a necessidade de compreensão do sistema pelo parceiro comunicativo.

O trabalho proposto neste TCC envolve a integração do conceito de PECS com um *Speech-Generating Device* (SGD), criando um aplicativo móvel que combina a funcionalidade do PECS com a geração de fala em português. Este aplicativo visa oferecer uma solução de comunicação acessível, aproveitando as vantagens visuais do PECS e as respostas verbais proporcionadas pelos SGDs (SOTO; CLARKE, 2017).

2.3 Flutter

O *Flutter*, desenvolvido pelo *Google*, tem se destacado como uma plataforma proeminente para o desenvolvimento de aplicativos multiplataforma (SOUHA *et al.*, 2024). Quando

comparado com outros *Software Development Kits* (*Software Development Kit* (SDK)) populares, como *React Native* ou *Xamarin*, ele oferece vantagens distintas que são aplicadas neste trabalho.

O *Flutter* adota o princípio de que "tudo é um *widget*", isto é, cada componente da interface do usuário é um *widget* (GOOGLE, 2023). Isso permite a reutilização de código e um alto grau de modularidade, o que é útil para este trabalho, que visa desenvolver um sistema PECS e CAA que requer uma interface personalizável.

O *Flutter* usa a linguagem de programação *Dart*, que, embora seja menos popular que *JavaScript* (usado pelo *React Native*), possui vantagens significativas. A compilação *Ahead-of-Time* (AOT) do *Dart* possibilita uma melhora de performance do aplicativo, além de permitir o uso do recurso *Hot Reload*, que ajuda a ver as mudanças no código quase instantaneamente (GOOGLE, 2024a).

Embora o *Xamarin* também permita o compartilhamento de código entre plataformas, o *Flutter* oferece uma experiência de usuário mais consistente entre diferentes sistemas operacionais (SOUHA *et al.*, 2024). Isso ocorre porque o *Flutter* tem seu próprio mecanismo de renderização, enquanto o *Xamarin* depende dos componentes nativos de cada plataforma.

Em resumo, o *Flutter* se mostra uma escolha tecnológica sólida para a criação da aplicação proposta neste trabalho, considerando as demandas específicas do projeto.

2.3.1 Widgets

Os *Widgets* são a essência do desenvolvimento em *Flutter*. Eles representam componentes da interface do usuário, desde elementos simples como botões e texto, até contêineres complexos que podem incluir outros *widgets*. Em *Flutter*, "tudo é um *widget*" e a interface é construída através da combinação de *widgets* hierarquicamente (GOOGLE, 2024b). Cada *widget* é imutável, o que significa que, ao invés de ser alterado, ele é substituído por uma nova versão de si mesmo com os dados atualizados. Isso facilita a criação de interfaces dinâmicas e reativas. A estruturação em árvore de *widgets* permite uma organização clara e uma personalização profunda, tornando o *Flutter* altamente flexível para desenvolvedores que buscam criar interfaces personalizadas e otimizadas para a experiência do usuário (GOOGLE, 2024b).

No *Flutter*, os *Widgets* são categorizados principalmente em dois tipos: *StatelessWidget* e *StatefulWidget*, ambos fundamentais para o gerenciamento da interface do usuário e seu comportamento (GOOGLE, 2024b).

O *StatelessWidget* é um *widget* imutável, o que significa que, uma vez construído, ele

não pode ser alterado. Ele não possui estado interno para gerenciar. Sempre que for necessário um componente que permaneça o mesmo durante toda a sua vida útil na aplicação, o *StatelessWidget* é a escolha certa. Um exemplo comum pode ser um ícone ou um rótulo que não muda em resposta a eventos ou interações do usuário (GOOGLE, 2024b).

Por outro lado, o *StatefulWidget* é usado quando parte da interface do usuário pode mudar dinamicamente. Estes *widgets* possuem um estado interno que pode ser alterado, provocando uma reconstrução da interface. Quando um *StatefulWidget* é utilizado, ele na verdade consiste em duas classes: a própria classe do *widget* e uma classe de estado separada. Quando o estado interno do *widget* precisa ser alterado, isso é feito na classe de estado, e a interface é então reconstruída para refletir essas mudanças. Um exemplo comum seria um botão de alternância que muda sua cor quando pressionado (GOOGLE, 2024b).

O paradigma *Stateless* versus *Stateful* é central no desenvolvimento do *Flutter*. Ele permite que os desenvolvedores gerenciem eficientemente o ciclo de vida da interface do usuário, otimizando o desempenho e garantindo que os aplicativos respondam de forma eficaz às interações do usuário. Essa diferenciação clara entre componentes mutáveis e imutáveis permite uma arquitetura mais limpa e compreensível, enquanto capacita o desenvolvedor a criar experiências de usuário interativas e envolventes (GOOGLE, 2024b).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

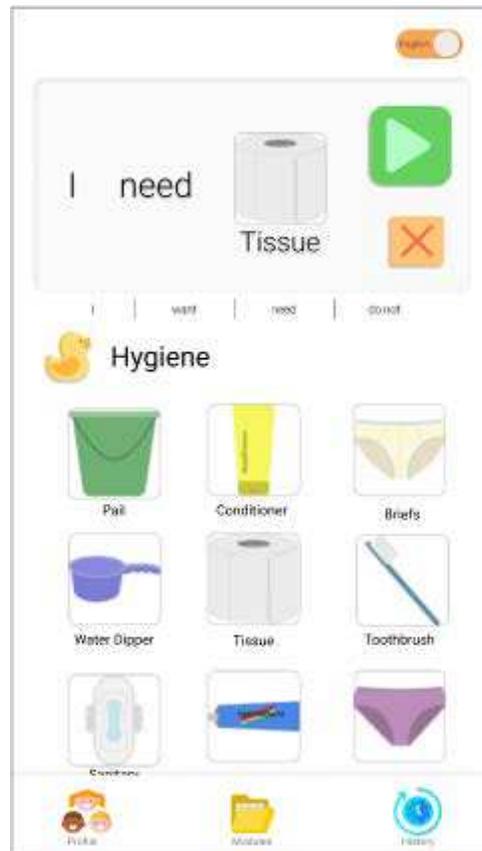
Este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo móvel de CAA, baseado no sistema PECS, com o objetivo de auxiliar indivíduos com dificuldades de comunicação verbal, especialmente crianças com TEA. A seguir, são apresentados alguns trabalhos relacionados que serviram como referência para este projeto, por abordarem o desenvolvimento de aplicações móveis de CAA com foco na comunicação visual e gerenciamento de atividades.

3.1 *Tap-to-Talk*: Aplicação Móvel de Aprendizado Aumentativo e Alternativo Através da Comunicação por Troca de Imagens

O projeto de Samonte (2020) visa desenvolver um sistema móvel de aprendizagem baseado na cultura e língua filipinas para auxiliar crianças com TEA, integrando sistemas de CAA e o Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS). A principal motivação para o projeto reside na falta de sistemas semelhantes que atendam à cultura e linguagem locais, já que a maioria segue padrões de línguas e culturas ocidentais.

A principal diferença entre o trabalho de Samonte (2020) e o presente trabalho é que o projeto de Samonte se limita a ser um sistema de CAA baseado em PECS, sem possuir a funcionalidade de agenda de atividades. O presente trabalho, além de integrar o PECS, também incorpora uma agenda de rotina, proporcionando um auxílio adicional na organização diária das crianças.

Figura 2 – Interface principal do aplicativo *Tap-to-Talk*



Fonte: Samonte (2020).

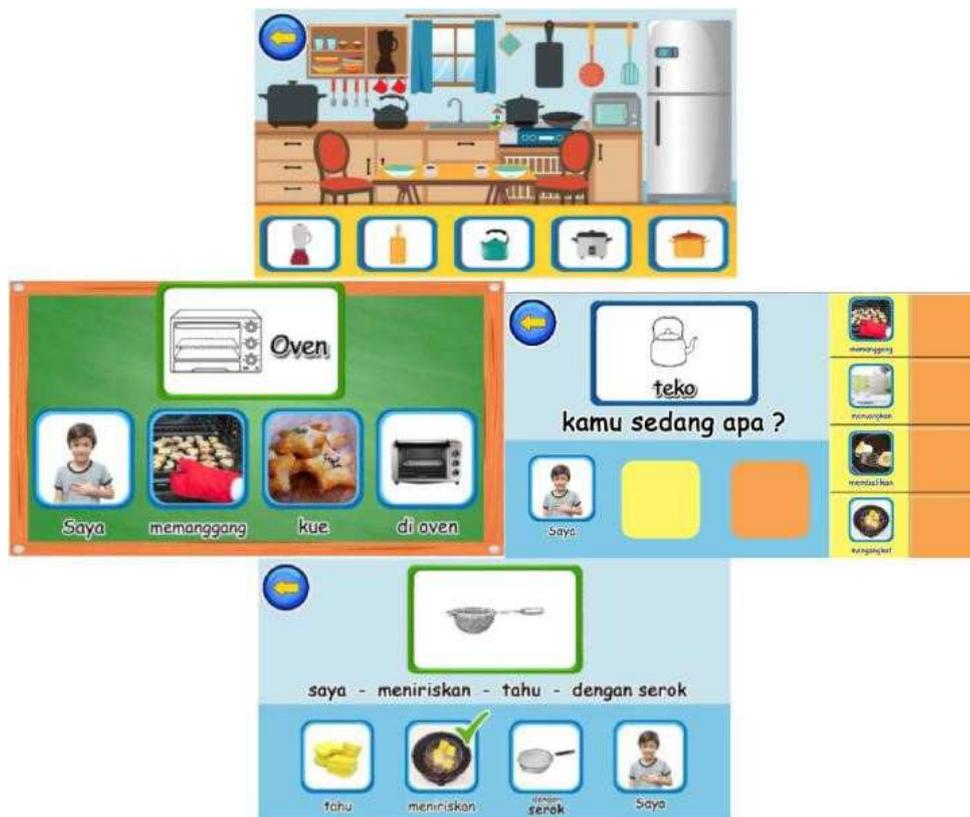
3.2 **BERAKSI: Um Sistema de CAA Utilizando o Método de Design Direcionado a Objetivos**

O estudo de Susanti (2019) concentra-se no desenvolvimento do "Belajar Komunikasi" (*BERAKSI*), um protótipo de aplicativo móvel criado para aprimorar a comunicação de crianças com TEA. Assim como o trabalho de Samonte (2020), este projeto também integra o PECS em uma aplicação de CAA, porém aborda as limitações existentes no sistema quando implementado em uma plataforma digital, como a ausência de etapas no processo de aprendizagem da comunicação.

A interface do protótipo foi desenvolvida utilizando o método de *Goal-Directed Design* (Design Direcionado a Objetivos), que consiste em considerar os objetivos do usuário durante o uso do aplicativo, fazendo com que o usuário realize o mínimo de tarefas possíveis para que cada objetivo seja atingido.

Assim como o projeto de Samonte (2020), o trabalho de Susanti (2019) também não inclui uma agenda de rotinas na aplicação, focando principalmente em um aplicativo que auxilie o desenvolvimento da comunicação em estágios iniciais para crianças com TEA, com o acompanhamento de um terapeuta.

Figura 3 – Interface principal do aplicativo *BERAKSI*



Fonte: Susanti (2019).

3.3 *L-PECS*: Um Aplicativo para Ambientes de Trabalho Inclusivos

O trabalho de Lagos (2021) apresenta um aplicativo móvel que incorpora o PECS e CAA, semelhante aos anteriormente citados, porém com o objetivo de auxiliar pessoas com TEA em ambientes de trabalho, ao invés de focar na terapia de crianças no processo de desenvolvimento da comunicação verbal.

Ao melhorar a persistência da informação em contextos de trabalho, o *L-PECS* visa facilitar a comunicação efetiva, o acompanhamento de tarefas e oferecer suporte na inserção laboral de pessoas com TEA. O objetivo final é incentivar a contratação de indivíduos com TEA, oferecendo uma ferramenta que mitigue algumas das barreiras comunicativas que eles podem

enfrentar no ambiente profissional.

Similarmente ao trabalho aqui proposto, o *L-PECS* traz uma funcionalidade relacionada ao auxílio no sequenciamento de atividades, mas, ao invés de um modelo de agenda de rotinas, o foco é em descrever uma sequência de passos necessários para a realização de determinada tarefa, em um local e horário específicos.

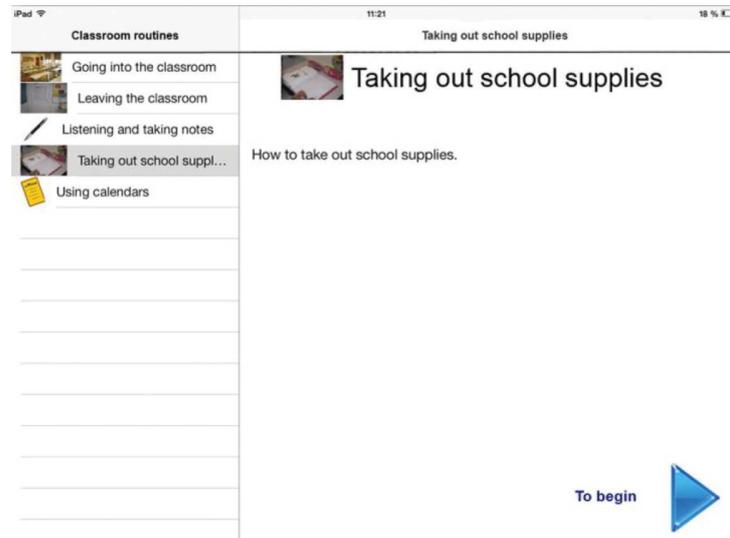
3.4 Agendas de Atividades Baseadas em *Tablet* em Ambientes de Inclusão para Crianças com TEA e Crianças com Deficiência Intelectual

O trabalho de Fage (2016) apresenta uma aplicação baseada em *tablet* que implementa agendas de atividades para crianças com TEA e crianças com Deficiência Intelectual (DI) em ambientes inclusivos. A aplicação foi desenvolvida seguindo uma abordagem de *design* participativo, envolvendo professores do ensino regular, professores de educação especial e assistentes escolares. O objetivo é auxiliar crianças com TEA na realização de rotinas de sala de aula e melhorar a comunicação verbal.

Os resultados dos estudos mostraram que o uso da aplicação foi rapidamente auto-iniciado pelas crianças com TEA e que as rotinas suportadas pelo *tablet* foram melhor executadas após três meses de intervenção. Além disso, comparou-se o desempenho de crianças com TEA e crianças com DI, observando que ambas apresentaram benefícios nas rotinas de sala de aula, mas as crianças com TEA melhoraram significativamente mais nas rotinas de comunicação verbal.

Este trabalho destaca a eficácia de agendas de atividades baseadas em dispositivos móveis no apoio à inclusão de crianças com TEA em ambientes escolares. Diferentemente dos trabalhos anteriores, a aplicação de Fage (2016) enfatiza o uso de agendas visuais para melhorar tanto as rotinas quanto a comunicação verbal, alinhando-se ao objetivo do presente trabalho de integrar uma agenda de atividades junto ao sistema PECS em um aplicativo móvel.

Figura 4 – Interface principal da aplicação desenvolvida no trabalho de Fage (2016)



Fonte: Fage (2016).

3.5 Análise Comparativa

Observa-se que, embora os trabalhos mencionados compartilhem o objetivo comum de auxiliar indivíduos com TEA por meio de aplicativos móveis de CAA e PECS, cada um aborda necessidades específicas. Os trabalhos de Samonte (2020) e Susanti (2019) focam no desenvolvimento da comunicação em crianças, mas não incluem a funcionalidade de agenda de atividades. O *L-PECS* de Lagos (2021) visa auxiliar adultos com TEA em ambientes de trabalho, proporcionando suporte na execução de tarefas profissionais.

O trabalho de Fage (2016) diferencia-se por implementar agendas de atividades em *tablets*, melhorando tanto as rotinas quanto a comunicação verbal em crianças com TEA. Este enfoque aproxima-se do objetivo do presente trabalho, que busca integrar a funcionalidade de agenda de atividades ao sistema PECS em um aplicativo móvel, oferecendo uma ferramenta abrangente para auxiliar na comunicação e na organização diária de crianças com dificuldades verbais.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentados e explicados os passos seguidos para a execução do projeto.

4.1 Identificação de Características e Requisitos

Para orientar o desenvolvimento do aplicativo proposto, foi realizada uma pesquisa sobre métodos de CAA, o PECS, dispositivos geradores de fala (SGD) e aplicativos móveis relacionados a essas tecnologias. Essa investigação permitiu identificar as necessidades específicas do público-alvo, além de fornecer *insights* sobre as melhores práticas para o desenvolvimento de uma solução eficaz.

O desenvolvimento do aplicativo iniciou-se pela definição das funcionalidades e requisitos necessários para atender às necessidades do projeto. Com base na pesquisa realizada, foi elaborada uma especificação de *software* que serviu como guia para o projeto. Essa especificação está detalhada no Apêndice A e engloba os requisitos funcionais, não funcionais, suplementares e as regras de negócio que nortearam o desenvolvimento.

4.2 Desenvolvimento do Aplicativo

A partir das especificações definidas no Apêndice A, foram implementadas as funcionalidades essenciais para permitir a interação do usuário com o sistema de comunicação baseado em pictogramas. Primeiramente, foi desenvolvido o módulo do PECS, onde a criança pode selecionar imagens que representam necessidades, desejos ou sentimentos. A integração com um dispositivo gerador de fala (SGD) foi realizada para que, ao selecionar um pictograma, o aplicativo reproduza o som correspondente.

Em seguida, foi desenvolvida a funcionalidade da agenda de atividades, permitindo que os cuidadores adicionem e gerenciem as rotinas diárias da criança. A agenda não apenas oferece uma visualização organizada das atividades do dia, como também interage ativamente com a criança, gerando notificações sonoras nos horários programados. Dessa forma, além de poder consultar a agenda a qualquer momento, a criança é avisada sobre o início de cada atividade por meio de um alerta sonoro, auxiliando-a a acompanhar a sequência de eventos planejados de maneira mais eficiente.

As etapas de desenvolvimento seguiram uma abordagem incremental, começando

pelas funcionalidades básicas e gradualmente adicionando recursos adicionais. Foi dada atenção especial à usabilidade e à simplicidade da interface, visando tornar o aplicativo intuitivo para as crianças e fácil de configurar pelos cuidadores.

A escolha tecnológica pelo *Flutter* (ver Seção 2.3) permitiu desenvolver um aplicativo multiplataforma com desempenho eficiente e interfaces personalizáveis, atendendo às necessidades identificadas durante a fase de definição de requisitos.

4.3 Teste Piloto do Aplicativo

Para avaliar a funcionalidade e a experiência proporcionada pelo aplicativo, foi realizado um teste piloto com seis participantes: três crianças com idades entre 4 e 5 anos, que apresentam dificuldades de comunicação (porém não diagnosticadas com TEA), e seus respectivos cuidadores ou tutores. Os participantes foram selecionados com base em relatos de dificuldades comunicativas, visando verificar a adequação do aplicativo a esse público.

O aplicativo, no formato de arquivo “.apk”, e um formulário foram enviados aos cuidadores, juntamente com instruções detalhadas para a instalação e uso do aplicativo. As crianças interagiram com o aplicativo sob supervisão dos cuidadores em ambiente doméstico, as auxiliando quando necessário. Não foram coletados dados pessoais dos participantes no formulário, garantindo o anonimato e respeitando as questões éticas relacionadas à pesquisa com seres humanos.

Após dois dias de período de uso, os cuidadores responderam a um questionário anônimo, composto por sete afirmações, visando captar o nível de concordância em relação a alguns aspectos do aplicativo. As afirmações foram elaboradas com o intuito de avaliar funcionalidades específicas e a experiência geral. As respostas foram registradas em uma escala *Likert* de 1 a 5¹, onde:

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Nem concordo nem discordo
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

As afirmações apresentadas no questionário foram as seguintes:

1. A criança conseguiu utilizar a função PECS sem dificuldades significativas.

¹ Para mais informações sobre a escala *Likert*, ver (LIKERT, 1932).

2. A criança conseguiu entender a função de Agenda de Atividades sem dificuldades significativas.
3. Os pictogramas são claros e facilitam a compreensão das atividades.
4. O aplicativo manteve a atenção da criança durante o uso.
5. O modo administrador é intuitivo e fácil de configurar.
6. É fácil adicionar novas atividades à agenda.
7. A criança demonstrou interesse em utilizar o aplicativo novamente.

5 DESENVOLVIMENTO

Para que os objetivos propostos neste trabalho fossem alcançados, um conjunto de etapas foi adotado, conforme descrito nas próximas seções e ilustrado nas figuras. As seções abordam desde a definição das funcionalidades da aplicação até as etapas de sua implementação e arquitetura.

5.1 Funcionalidades

O desenvolvimento do aplicativo foi iniciado com a definição das principais funcionalidades (consultar Apêndice A) necessárias para atender ao público-alvo, considerando a implementação de um sistema de comunicação baseado no PECS e a estruturação de uma agenda de atividades.

5.1.1 Definição de Funcionalidades

As funcionalidades principais do aplicativo foram definidas da seguinte forma:

- **PECS:** Inclui a seleção, arrasto e organização de pictogramas em uma área específica da tela, permitindo a reprodução de áudio para auxiliar na comunicação.
- **Sistema de Perfis:** Implementação de perfis distintos para as crianças e cuidadores (*modo administrador*), com controle de acesso às configurações e funcionalidades específicas do aplicativo.
- **Agenda de Atividades:** Funcionalidade que permite ao usuário administrador agendar atividades dentro de uma agenda, recebendo notificações no horário programado.

5.1.2 Definição de Assets e Interface

Para a interface do usuário, foi adotado um *design* acessível, com cores suaves e ícones grandes para facilitar a interação infantil. Foram utilizados ícones da biblioteca *Material Design* no *Android* e, para garantir uma aparência nativa no *iOS*, foi considerado o uso de ícones da biblioteca *Cupertino Icons*, mantendo a clareza e legibilidade oferecidas pelo *Flutter*. Os *assets* incluem figuras personalizadas para o PECS e agenda, adquiridas no blog *Pecs Em Português*¹. Não houve a necessidade de uma família de fontes personalizada, sendo utilizado um conjunto nativo do *Flutter*.

¹ Disponível em: <https://pecsemportugues.blogspot.com>. Acesso em: 10 jul. 2024.

5.2 Arquitetura e Engenharia do Aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o *Flutter*, que permite a criação de interfaces de usuário nativas para *Android* e *iOS* a partir de um único código-fonte escrito em Dart. O código-fonte completo do aplicativo está disponível no GitHub², permitindo acesso público para revisão e colaboração.

5.2.1 Estrutura de Classes e Componentes Principais

O projeto é composto por aproximadamente 25 classes, organizadas de forma modular para facilitar a manutenção e evolução do aplicativo. A seguir, destacam-se as principais classes e seus papéis:

- **Main**: Classe principal que inicia o aplicativo e configura os provedores de estado.
- **HomeScreen**: Responsável pela tela inicial do aplicativo, permitindo a navegação entre as funcionalidades de PECS e agenda de atividades.
- **PecsScreen**: Implementa a funcionalidade do PECS, gerenciando a exibição dos pictogramas, a interação do usuário e a montagem das frases.
- **AgendaScreen**: Controla a exibição e gerenciamento da agenda de atividades, incluindo a lista de atividades programadas.
- **AdminMode**: Classe que gerencia o *modo administrador*, controlando o acesso às funções restritas e armazenando a senha de segurança.
- **PictogramModel**: Modelo de dados que representa os pictogramas, contendo atributos como título, ID, imagem e categoria.
- **NotificationService**: Responsável por configurar e enviar as notificações nativas do smartphone no horário programado para cada atividade.

5.2.2 Padrões de Projeto e Práticas de Desenvolvimento

Para a organização do código, além dos princípios de programação orientada a objetos foram adotadas as seguintes padrões de desenvolvimento:

- **Gerenciamento de Estado com Provider**: Facilita a atualização da interface em resposta às mudanças no estado da aplicação, promovendo a reatividade necessária para uma boa experiência do usuário.

² Disponível em: <https://github.com/danipresto/picsapp>. Acesso em: 29 set. 2024.

- **Separação de Responsabilidades:** As classes são organizadas de acordo com suas responsabilidades, separando lógica de negócio, interface e gerenciamento de estado.
- **Modularização:** O código é dividido em módulos e pastas, como `models`, `screens`, `widgets` e `services`, melhorando a legibilidade e manutenção.

5.2.3 Bibliotecas e Integrações Utilizadas

Foram utilizadas algumas bibliotecas do *Flutter* que fornecem os recursos necessários para a implementação das funcionalidades. As principais bibliotecas utilizadas no projeto são:

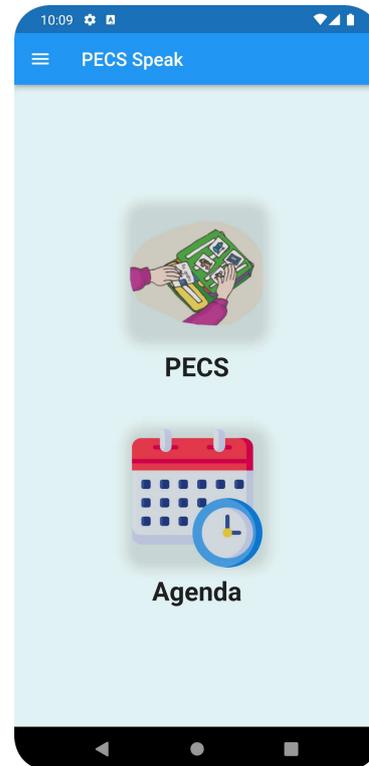
- **flutter_tts:** Responsável pela conversão de texto em áudio, permitindo a reprodução de fala nas funcionalidades do PECS.
- **provider:** Utilizada para gerenciamento de estado no aplicativo, facilitando a comunicação entre diferentes partes da aplicação, como o agendamento de atividades e a configuração de notificações.
- **flutter_local_notifications:** Implementada para lidar com as notificações da agenda de atividades, permitindo que alertas sejam programados e enviados no horário correto.
- **shared_preferences:** Utilizada para armazenar localmente as configurações de atividades e notificações, garantindo a persistência dos dados mesmo quando o aplicativo é fechado.

5.3 Implementação das Funcionalidades

Nesta seção são descritas as telas implementadas no aplicativo, divididas em três categorias principais: as telas voltadas à configuração de perfil, as telas relativas à funcionalidade de PECS e as telas da agenda de atividades.

Ao acessar o aplicativo, o usuário é apresentado a uma tela inicial que serve como ponto de entrada para as principais funcionalidades. Nessa interface, é possível navegar entre as duas funcionalidades principais do aplicativo por meio de ícones grandes e visualmente acessíveis. A interface foi projetada para facilitar o uso, especialmente para crianças, com ícones grandes e cores suaves. A Figura 5 ilustra a tela principal do aplicativo, onde o usuário pode selecionar a funcionalidade desejada.

Figura 5 – Tela principal do aplicativo.



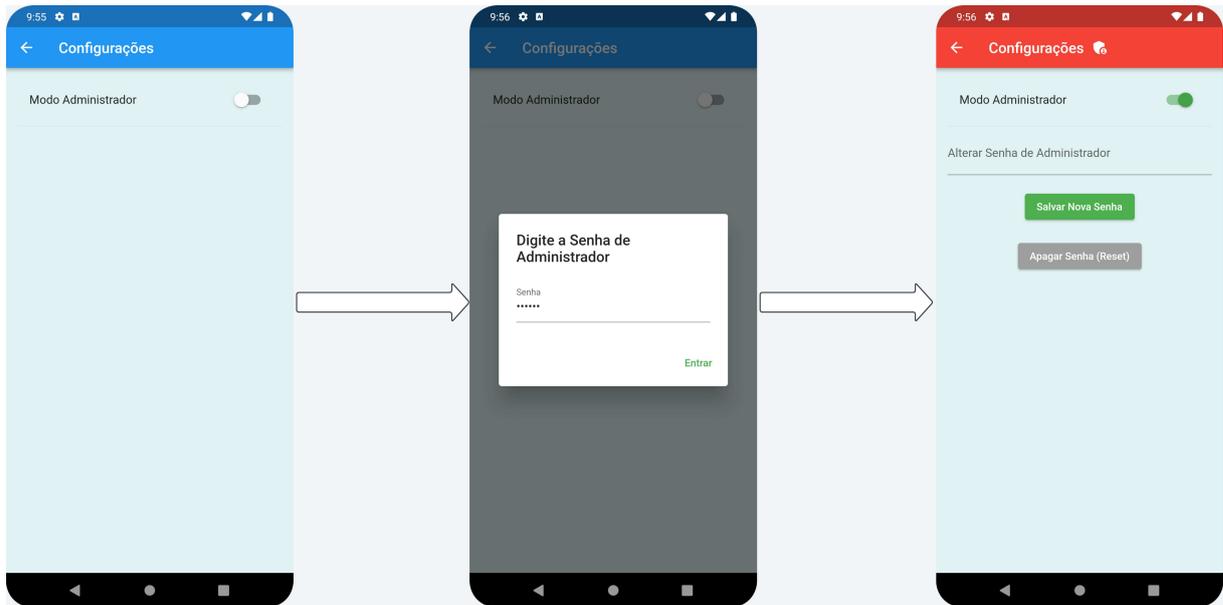
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.1 *Modo Administrador e Configurações*

O aplicativo possui um *modo administrador* destinado aos cuidadores ou educadores. O *modo administrador* pode ser ativado ou desativado conforme necessário, sendo requerida uma senha configurada no primeiro acesso ao aplicativo. A principal função do *modo administrador* é habilitar funções adicionais nas telas da agenda de atividades.

No *modo administrador*, o *layout* da interface é diferenciado para facilitar a identificação deste estado. Uma mudança de cor na barra superior da tela, juntamente com indicadores visuais, indica que o aplicativo está com o *modo administrador* ativado. A Figura 6 ilustra a tela de configuração de permissões e o *layout* do *modo administrador*.

Figura 6 – Tela de configuração e modo administrador.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2 Interface da Funcionalidade PECS

A funcionalidade central do aplicativo é o PECS, acessível por meio de uma interface projetada para ser intuitiva e semelhante ao sistema físico utilizado pelas crianças. A tela principal desta funcionalidade contém os elementos:

- **Colunas de Pictogramas:** As quatro colunas verticais apresentam os pictogramas disponíveis para seleção. Cada coluna permite que o usuário visualize múltiplas opções simultaneamente, facilitando a localização dos pictogramas desejados. Essa disposição em colunas busca replicar as fitas adesivas utilizadas no PECS físico para fixação dos pictogramas, proporcionando uma possível familiaridade para a criança, caso a mesma esteja realizando uma transição entre o sistema físico e o digital.
- **Menu Lateral de Categorias:** Localizado na lateral da tela, o menu permite que o usuário selecione diferentes categorias de pictogramas, como Atividades, Higiene, Partes do Corpo, entre outras. Ao selecionar uma categoria, os pictogramas correspondentes são carregados nas quatro colunas, permitindo que a criança encontre com facilidade as imagens relacionadas ao tema desejado. Essa funcionalidade organiza os pictogramas de forma lógica e intuitiva, agilizando a comunicação.
- **Barra de Montagem:** Localizada na parte inferior da tela, a barra de montagem é o espaço

onde o usuário arrasta e organiza os pictogramas selecionados. Esta área representa a construção da mensagem que a criança deseja comunicar. Ao organizar os pictogramas na ordem desejada, a criança está compondo uma frase ou expressão que será verbalizada pelo aplicativo.

- **Botão de Reprodução de Áudio:** Posicionado próximo à barra de montagem, este botão permite que a sequência de pictogramas posicionados seja transformada em uma frase verbalizada. Ao pressioná-lo, o aplicativo utiliza o sistema de conversão de texto em fala para reproduzir auditivamente a mensagem construída.

O usuário pode utilizar o menu lateral para selecionar a categoria desejada, atualizando os pictogramas exibidos nas quatro colunas. Em seguida, arrasta os pictogramas das colunas para a barra de montagem, organizando-os na ordem que melhor expressa seus desejos, necessidades ou sentimentos. Essa ação simula o processo físico de seleção e combinação de imagens no PECS tradicional.

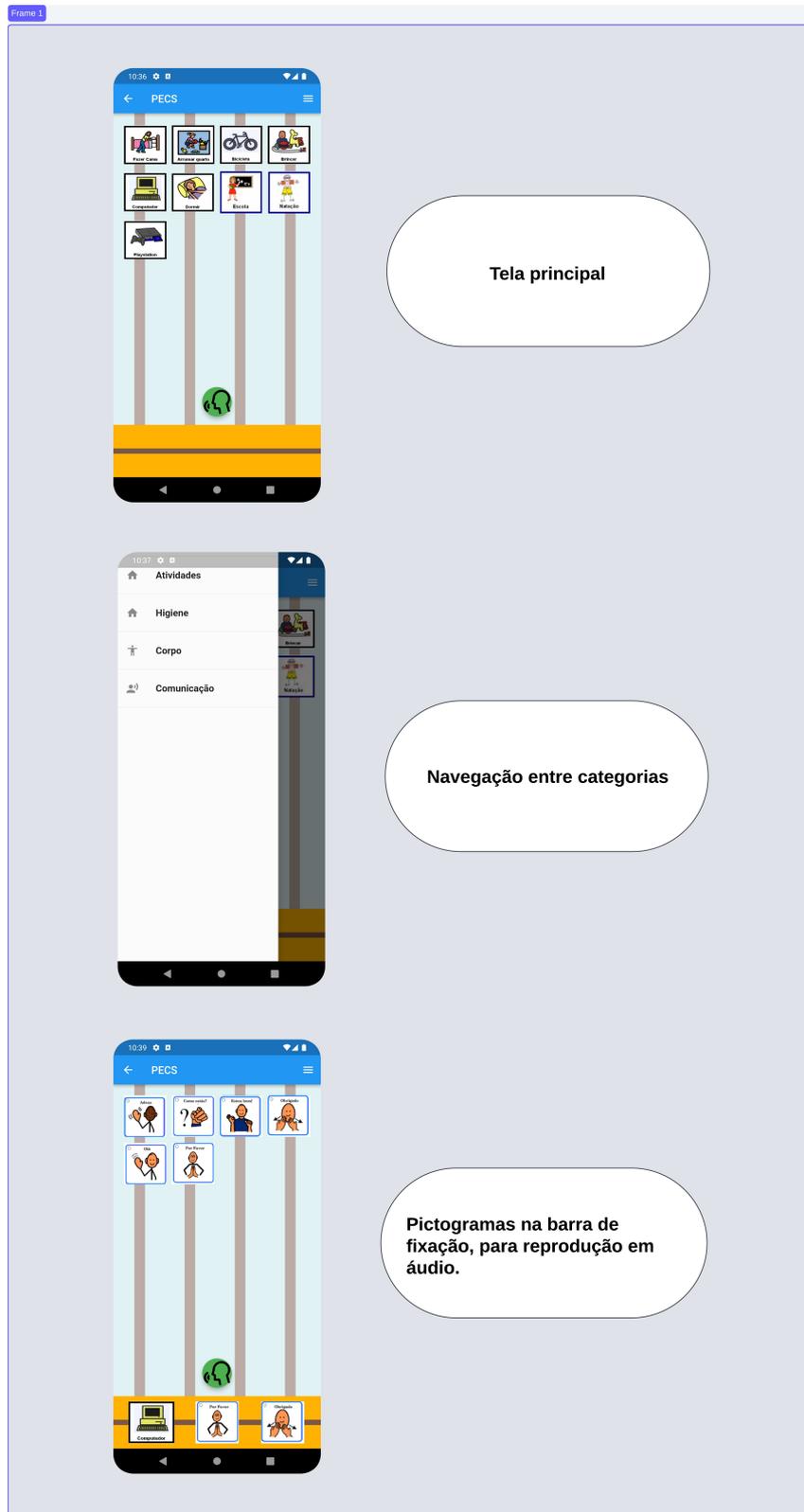
Quanto aos pictogramas, estão armazenados no aplicativo de forma estruturada, com o modelo possuindo os seguintes atributos:

- **Título:** Representa o texto associado ao pictograma, que será reproduzido pelo aplicativo ao converter a sequência de pictogramas em fala.
- **ID:** Um identificador único para cada pictograma, utilizado internamente para gerenciamento e manipulação dos dados.
- **Endereço da Imagem:** O caminho para o arquivo de imagem correspondente ao pictograma dentro do sistema de arquivos do aplicativo.
- **Categoria:** Indica a qual categoria o pictograma pertence, permitindo que seja organizado e filtrado adequadamente no menu lateral.

Essa estrutura de dados permite que o aplicativo gerencie eficientemente os pictogramas, facilitando a adição, remoção e atualização de imagens e informações associadas.

A Figura 7 mostra a interface principal e o fluxo de funcionamento da funcionalidade PECS, com a disposição dos pictogramas, o menu lateral de categorias e o botão de reprodução de áudio.

Figura 7 – Fluxo da funcionalidade PECS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.3 Interface da Agenda de Atividades

A tela principal da funcionalidade de agenda exibe uma lista das atividades e seus respectivos horários, ordenadas cronologicamente. Cada atividade é apresentada com seu pictograma representativo e o horário em que está programada. O acesso às funções de personalização é restrito ao *modo administrador*, assegurando que o usuário possa visualizar e seguir sua rotina sem modificar as atividades estabelecidas, sendo essa função delegada ao cuidador ou tutor.

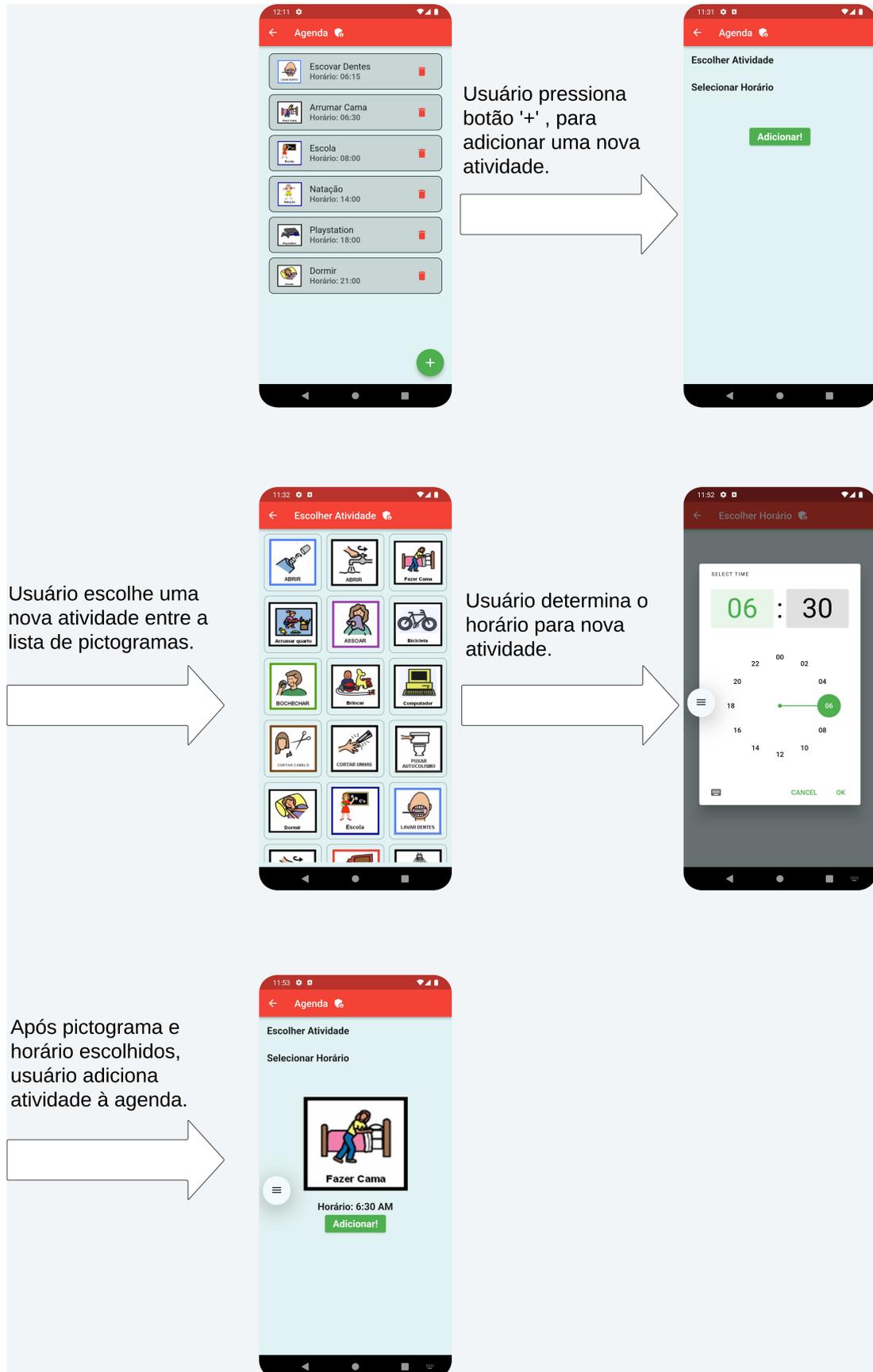
No *modo administrador*, o cuidador pode adicionar novas atividades, configurar os horários em que devem ocorrer e gerenciar as atividades existentes (8). Para adicionar uma nova atividade, o usuário seleciona um botão de adição, visível apenas neste modo, que o direciona para a tela de configuração da atividade. Nesta tela, é possível selecionar a atividade desejada a partir de uma coleção de pictogramas e definir o horário em que a atividade deve ocorrer, utilizando um seletor de tempo disponível.

Importante destacar que, no horário configurado, o aplicativo gera uma notificação nativa do *smartphone* para alertar o usuário sobre o início da atividade programada. Essa notificação pode ser sonora ou visual, dependendo das configurações do dispositivo, como o perfil silencioso ou modo vibratório. Essa funcionalidade permite que o usuário seja avisado de maneira autônoma sobre suas rotinas, e possivelmente o auxiliando na compreensão do fluxo de suas atividades diárias.

O *modo administrador* também permite remover atividades já programadas. Ícones de exclusão são exibidos ao lado de cada atividade na lista, acessíveis somente quando o aplicativo está neste modo. Isso possibilita que o cuidador mantenha a agenda atualizada de acordo com as necessidades da criança, ajustando horários e atividades conforme necessário.

A Figura 8 ilustra o fluxo de adição de uma nova atividade à agenda, incluindo a seleção do pictograma e a definição do horário.

Figura 8 – Fluxo da adição de uma nova atividade à agenda.



6 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos no teste piloto realizado com os usuários (ver Seção 4.3).

Os resultados das respostas dos cuidadores estão representados na Tabela 1 e no gráfico presente na Figura 9.

Tabela 1 – Distribuição das respostas do questionário

Afirmção	1	2	3	4	5
1	0%	0%	0%	33%	67%
2	0%	0%	0%	0%	100%
3	0%	0%	33%	67%	0%
4	0%	0%	0%	67%	33%
5	0%	0%	0%	0%	100%
6	0%	0%	0%	33%	67%
7	0%	33%	67%	0%	0%

As linhas correspondem às afirmações 1 a 7, e as colunas representam a pontuação de 1 a 5.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – Gráfico das respostas do questionário



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os resultados, observa-se que a funcionalidade PECS mostrou-se de fácil uso para as crianças, uma vez que 100% dos cuidadores concordaram com a afirmação 1, sendo 33% concordando parcialmente e 67% concordando totalmente. A função de Agenda de Atividades também se mostrou intuitiva, com 100% dos cuidadores concordando totalmente com a afirmação 2.

Em relação aos pictogramas utilizados no aplicativo (afirmação 3), 67% dos cuidadores concordaram parcialmente que são claros e facilitam a compreensão das atividades, enquanto 33% permaneceram neutros. Isso sugere a possibilidade de aprimorar a clareza ou aumentar a variedade dos pictogramas para melhor atender às necessidades dos usuários.

O modo administrador foi avaliado de forma positiva, com 100% dos cuidadores concordando totalmente que é intuitivo e fácil de configurar (afirmação 5).

Além disso, a funcionalidade de adicionar novas atividades à agenda foi considerada simples e de fácil execução, visto que 100% dos cuidadores concordaram com a afirmação 6, sendo 33% concordando parcialmente e 67% concordando totalmente.

Quanto ao interesse das crianças em utilizar o aplicativo novamente (afirmação 7), 67% dos cuidadores se mantiveram neutros, enquanto 33% discordaram parcialmente. Isso pode indicar que as crianças participantes não demonstraram interesse imediato em reutilizar o aplicativo, o que aponta para a necessidade de mais tempo de uso ou possíveis adaptações na aplicação para aumentar o engajamento.

Os resultados obtidos demonstram que o aplicativo foi bem recebido pelos cuidadores. A maioria das avaliações situa-se nos níveis 4 e 5 da escala, indicando concordância parcial ou total com as afirmações propostas. Isso reflete uma experiência de uso satisfatória.

As respostas neutras observadas em algumas afirmações, especialmente nas afirmações 3 e 7, sugerem que há espaço para melhorias, como a ampliação ou refinamento dos pictogramas utilizados e estratégias para aumentar o interesse contínuo das crianças no uso do aplicativo.

7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um aplicativo móvel de *código aberto*¹ voltado para o auxílio de crianças com TEA na comunicação alternativa e no gerenciamento de rotinas diárias. O aplicativo integra a funcionalidade PECS e uma agenda de atividades, oferecendo ferramentas adaptadas às necessidades específicas de crianças com dificuldades verbais.

Os resultados dos testes realizados indicaram uma recepção positiva. Observou-se que as crianças e os cuidadores conseguiram utilizar o aplicativo sem dificuldades significativas.

Entretanto, algumas áreas de melhoria foram identificadas. A ampliação e o refinamento do conjunto de pictogramas utilizados mostram-se necessários para atender a uma gama mais ampla de atividades e facilitar ainda mais a compreensão por parte das crianças. Além disso, embora a maioria das crianças tenha demonstrado interesse em reutilizar o aplicativo, estratégias adicionais podem ser implementadas para aumentar o engajamento contínuo.

Como melhorias futuras, a expansão do aplicativo para dispositivos móveis de telas maiores, como *tablets* e *iPads* permitiria uma interface mais ampla, potencializando a interação das crianças com os elementos visuais e aprimorando a usabilidade. Outra melhoria significativa seria investir na aquisição e desenvolvimento de um banco de pictogramas mais extenso e de alta qualidade, contemplando uma variedade maior de atividades e conceitos, o que contribuiria para a efetividade da comunicação por meio do aplicativo.

Em suma, o aplicativo desenvolvido teve um resultado positivo, pois demonstrou a capacidade de se desenvolver uma aplicação de CAA, com uma interface intuitiva e de fácil uso, utilizando de equipamentos cotidianos como um *smartphone*, uma vez que o mesmo teve suas funções utilizadas sem dificuldades pelos usuários testados.

¹ O código-fonte do aplicativo está disponível em: <https://github.com/danipresto/picsapp>. Acesso em: 4 out. 2024.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION, A. P. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)**. 5. ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013.
- BONDY, A.; FROST, L. The picture exchange communication system. **Behavior Modification**, v. 35, n. 5, p. 725–744, 2011.
- CARON, J.; LIGHT, J.; MCNAUGHTON, D. Effects of a literacy feature in an augmentative and alternative communication app on single-word reading of individuals with severe autism spectrum disorders. **Research and Practice for Persons with Severe Disabilities**, v. 46, n. 1, p. 18–34, 2021.
- FAGE, C.; POMMEREAU, L.; CONSEL, C. *et al.* Tablet-based activity schedule in mainstream environment for children with autism and children with id. In: **Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2016. p. 1908–1913. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2854156>.
- FLIPPIN, M.; RESZKA, S.; WATSON, L. R. Effectiveness of the picture exchange communication system (pecs) on communication and speech for children with autism spectrum disorders: A meta-analysis. **American Journal of Speech-Language Pathology**, American Speech-Language-Hearing Association, v. 19, n. 2, p. 178–195, 2010.
- GOOGLE. **Flutter Documentation**. [S. l.], 2023. Acesso em: 25 set. 2024. Disponível em: <https://flutter.dev/docs>.
- GOOGLE. **Dart Language Overview**. [S. l.], 2024. Acesso em: 25 abr. 2024. Disponível em: <https://dart.dev/guides/language>.
- GOOGLE. **Flutter Widgets Overview**. [S. l.], 2024. Acesso em: 25 abr. 2024. Disponível em: <https://flutter.dev/docs/development/ui/widgets-intro>.
- HART, S. L.; BANDA, D. R. Achieving generalized requesting with the picture exchange communication system in children with autism. **Journal of Applied Behavior Analysis**, Wiley Online Library, v. 43, n. 1, p. 53–67, 2010.
- KNIGHT, V.; SARTINI, E.; SPRIGGS, A. D. Evaluating visual activity schedules as evidence-based practice for individuals with autism spectrum disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, Springer, v. 44, n. 8, p. 2201–2212, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2201-z>.
- LIGHT, J.; MCNAUGHTON, D. Supporting the communication, language, and literacy development of children with complex communication needs: State of the science and future research priorities. **Augmentative and Alternative Communication**, Taylor & Francis, v. 28, n. 2, p. 75–97, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400435.2011.648717>.
- LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes**. [S. l.]: Archives of Psychology, 1932. v. 140. 1–55 p.
- LORD, C.; ELSABBAGH, M.; BURSZTYN, N.; CARRASCO, M. Autism spectrum disorder. **The Lancet**, v. 392, n. 10146, p. 508–520, 2020.

MAENNER, M. J.; SHAW, K. A.; BAIIO, J.; WASHINGTON, A.; PATRICK, M.; DIRIENZO, M.; CHRISTENSEN, D. L.; WIGGINS, L. D.; PETTYGROVE, S.; ANDREWS, J. G. *et al.* Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years–autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, united states, 2020. **Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries**, Centers for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services, v. 70, n. 11, p. 1–16, 2021.

MUHARIB, R.; WALKER, V.; DUNN, W. Effects of interventions involving tablet-based speech-generating devices for individuals with asd: A meta-analysis. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, Springer, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10803-023-06173-6>.

POSAR, A.; VISCONTI, P. Update about “minimally verbal” children with autism spectrum disorder. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 40, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2022/40/2020158>.

SOTO, G.; CLARKE, M. T. Effects of a conversation-based intervention on the linguistic skills of children with motor speech disorders who use augmentative and alternative communication. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, American Speech-Language-Hearing Association, v. 60, n. 5, p. 1247–1265, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0246.

SOUHA, A.; BENADDI, L.; OUADDI, C.; JAKIMI, A. Comparative analysis of mobile application frameworks: A developer’s guide for choosing the right tool. **Procedia Computer Science**, Elsevier, 2024.

APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÕES DE SOFTWARE

A.2 Introdução

Este documento especifica os requisitos funcionais e não funcionais, bem como as regras de negócio e demais detalhes referentes ao desenvolvimento de um aplicativo móvel destinado a auxiliar crianças com dificuldades de comunicação, incluindo aquelas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O aplicativo integra o Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS) e uma agenda de atividades, oferecendo ferramentas que visam promover a comunicação alternativa e o gerenciamento de rotinas diárias. Este documento fornece ao desenvolvedor as informações necessárias para o projeto, implementação, testes e homologação do sistema.

A.3 Visão Geral

O aplicativo proposto tem como objetivo principal facilitar a comunicação e a organização diária de crianças com dificuldades de fala. Utilizando tecnologias como *Flutter* e *Dart*, o aplicativo oferece uma interface intuitiva que permite a interação com pictogramas, a construção de frases e a reprodução sonora das mensagens. Além disso, inclui uma funcionalidade de agenda de atividades que auxilia na estruturação das rotinas diárias, proporcionando previsibilidade e segurança para as crianças.

A.4 Escopo do Projeto

Nesta seção, é descrito o escopo do projeto, suas limitações e sua finalidade.

A.4.1 Finalidade do Aplicativo

Desenvolver um aplicativo móvel que auxilie crianças com dificuldades de comunicação a expressarem seus desejos, necessidades e sentimentos, bem como a organizarem suas rotinas diárias. O aplicativo integra o Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS) com um dispositivo gerador de fala, além de oferecer uma agenda de atividades personalizada.

A.4.2 Limites do Aplicativo

O aplicativo é compatível com dispositivos móveis que suportam a plataforma *Flutter*, sendo necessário que o dispositivo possua o sistema operacional *Android* versão 5.0 "*Lollipop*" ou superior, ou o sistema operacional *iOS* 12.0 ou superior.

A.5 Descrição dos Requisitos e Regras de Negócio

A seguir, são apresentados os requisitos funcionais, não funcionais, suplementares e as regras de negócio identificadas para o desenvolvimento do aplicativo.

A.5.1 Requisitos Funcionais

Identificador: RF01

Descrição: O sistema deve permitir que o usuário selecione pictogramas a partir de diferentes categorias.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: Nenhum

Identificador: RF02

Descrição: O sistema deve permitir que o usuário arraste e solte os pictogramas para construir mensagens.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: RF01

Identificador: RF03

Descrição: O sistema deve converter a sequência de pictogramas selecionados em texto e reproduzir a mensagem em áudio ao pressionar o botão de reprodução.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: RF02

Identificador: RF04

Descrição: O sistema deve permitir que o cuidador adicione novas atividades à agenda com pictogramas e horários específicos.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: Nenhum

Identificador: RF05

Descrição: O sistema deve emitir notificações sonoras no horário programado para cada atividade da agenda.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: RF04

Identificador: RF06

Descrição: O sistema deve permitir que o cuidador remova atividades já programadas na agenda.

Prioridade: Importante

Requisitos associados: RF04

Identificador: RF07

Descrição: O sistema deve oferecer um modo administrador com acesso restrito para cuidadores configurarem o aplicativo.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: RF04, RF06

Identificador: RF08

Descrição: O sistema deve armazenar as preferências e configurações do usuário de forma persistente.

Prioridade: Essencial

Requisitos associados: Nenhum

A.5.2 Requisitos Não Funcionais

Identificador: RNF01

Descrição: O sistema deve apresentar tempos de resposta inferiores a 2 segundos para ações de interação do usuário.

Prioridade: Essencial

Categoria: Desempenho

Identificador: RNF02

Descrição: A interface do usuário deve ser intuitiva e adequada para crianças com dificuldades de comunicação.

Prioridade: Essencial

Categoria: Usabilidade

Identificador: RNF03

Descrição: O sistema deve ser compatível com dispositivos móveis *Android* versão 5.0 ou superior.

Prioridade: Essencial

Categoria: Portabilidade

Identificador: RNF04

Descrição: O sistema deve ser compatível com dispositivos móveis *iOS* versão 12.0 ou superior.

Prioridade: Essencial

Categoria: Portabilidade

Identificador: RNF05

Descrição: O sistema deve utilizar padrões de acessibilidade, como tamanhos adequados de fontes e botões, e alto contraste de cores.

Prioridade: Essencial

Categoria: Acessibilidade

A.5.3 Requisitos Suplementares

Identificador: RS01

Categoria: Tecnológico

Descrição: O sistema deve ser desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Dart* e o *framework Flutter*.

Identificador: RS02

Categoria: Tecnológico

Descrição: O sistema deve utilizar o mecanismo de conversão de texto em fala (*Text-to-Speech*)

Identificador: RS03

Categoria: Interface

Descrição: As telas do sistema devem ser adaptáveis a diferentes tamanhos de tela, priorizando a responsividade em smartphones.

Identificador: RS04

Categoria: Segurança

Descrição: O acesso ao modo administrador deve ser protegido por senha ou outro método de autenticação simples.

Identificador: RS05

Categoria: Interface

Descrição: O sistema deve permitir a personalização dos pictogramas, incluindo adição, remoção e edição.

Requisitos associados: RF07

A.5.4 Regras de Negócio

Identificador: RN01

Prioridade: Essencial

Descrição: Somente o administrador pode adicionar, editar ou remover pictogramas e atividades da agenda.

Identificador: RN02

Prioridade: Importante

Descrição: O sistema deve manter a consistência dos dados, garantindo que os pictogramas e atividades sejam exibidos corretamente após alterações.

Identificador: RN03

Prioridade: Essencial

Descrição: As notificações sonoras devem ser emitidas mesmo que o aplicativo não esteja em uso ativo, desde que o dispositivo esteja ligado.

Identificador: RN04

Prioridade: Importante

Descrição: O sistema deve permitir a restauração das configurações padrão, caso o cuidador deseje redefinir as preferências do aplicativo.

A.6 Conclusão

Este documento detalha as especificações de software necessárias para o desenvolvimento do aplicativo. Ao seguir estes requisitos e regras de negócio, espera-se que o sistema atenda às necessidades dos usuários, proporcionando uma ferramenta eficaz para auxiliar na comunicação e organização diária de crianças com dificuldades de fala. O cumprimento destes requisitos é fundamental para o sucesso do projeto e para o alcance dos objetivos propostos.