

# Um estudo aplicado de comunicação aumentada para deficientes físico-motores

Guilherme Enes Pecci<sup>1</sup>, Lucca Ferri de Souza<sup>1</sup>

Orientador: Prof. Dr. Antonio Luiz Basile<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Computação e Informática – Universidade Presbiteriana Mackenzie –  
Rua da Consolação, 930 – Consolação, São Paulo – SP, 01302-907

guilherme.epecci@gmail.com, lucca.f.souza06@gmail.com,  
antonio.luiz.basile@mackenzie.br

**Abstract.** *Physical-motor disability affects individuals in terms of mobility, motor coordination and speech, the latter being the focus of this article, in which an analysis is carried out of the current state of guidelines for accessibility, applications and technologies that help individuals with physical-motor disabilities along with the speech disorder and, after this analysis, an application of augmented communication for the iOS operating system with these guidelines applied has been developed.*

**Keywords:** *Physical-motor disability. Speech disorder. Accessibility. Augmented communication. Analysis.*

**Resumo.** *A deficiência físico-motora afeta indivíduos em termo de mobilidade, coordenação motora e fala, a última sendo o foco deste artigo, no qual realiza-se uma análise do estado atual de diretrizes para acessibilidade, aplicações e tecnologias que auxiliam indivíduos com deficiência físico-motora junto do distúrbio de fala e, após essa análise, foi desenvolvido um aplicativo de comunicação aumentada para o sistema operacional iOS com essas diretrizes aplicadas.*

**Palavras-chave:** *Deficiência físico-motora. Distúrbio de fala. Acessibilidade. Comunicação aumentada. Análise.*

## 1. Introdução

O conceito de deficiência físico-motora é a variedade de condições que afetam o indivíduo em termos de mobilidade, de coordenação motora geral, em decorrência de lesões neurológicas, neuromusculares e ortopédicas, ou ainda, de malformações congênitas ou adquiridas em consequência de acidentes ou doenças. É considerada pessoa com deficiência físico-motora aquela que apresenta alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo, acarretando o comprometimento da função física e/ou motora [CAMPBELL, 2009]. A deficiência físico-motora pode ter várias etiologias, entre as principais estão os fatores genéticos, fatores virais ou bacterianos, fatores neonatais, fatores traumáticos (especialmente os medulares).

A deficiência físico-motora pode afetar o indivíduo em termos de mobilidade, de coordenação motora geral ou da fala [MPGO, 2008]. Tendo isso em vista, estes indivíduos costumam ter cuidadores ou familiares para auxiliarem em sua vida cotidiana dependendo do grau de dificuldade de sua deficiência.

Dentro do contexto apresentado acima e de acordo com a LEI No 10.098 DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, é garantido: "tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" [Brasil, 2000], iniciou-se um estudo e foi desenvolvido um protótipo de aplicativo para sistemas Apple, focado no auxílio de um indivíduo com deficiência físico-motora e que apresente problemas relacionados ao distúrbio de fala.

Este trabalho teve o propósito de estudar diretrizes de acessibilidade para desenvolver um aplicativo mobile acessível para pessoas com deficiência físico-motora, que permite ao usuário selecionar imagens ou digitar frases que representam ações, que serão reproduzidas através de um sintetizador de voz nativo do sistema operacional iOS.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Acessibilidade e Tecnologias Assistivas**

Em concordância com o Artigo 3º da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), acessibilidade pode ser definida como “a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida” [Brasil, 2015]. Tendo essa definição pode-se dizer, de forma simplificada, que o conceito de Acessibilidade é permitir um acesso igualitário a serviços ou bens para a maioria da população.

Para se desenvolver uma aplicação que seja acessível, deve-se falar primeiro de tecnologias assistivas, que é um termo ainda novo utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão [BERSCH; TONOLLI, 2006]. Dentro desse contexto, existem aparelhos externos e softwares especiais, que são os programas especiais de computador que possibilitam ou facilitam a interação do aluno portador de deficiência com a máquina [FLORES, 2011], gerando inclusão para pessoas com deficiência físico-motora utilizarem aparelhos móveis e computadores.

Um exemplo de tecnologia assistiva é o Colibri [TiX], um dispositivo sem fios para que pessoas com pouca mobilidade, que não conseguem usar as mãos ou tem dificuldades, controlem seus celulares, tablets e computadores. Tem baixo custo e seu funcionamento é através de um sensor que capta movimentos intuitivos da cabeça para controlar o ponteiro do mouse com precisão na tela do dispositivo, e os cliques são feitos com o piscar dos olhos ou com a bochecha, permitindo assim que, com pequenas movimentações, o usuário consiga acessar seus aplicativos desejados. Pode ser instalado em qualquer armação de óculos e não necessita de um software, dependendo apenas que o aparelho em uso possua bluetooth. Outro exemplo é o TiX (Teclado Inteligente Multifuncional), que dá autonomia para pessoas com limitações físico-motoras para se

expressarem através de palavras e textos e funciona através do toque nas teclas, podendo também ser acionado através do piscar dos olhos.

## **2.2. Diretrizes de Acessibilidade**

Quando se trabalha com aplicativos móveis ou aplicações na web, as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1 abrangem recomendações com a finalidade de tornar o conteúdo mais acessível. Seguir estas diretrizes irá tornar o conteúdo acessível a um maior número de pessoas com deficiência, incluindo acomodações para cegueira e baixa visão, surdez e baixa audição, limitações de movimentos, incapacidade de fala, fotossensibilidade e combinações destas características, e alguma acomodação para dificuldades de aprendizagem e limitações cognitivas; mas não abordará todas as necessidades de usuários com essas deficiências. [W3C, 2018].

Essas diretrizes tratam para que a aplicação não seja apenas acessível para pessoas com algum tipo de deficiência, mas também para os indivíduos que precisam de acessibilidade temporária. Existem diretrizes para quando o usuário precisa navegar pela aplicação, quando há um ruído externo onde não é possível receber feedback sonoro, alternativas para a visualização de textos na tela do celular, entre outras diretrizes presentes no WCAG. As diretrizes abordadas com foco maior no desenvolvimento da aplicação serão descritas mais especificamente em Metodologia.

Neste projeto também foram utilizadas as diretrizes de acessibilidade do VoiceOver em aplicações Apple levantadas com a finalidade de melhor auxiliar usuários pela escassez de diretrizes deste tipo dentro do mundo mobile [BRAGA; PETERSEN; LEITE, 2021].

## **2.3. Perfil das pessoas com deficiência físico-motora e pessoas com distúrbio de fala**

A deficiência físico-motora está relacionada ao impedimento, físico, sensorial, mental e intelectual, que resulte em limitações substanciais para a pessoa realizar uma ou mais atividades importantes de sua vida [MYERS; LINDBURG; NIED, 2014]. As acepções mais atualizadas sobre os domínios das deficiências elencam quatro elementos como essenciais, padronizando a linguagem, para possibilitar a comparação dos diversos países, sendo eles: mobilidade, visão, audição e cognição [United Nations, 2008]. Logo, a deficiência motora relaciona-se ao elemento de mobilidade.

De acordo com o Censo Demográfico realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 45.623.910 pessoas, 23,9% da população brasileira, declararam possuir algum tipo de deficiência ou grau de dificuldade, entre eles os referentes à deficiência e/ou dificuldade motora totalizaram 6,95%, sendo 2,3% deles com grande dificuldade e cerca de 0,4% que declararam não conseguir se mover de modo algum [IBGE, 2018].

Distúrbio de fala é uma disfunção na produção e/ou compreensão da linguagem escrita ou falada que pode levar a uma afasia ou disfasia, afetando a semântica, a fonologia e a sintaxe e, portanto, à impossibilidade total ou parcial de comunicação [BRANDÃO et al., 2011].

Pessoas com distúrbio de fala podem ser categorizadas de acordo com a inteligibilidade de sua fala, a qual pode ser definida como o grau com o qual a mensagem

do falante pode ser decodificada pelo ouvinte [KENT et al., 1989], ou pelos quadros semiológicos característicos: afasias - transtornos da linguagem; disartria - incoordenação dos músculos da fala; disfonia - mudança da voz. Dentre os distúrbios conhecidos no cérebro que podem levar à afasia, podemos destacar os três principais tipos: afasia motora ou de Broca, afasia de expressão ou de Wernicke e afasia de condução. Pode coexistir mais de uma forma, determinando afasia global ou total [JORDAN; HILLIS, 2006; ENGELTER et al., 2006].

#### **2.4. Scrum**

O termo metodologia ágil tem como significado a elaboração de práticas e técnicas para o desenvolvimento ágil de projetos, assim buscando acelerar os prazos de desenvolvimento, sem perder a qualidade do produto. Dentro deste contexto, existe o Scrum, que tem o seu progresso baseado em uma série de iterações bem definidas, cada uma com duração de 2 a 4 semanas, chamadas Sprints [PEREIRA; TORREÃO; MARÇAL, 2007].

Durante a execução da Sprint, o time envolvido realiza reuniões diárias (Daily Meeting), que duram em torno de 15 minutos e que tem como objetivo apresentar como está o progresso de cada um, para assim se ter uma visão geral de como está o time. Por fim, mas não menos importante, ao final de cada Sprint é feita uma cerimônia chamada reunião de revisão (Review), onde se deve apresentar o que foi produzido, impedimentos durante o processo e os resultados alcançados.

O Scrum é mais utilizado por equipes de desenvolvimento de software, mas por ser uma metodologia versátil, pode ser utilizada por outras áreas e em outros contextos.

#### **2.5. Trabalhos Correlatos**

OLIVEIRA E MEIRELLES (2017) discutem a aplicação de técnicas de ensino para melhorar o aprendizado de pessoas com deficiência físico-motora. A solução que os autores testaram foram jogos educativos com enfoque em Tecnologia Assistiva e, após uma oficina prática para teste, chegaram aos resultados de que a solução proposta oferece formas alternativas de realizar as atividades escolares e de se comunicarem, possibilitando a participação maior dos deficientes físico-motores.

BIANCA E VALDICK (2016) levantam os problemas que deficientes físico-motores têm ao utilizar celulares, e apresentam diversos softwares de acessibilidade, dentre eles um chamado Arboard, que tem como proposta a comunicação aumentada alternativa visando deficientes físico-motores. Este software utiliza imagens de letras do alfabeto em tamanho ampliado, facilitando assim com que o usuário consiga selecionar letra por letra para formar frases e expressar seus desejos. Foi desenvolvido para poder continuar funcionando off-line, ou seja, mesmo em local sem sinal de internet o usuário continuará podendo usar o aplicativo que se encontra disponível para Android e Windows.

HUERTAS E NOHAMA (2014) vendo que pessoas com distúrbio de fala, causados por problemas físicos ou psicológicos, estão expostas a impactos pessoais e/ou sociais, desenvolveram um aplicativo para tablets que utiliza o sistema operacional Android para auxiliar na comunicação. A maneira que o aplicativo funciona é agrupando figuras em categorias previamente definidas e adicionando a voz que não é possível expressar de forma natural. Testes foram realizados distribuindo tablets com a aplicação

em uma escola e um hospital da cidade de Curitiba-PR, Brasil, com a finalidade de colocar em prática o seu uso nas atividades diárias de terapia deste grupo de pacientes. A conclusão obtida foi que o aplicativo é eficiente na evocação de mensagens vocais gravadas e que a portabilidade que os dispositivos de comunicação móvel apresentam pode ser usada como ferramenta de apoio.

MCNAUGHTON E BRYEN (2009) fazem uma revisão de pesquisa descrevendo o uso de comunicação aumentada e alternativa (AAC) para o suporte de adolescentes e adultos com deficiências físico-motoras. A revisão focou em três domínios principais de participação: educação e treinamento, ambientes de trabalho e oportunidades de interação social. Como resultados ressaltam 5 áreas de pesquisa e desenvolvimento relacionadas a AAC que precisam ser levadas em conta para futuros projetos, sendo elas: comunicação cara a cara; comunicação a distância; treinamento e suporte para uso de sistemas; aplicações adaptadas; e suportes para independência em operações, desenvolvimento e manutenção.

### 3. Metodologia

Iniciou-se com a revisão literária específica geral acerca de aplicações para comunicação aumentada de deficientes físico-motores para aprofundamento do tema. O foco do estudo envolveu os conceitos fundamentais sobre o que é acessibilidade de comunicação para deficientes físico-motores, assim como sua importância, além de boas práticas ao implementar esses conceitos em dispositivos móveis e determinar quais aplicações ou tecnologias assistivas já existem na atualidade para o auxílio desses indivíduos.

#### 3.1. Diretrizes de Acessibilidade

Para o desenvolvimento desse projeto foi feito um filtro dentre as diretrizes sugeridas pelo WCAG 2.1 [W3C, 2018], analisando quais seriam úteis para indivíduos com movimentos limitados e com dificuldade para se comunicar, e dentre elas foram escolhidas as seguintes como uma base a ser seguida:

**Tabela 1 - Primeira Diretriz do WCAG, chamada Perceptível.**

**Fonte: W3C.**

1.1 Alternativas em Texto	Fornecer alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual.
1.3 Adaptável	Criar conteúdo que pode ser apresentado de diferentes maneiras (por exemplo um layout simplificado) sem perder informação ou estrutura.
1.4 Discernível	Facilitar a audição e a visualização de conteúdo aos usuários, incluindo a separação entre o primeiro plano e o plano de fundo.

1.4.1 Utilização de Cores	Usar cores para indicar ações, respostas ou destacar um elemento visual.
---------------------------	--

**Tabela 2 - Segunda Diretriz do WCAG, chamada Operável.**

**Fonte: W3C.**

2.4 Navegável	Fornecer maneiras de ajudar os usuários a navegar, localizar conteúdos e determinar onde se encontram.
---------------	--

**Tabela 3 - Terceira Diretriz do WCAG, chamada Compreensível.**

**Fonte: W3C.**

3.1 Legível	Tornar o conteúdo do texto legível e compreensível.
3.2 Previsível	Fazer com que apareça e funcione de modo previsível.

**Tabela 4 - Quarta Diretriz do WCAG, chamada Robusto.**

**Fonte: W3C.**

4.1 Compatível	Maximizar a compatibilidade entre os atuais e futuros agentes de usuário, incluindo tecnologias assistivas.
----------------	---

Além do WCAG, também foram utilizadas as seguintes diretrizes de Acessibilidade do VoiceOver [BRAGA; PETERSEN; LEITE, 2021]:

**Tabela 5 - Diretrizes de Acessibilidade do VoiceOver.**

**Fonte: BRAGA; PETERSEN; LEITE.**

<b>1. Perceptível</b>	O VoiceOver deve ser capaz de nomear a grande maioria de elementos presentes na aplicação para que o mesmo entenda melhor o uso dos elementos. Dentre eles destacam-se: botões, caixas de imagens, caixas de texto interageis e não, barra de pesquisa, entre outros.
<b>3. Compreensível</b>	Todo conteúdo de texto na aplicação deve ser legível. Deve-se especificar rótulos ou instruções para que o objetivo desse elemento seja evidente e compreensível.

4. <b>Multimídia</b>	Imagens devem possuir uma descrição detalhada ou o uso de <i>Label</i> e <i>Hint</i> são indicados para o uso do VoiceOver. Deve-se dar preferência à <i>Labels</i> já que <i>Hints</i> podem ser desativadas.
----------------------	--

### 3.2. Desenvolvimento do Aplicativo

A leitura e análise dos fundamentos teóricos obtidos pela WCAG 2.1 e trabalhos correlatos encontrados tiveram como objetivo a implementação de um aplicativo para a plataforma iOS, que pudesse auxiliar deficientes físico-motores com dificuldade de fala a se comunicarem e serem mais independentes.

Com isso, utilizando a metodologia ágil do SCRUM, as etapas de desenvolvimento do projeto foram divididas em sprints, que são prazos de tempo para se fazerem entregas do desenvolvimento, tendo na tabela 6 e nos parágrafos seguintes o detalhamento da divisão e duração das sprints no projeto.

Cada sprint corresponde a duas semanas, e serve como documentação do que foi produzido naquele intervalo de tempo. Em ordem de processos, foi criado primeiro o protótipo de alta fidelidade, utilizando o Figma como base, que foi desenvolvido de acordo com as diretrizes de acessibilidade escolhidas para trazer uma experiência mais intuitiva e acessível para os usuários.

O próximo passo foi a codificação do aplicativo na linguagem Swift pela documentação detalhada de seus frameworks, além de possuir diversos recursos de acessibilidade com o uso de bibliotecas nativas, como o AVSpeechSynthesizer, que permite a criação de falas sintetizadas em diferentes línguas a partir de texto, e o uso do VoiceOver, que permite ter audiodescrição dos elementos na tela e fontes com tamanhos adaptativos.

**Tabela 6 - Etapas de desenvolvimento da aplicação.**

**Fonte: Autores.**

Sprint	Desenvolvido	Duração
1	protótipo de alta fidelidade, utilizando o Figma	2 semanas
2	Codificação do aplicativo na linguagem Swift	2 semanas

A arquitetura do projeto utilizada foi a MVC (Model-View-Controller, em português Modelo-Visão-Controle) com Coordinator conforme a Figura 1. Essa arquitetura tem como característica a separação das responsabilidades das classes, dividindo estas em grupos específicos. A View é a classe que irá exibir a parte visual para o usuário e está responsável por repassar as ações do usuário na tela. A Controller é responsável por receber da View a informação da interação do usuário e repassar para o Presenter, que irá tratar as informações, caso seja preciso, de acordo com as regras de negócio. O model é responsável por guardar as informações importantes a respeito do fluxo, e pode ser passado para a View para a construção da mesma. O CoreData funciona como um banco de dados local, e guarda informações relevantes dos usuários e se

comunica com o Presenter e, por fim, o Coordinator é o responsável por coordenar os fluxos da aplicação, decidindo qual tela deve aparecer e quando deve aparecer.

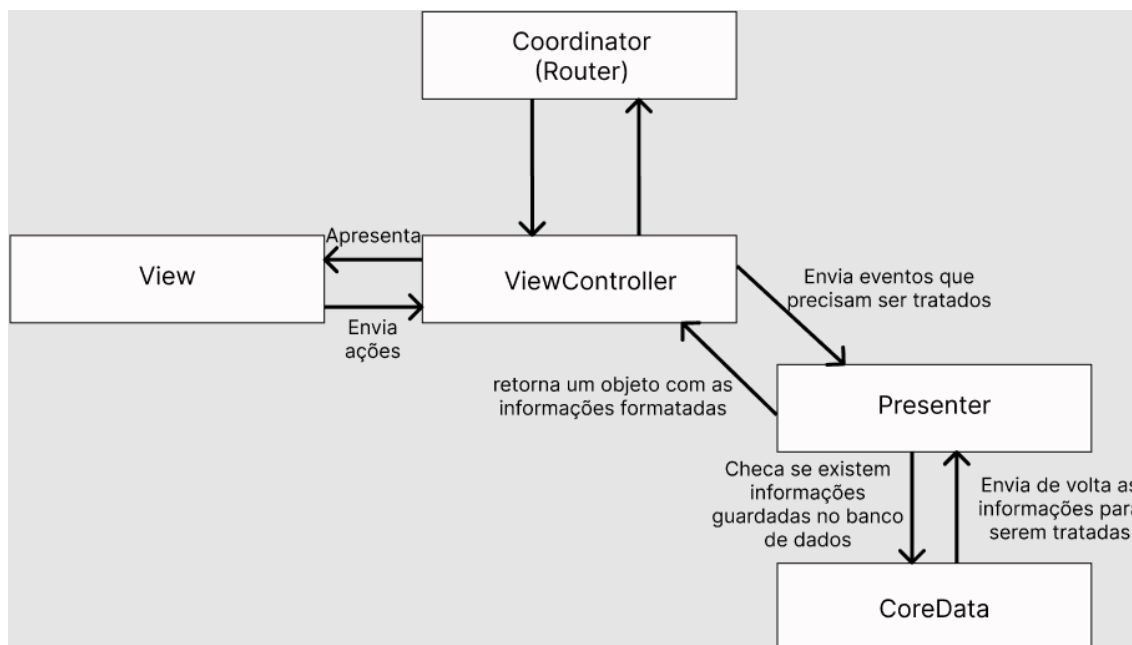


Figura 1. Diagrama da arquitetura.

Fonte: Autores.

## 4. Resultados

### 4.1. Página inicial do aplicativo

O aplicativo desenvolvido, denominado Fala Expressa, tem como principal característica ser uma tecnologia assistiva, pois tem como foco a participação de pessoas com deficiência, visando à inclusão social, aumento de independência, à qualidade de vida e autonomia destas em suas atividades diárias.

O design e interface foram construídos com base nas diretrizes previamente analisadas e informadas, possuindo contraste de cores para discernir elementos clicáveis em relação ao fundo do aplicativo, cada card contando com uma imagem e uma alternativa em texto para a imagem e tendo suporte apenas para o modo Portrait, uma vez que a orientação landscape não consegue trazer uma experiência fluída, dificultando a navegação para os usuários. Trazer suporte para ambas as orientações também ocasionaria em diversas modificações no fluxo ao requisitar ajuste do enquadramento na tela, dificultando o uso.

A primeira tela da aplicação é apresentada na Figura 2, onde ao abrir o aplicativo existem dois botões, um para acessar sua biblioteca com cards e outro que leva o usuário a uma tela onde ele pode redigir frases que serão ditadas pelo próprio aplicativo, essas telas serão mais aprofundadas nos tópicos 4.2 e 4.3 respectivamente. É importante ressaltar que ambos os botões são configurados para funcionar com o VoiceOver, pois cada um possui um Accessibility Hint e um Accessibility Trait, para que pessoas com baixa visão consigam usar o aplicativo e saber o que cada elemento da tela representa.



Abaixo dos botões, existe uma coleção com diversos cards com ações para o usuário selecionar, o aplicativo utiliza um sintetizador de voz para comunicar frases já gravadas e relacionadas ao card que foi selecionado. Estes também possuem acessibilidade ao VoiceOver, além do tamanho do texto e das imagens se adaptarem às configurações do sistema operacional do usuário, ou seja, caso estejam configuradas pelo sistema letras maiores, o aplicativo irá condizer com essas configurações e apresentará letras maiores e imagens maiores para promover a acessibilidade necessária ao usuário.



**Figura 2. Tela inicial do Fala Expressa.**

**Fonte: Autores.**

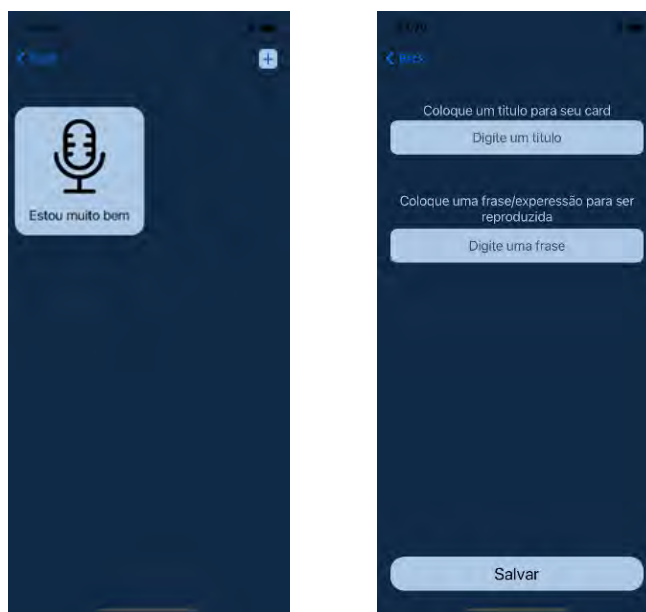
## **4.2. Biblioteca Pessoal**

O botão “Sua biblioteca” da tela principal leva o usuário para a Figura 3 (imagem da esquerda), uma tela onde ele pode criar diversas frases curtas ou expressões diferentes de acordo com seu próprio vocabulário e salvá-las para utilização futura deixando assim o aplicativo mais customizável e único para cada um.

Para se criar um card novo basta clicar no botão de adição no canto superior direito da tela. O usuário será redirecionado para a Figura 3 (imagem da direita) uma tela onde ele pode dar um título e uma descrição para a ação, e assim clicar no botão salvar. Todos os textos da tela de criação estão com configurações de acessibilidade para aumentarem de tamanho caso seja o desejo do usuário.

Vale ressaltar que o aplicativo guarda todos os cards criados pelos usuários em um banco de dados local e nativo do iOS chamado CoreData. Isso significa que os dados só serão perdidos se o aplicativo for desinstalado, caso contrário sempre serão carregados, mesmo se o aplicativo for fechado, não havendo necessidade de se manter uma instância do mesmo sempre aberta. Como o banco de dados é local, não é necessário fazer nenhum tipo de requisição externa, o que evita também o uso de telas de carregamento, que poderiam confundir o usuário e deixar a experiência mais complexa.

Após a criação, o usuário é redirecionado para a tela anterior, agora com o card que criou sendo mostrado. É importante ressaltar que toda a tela funciona com tamanho dinâmico de fonte, recurso do sistema operacional chamado “Texto Maior” que, caso esteja ativo, irá determinar o tamanho das fontes nos aplicativos que tiverem suporte para esse recurso. Por fim, o usuário pode selecionar o card que criou e o mesmo será sintetizado e reproduzido em forma de áudio pelo aplicativo, usando a frase que o usuário configurou em sua criação.



**Figura 3. Tela da lista salva na biblioteca (esquerda) e tela para criação de card personalizado (direita).**

**Fonte: Autores.**

### **4.3. Textos customizados**

Com o toque do botão “Digite um texto” abre-se uma nova tela, vista na Figura 4, onde o usuário pode inserir uma frase, um parágrafo ou até redigir um texto completo, usando o teclado. Esta função foi criada para quando o usuário deseja comunicar algo mais longo do que o limite de cards personalizados ou deseja comunicar algo além das opções da tela inicial uma única vez, sem salvar como um card específico em sua biblioteca.

Vale salientar que o mesmo é nativo do iOS e se modifica dependendo das configurações de acessibilidade, tais como tamanho do texto, zoom, VoiceOver etc., que o usuário coloca em seu dispositivo celular. Após o usuário inserir o texto, basta ele apertar a opção retorno no teclado, assim enviando o texto para o algoritmo de sintetizador de voz, que consegue compilar o texto e reproduzi-lo em forma de som.

O sistema operacional da Apple permite o uso de tecnologias assistivas, sendo assim, a aplicação está adaptada para ser responsiva as mesmas.



**Figura 4. Tela para textos customizados.**

**Fonte: Autores.**

#### **4.4. Validação**

A validação com especialistas foi feita através de etapas, sendo a primeira uma explicação sobre a pesquisa e a motivação e a segunda sobre o aplicativo e como o mesmo funciona. Após esses passos foi aberta uma sessão de perguntas e respostas, onde todas as dúvidas sobre o que foi previamente explicado eram respondidas. Por fim foi feita uma sessão de feedbacks a fim de melhorar a aplicação, estes sendo melhoria no contraste, melhorias no fluxo da Biblioteca e mudança de textos para maior objetividade.

Com o público-alvo houve uma realização diferente para a validação, onde na primeira etapa foi realizado o teste de usabilidade do aplicativo, ou seja, o usuário testa sem ter uma contextualização prévia de como funciona. Após esse teste, são feitas várias perguntas a respeito da experiência, design, usabilidade e navegação de fluxos, e por fim foram coletados feedbacks tais quais: aumentar o tamanho das fontes, criar uma biblioteca para se ter frases próprias gravadas na aplicação e possibilidade do uso do VoiceOver no lugar da voz do sintetizador.

Vale ressaltar, que as imagens apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4 são de versões do aplicativo após essas validações.

#### **5. Conclusão**

O objetivo desse projeto foi o estudo de diretrizes de acessibilidade existentes em dispositivos *mobile* para deficientes físico-motores, junto ao desenvolvimento de um aplicativo para a plataforma iOS que auxilie na comunicação aumentada desse grupo, implementando as diretrizes estudadas.

A aplicação foi validada por especialistas em acessibilidade da Universidade Presbiteriana Mackenzie e foram feitos testes do MVP (Produto Viável Mínimo) com o público-alvo. Apontamentos de melhorias foram indicados, sendo alguns já adicionados

ao aplicativo, e a conclusão dos avaliadores é que este projeto tem potencial utilidade para o público-alvo.

São poucos aplicativos existentes atualmente que focam em deficientes físico-motores com distúrbio de fala. Espera-se que com esse estudo e desenvolvimento da aplicação haja cada vez mais iniciativas para o aumento de acessibilidade para esse público-alvo em dispositivos *mobile*.

## 6. Trabalhos Futuros

Existem diversas formas para auxiliar deficientes físico-motores em seu cotidiano, sendo assim o aplicativo desenvolvido ainda pode ser melhorado com a contínua coleta de feedbacks vindos de usuários e especialistas de acessibilidade. Como melhoria a ser feita futuramente está a escolha de adicionar uma imagem da galeria para a criação de cards personalizados do usuário.

Junto a isso, também serão feitas revisões e análises quanto às diretrizes de acessibilidade, sendo realizadas atualizações, adições ou substituições, quando houver a necessidade.

Por fim, pretende-se realizar os ajustes necessários e submeter a aplicação na App Store, a loja de aplicativos da Apple Inc., para que a mesma esteja disponível para uso.

## 7. Referências

- BERSCH, Rita; TONOLLI, José C. (2006). Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva e modelos de abordagem da deficiência. *Bengala Legal*, v. 25.
- BRAGA, Pedro Henrique.; PETERSEN, Felipe K.; LEITE, Paula T. (2021). Validador e Guidelines de Acessibilidade para o VoiceOver. Universidade Presbiteriana Mackenzie. «em processo de edição/publicação/impressão».
- BRANDÃO, M. et al. (2011). Distúrbios da fala: conceitos atuais. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, v. 3, n. 1.
- BRASIL. (2000). LEI Nº 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/110098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm)>, acesso em: 14 fev. 2022.
- BRASIL. (2015). LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm)>, acesso em: 16 fev. 2022.
- BRASIL. (2018) Releitura dos dados de pessoas com deficiência no Censo Demográfico 2010 à luz das recomendações do Grupo de Washington. Disponível em: <[https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/metodologia/notas\\_tecnicas/nota\\_tecnica\\_2018\\_01\\_censo2010.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/metodologia/notas_tecnicas/nota_tecnica_2018_01_censo2010.pdf)>, acesso em: 16 fev. 2022.
- CAMPBELL, Selma Inês. (2009) Múltiplas faces da inclusão. Editora Wak.
- ENGELTER, Stefan T. et al. (2006). Epidemiology of aphasia attributable to first ischemic stroke: incidence, severity, fluency, etiology, and thrombolysis. *Stroke*, v. 37, n. 6, p. 1379-1384.

- FLORES, Deise Alini Gross. (2011) Tecnologia assistiva: um instrumento de acessibilidade para os indivíduos com necessidades especiais.
- HUERTAS, J. L.; NOHAMA, P. (2014). Falante: aplicativo de auxílio à fala baseado em tecnologia Android. In: Proceedings of the 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB). Uberlândia: CBEB.
- JORDAN, Lori C.; HILLIS, Argye E. (2006). Disorders of speech and language: aphasia, apraxia and dysarthria. *Current opinion in neurology*, v. 19, n. 6, p. 580-585.
- KENT, Ray D. et al. (1989). Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, v. 54, n. 4, p. 482-499.
- MCNAUGHTON, David; BRYEN, Diane Nelson. (2007). AAC technologies to enhance participation and access to meaningful societal roles for adolescents and adults with developmental disabilities who require AAC. *Augmentative and alternative communication*, v. 23, n. 3, p. 217-229.
- MINISTERIO PUBLICO DO ESTADO DE GOIAS (MPGO). Diferentes Deficiências e seus Conceitos. Disponível em: <[http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/41/docs/diferentes\\_deficiencias\\_e\\_seus\\_conceitos.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portalweb/hp/41/docs/diferentes_deficiencias_e_seus_conceitos.pdf)>, acesso em: 18 fev. 2022.
- MYERS, Karen A.; LINDBURG, Jaci Jenkins; NIED, Danielle M. (2014). *Allies for Inclusion: Disability and Equity in Higher Education: ASHE Volume 39, Number 5*. John Wiley & Sons.
- OLIVEIRA, Aimi Tanikawa de; MEIRELLES, RMS de. (2017). Tecnologia Assistiva e jogo educativo: promovendo o ensino de Ciências para estudantes com deficiência físico-motora no Município de Niterói–Estado do Rio de Janeiro. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL.
- PEREIRA, Paulo; TORREÃO, Paula; MARÇAL, Ana Sofia. (2007) Entendendo Scrum para gerenciar projetos de forma ágil. *Mundo PM*, v. 1, p. 3-11.
- PRINCIPLES, U. (2008) *Recommendations for Population and Housing Censuses (Revision 2)*: United Nations Department of Economic and Social Affairs. Statistics Division, United Nations, New York.
- TiX Tecnologia Assistiva. Artigo: “Como tetraplégicos podem usar computadores e celulares?”. Disponível em <<https://tix.life/tecnologia-assistiva/tetraplegicos-acessibilidade-tecnologia/>>, acesso em: 22 mar. 2022.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1. Disponível em: <<https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>>, acesso em: 20 fev. 2022.