Maria de Lourdes de Barros Reis

Uma plataforma Arduino para construir acionadores para Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa

Recife

10 de julho de 2017

Maria de Lourdes de Barros Reis

Uma plataforma Arduino para construir acionadores para Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia da Computação do Centro de Informática - CIn da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia da Computação.

Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Informática - CIn

Graduação em Engenharia da Computação

Orientador: Robson do Nascimento Fidalgo

Avaliador: Kiev Santos da Gama

Recife

10 de julho de 2017

Dedico este trabalho a Deus e minha família.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela força e motivação. Agradeço de todo o meu coração aos meus pais e minha irmã que sempre me apoiaram, me dando forças nas horas difíceis e celebrando em cada conquista alcançada nessa longa caminhada. Agradeço à minha tia Luzia por, mesmo longe, sempre torcer por mim e nunca duvidar da minha capacidade.

Sou grata aos inúmeros amigos que fiz durante esses anos por todo apoio, noites mal dormidas, desesperos de última hora e acima de tudo companheirismo. Agradeço em especial a Heitor, Marcilio, Rebeca, Glória, Karen, Wilton, Egle, Matheus, Artur Montenegro, Arthur Barcellos, Renato, Antônio, Lucas, Kerolayne, Avner, Italo, João Gabriel, Guilherme...

Agradeço ao professor Robson Fidalgo por ter me incentivado a realizar esse trabalho e por toda as suas orientações durante o semestre. Agradeço ao professor Kiev Gama por ter me ajudado a corrigir erros e aperfeiçoar esse trabalho.

Agradeço às minhas eternas amigas Gabriela e Michelle por estarem ao meu lado há anos, sempre me apoiando em qualquer situação. EU AMO VOCÊS!

E por fim, agradeço em especial a Thiago por ter me ajudado em todo o processo do desenvolvimento e integração hw/sw e a Lais por ter gasto o seu tempo me ajudando a acrescentar valor a este trabalho.

A todos, muito obrigada.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser,
mas Graças a Deus, não sou o que era antes".
(Marthin Luther King)

Resumo

Pessoas com deficiência motora severa enfrentam diversos problemas de acessibilidade e inclusão em seu cotidiano. Para aqueles que além dos problemas motores possuem distúrbios de comunicação, as dificuldades enfrentadas impactam fortemente na sua independência e individualidade. Dessa forma, é de extrema importância a utilização tecnologias assistivas, com foco nas estratégias da Comunicação Aumentativa e Alternativa, para proporcionar melhorias no processo de comunicação dessas pessoas. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo, utilizando a ferramenta Arduino, que será integrada a um aplicativo de CAA. O protótipo tem a finalidade de oferecer aos deficientes uma melhor alternativa de interação com o aplicativo, objetificando diminuir eventuais erros de seleção dos pictogramas devido a intensa dificuldade de movimentação desses deficientes.

Palavras-chaves: Deficiência motora, Distúrbios de comunicação, Tecnologia assistiva, Comunicação Aumentativa e Alternativa.

Abstract

People with severe motor deficiency face several problems of accessibility and inclusion in their daily lives. For those that in addition to motor problems have communication disorders, the difficulties that they face have a strong impact on their independence and individuality. Therefore, it is extremely important to use assistive technologies, focusing on the strategies of the Augmentative and Alternative Communication, to provide improvements in the communication process of these people. This work aims to develop a prototype, using Arduino, which will be integrated into a AAC application. The prototype has the purpose of offering to the disabled a better alternative of interaction with the application, objectifying to reduce possible errors of selection of the pictograms due to the intense difficulty of these people handling.

Key-words: Motor deficiency, Communication disorders, Assistive technologies, Augmentative and Alternative Communication.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Pranchas de comunicação 18

Figura 2 – Recurso de baixa tecnologia 22
Figura 3 – Recurso de alta tecnologia 22
Figura 4 – Símbolos do PCS 24
Figura 5 – Símbolos do PICS 24
Figura 6 – Símbolos Bliss 25
Figura 7 – Tipos de acionadores 27
Figura 8 – Métodos de varredura 29
Figura 9 – TalkBox 31
Figura 10 – TalkBox 32
Figura 11 – Autecla 33

Figura 12 – Tela inicial do aBoard 35
Figura 13 – Tela de respostas rápidas 36
Figura 14 – Tela de sugestões para o pictograma “Provar” 36
Figura 15 – Categoria escolhidas representadas na área 3 37
Figura 16 – Casos de uso dos usuários 38

Figura 17 – Esquema do protótipo 39
Figura 18 – Configuração módulo bluetooth 40
Figura 19 – Escolhendo a 4ª área do aBoard 41
Figura 20 – Escolhendo o 3º item da 4ª área do aBoard 41
Figura 21 – Acionando 6º botão 41
Figura 22 – Verificando tempo que botão ficou pressionado 42
Figura 23 – Diagrama de estados para acionamento do botão 1 43
Figura 24 – Diagrama de estados para acionamento do botão 2 44
Figura 25 – Diagrama de estados para acionamento do botão 3 45
Figura 26 – Diagrama de estados para acionamento do botão 4 45
Figura 27 – Diagrama de estados para acionamento do botão 5 45

Lista de abreviaturas e siglas

PMS	Pesquisa Mundial da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PC	Paralisia Cerebral
CAA	Comunicação Aumentativa e Alternativa
TA	Tecnologia Assistiva
PCS	Picture Communication Symbols
PIC	Pictogram Ideogram Comunication
BCI	Blissymbolics Communication International
PECS	Picture Exchange Communication System

Sumário

1 Introdução 17
1.1 Contexto e motivação 17
1.2 Objetivo e Contribuições 19
1.3 Estrutura do Trabalho 19

2 Tecnologia Assistiva 21
2.1 Comunicação Aumentativa e Alternativa - CAA 23
2.1.1 Acionadores para CAA 25
2.1.2 Método da Varredura 28
2.2 Trabalhos relacionados 30

3 Aboard 35

4 Um acionador "multitoque" para o aBoard 39
4.1 Estrutura do protótipo 39
4.2 Funcionamento 40
4.3 Diagramas de estado 42

Conclusões e Trabalhos futuros 47

Referências 49

1 Introdução

> *A deficiência faz parte da condição humana. Quase todas as pessoas terão uma deficiência temporária ou permanente em algum momento de suas vidas, e aqueles que sobreviverem ao envelhecimento enfrentarão dificuldades cada vez maiores com a funcionalidade de seus corpos.*
>
> - World Health Organization, 2012

1.1 Contexto e motivação

De acordo com a Pesquisa Mundial de Saúde (PMS) (OMS, 2012), com base nas estimativas para a população em 2010, cerca de 1 bilhão de pessoas (aproximadamente 15% da população mundial) estariam vivendo com alguma deficiência. No Brasil, o Censo 2010 divulgado pelo IBGE apontou que 45,6 milhões de pessoas tem ao menos um tipo de deficiência, o que corresponde a aproximadamente 24% da população brasileira. A deficiência visual foi a mais apontada, atingindo 18,8% da população. Em seguida vêm as deficiências motora (7%), auditiva (5,1%) e mental ou intelectual (1,4%) (OLIVEIRA, 2012).

O artigo 5º, do Decreto 5.296 (DIÁRIO OFICIALDA UNIÃO, 2004) define a deficiência física como:

> Alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções.

Existe uma associação frequente entre a deficiência física e os distúrbios de comunicação, como nos caso de pessoas com paralisia cerebral (PC). Segundo Saturno (2013 apud LEVITT, 2001), o termo PC é o nome comumente usado para um grupo de condições caracterizadas por disfunção motora em razão de uma lesão cerebral não progressiva no início da vida. Esta lesão pode ser responsável, também, por distúrbios dos sentidos especiais da visão e da audição e aberrações de percepção. A alteração do tônus muscular prejudica também as funções fonoarticulatórias, onde a fala pode se apresentar alterada ou ausente (SCHIRMER et al., 2007). Segundo Zaporoszenko e Alencar (2008 apud NUNES, 2002),

> A comunicação é uma necessidade básica entre os homens, sendo necessária nas relações, constituindo-se num aspecto fundamental para so-

> brevivência. A criança, desde seu nascimento faz uso do choro e do riso para expressar suas vontades. Aprende a falar aos poucos, utilizando-se de gestos e postura, tornando ativa em seu meio e solidificando seu aprendizado.

Porém, a limitação do indivíduo, quando portador de deficiência, tende a tornar-se uma barreira a este aprendizado. Desenvolver recursos de acessibilidade seria uma maneira concreta de neutralizar as barreiras e inserir esse indivíduo em ambientes ricos e propícios ao seu desenvolvimento (DAMASCENO; FILHO, 2002).

Segundo Palerm e Ruíz (1992), para este grupo de pessoas, especialmente para aquelas que apresentam também desordens de fala e de linguagem, são necessários sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) para complementar a fala ou, em casos mais graves, para substituí-la completamente. No caso de crianças, seu desenvolvimento cognitivo está diretamente relacionado ao desenvolvimento da linguagem, de modo que a falta de comunicação com outras pessoas nesta fase da vida pode prejudicar irreversivelmente sua capacidade intelectual. Este problema é ainda mais crítico nos casos em que a linguagem é afetada por lesões cerebrais. Neste caso, uma alternativa é a utilização de pranchas de comunicação, que consistem em figuras e ícones que representam atividades diárias e objetos do cotidiano. Neste sistema as crianças apontam para estas imagens e ícones com objetivo de formar frases completas. Essas pranchas podem ser de baixa tecnologia com imagens e ícones de papel, ou de alta tecnologia a partir de softwares computacionais (ver Figura 1).

Figura 1: Pranchas de comunicação

(a) Baixa tecnologia (b) Alta tecnologia

Fonte: (a): Blog Terapia Ocupacional [1]; (b): SEID[2]

Um exemplo de prancha de comunicação de alta tecnologia é o aBoard, plataforma gratuita desenvolvida pelo CIn-UFPE em conjunto com o Centro de Educação da UFPE que permite à pessoa com dificuldades na comunicação, construir e falar frases por meio

[1] Disponível em: <http://tozando.blogspot.com.br/2014/07/dicas-para-usar-na-comunicacao.html> Acesso em julho, 2017

[2] Disponível em: <http://www.seid.pi.gov.br/noticia.php?id=1074> Acesso em julho, 2017

de pictogramas, auxiliando no desenvolvimento dos diálogos. Fruto do projeto de pesquisa ASSISTIVE[3], o aBoard possui o diferencial de ser uma solução tecnológica nacional, com interface e documentação voltado para o público brasileiro. Contudo, dependendo da gravidade da deficiência e consequentemente da limitação motora da criança, ela não consegue apontar com precisão para o símbolo desejado na prancha de comunicação (SATURNO, 2013). No caso de pranchas de alta tecnologia, o tamanho reduzido dos aparelhos, como tablets e smartphones, exige que os usuários realizem toques com um certo grau de precisão, o que nem sempre acontece. Nestes casos, se torna necessário a criação de alternativas que busquem trazer maior praticidade ao deficiente em seu processo de comunicação.

Um recurso de CAA bastante usual são os acionadores, recursos de acessibilidade que permitem maior facilidade e comodidade aos deficientes que apresentam dificuldades em executar e controlar seus movimentos. Utilizados como uma adaptação aos usuários com restrições ou dificuldades em operar mouses e teclados convencionais. Os acionadores são utilizados como uma interface alternativa às pranchas de comunicação, tendo seu formato, tamanho, rigidez e tecnologia variando conforme a aplicação e a necessidade de cada indivíduo (BALDASSIN; PINHEIRO,). Como uso de acionadores, os usuários portadores de deficiências motoras mais severas, que não possuem plena habilidade de controle dos seus movimentos, serão capazes de utilizar o aplicativo de forma mais cômoda, evitando possíveis erros de precisão na escolha dos símbolos pictográficos, provendo assim uma melhor interação entre usuário e a prancha.

1.2 Objetivo e Contribuições

O objetivo deste trabalho é desenvolver um acionador, utilizando a plataforma Arduino, que será integrada ao aplicativo mobile aBoard. A ferramenta contêm 6 push-buttons que serão responsáveis por ativar comandos do aplicativo através de uma conexão bluetooth. O envio de comandos é feito através de troca de mensagens, onde a cada tipo de acionamento um código é enviado do Arduino ao aBoard. De acordo com o código enviado, o aplicativo irá executar funções específicas, para que assim haja integridade entre o acionamento e o funcionamento do aBoard.

1.3 Estrutura do Trabalho

Os demais capítulos deste trabalho estão estruturados da seguinte forma: O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica necessária para o leitor obter os conhecimentos necessários para o entendimento do trabalho. São abordados os temas de Tecnologia Assistiva, Comunicação Aumentativa e Alternativa, símbolos pictográficos e o Método da

[3] Assistive - Comunicação Aumentativa e Alternativa. Disponível em <http://assistive.cin.ufpe.br/pt>

Varredura. O Capítulo 3 explica o que são acionadores, quais os tipos que existem no mercado e pra quais tipos de deficiência são mais recomendados. O Capítulo 4 apresenta o aplicativo aBoard, uma prancha digital de comunicação e acessibilidade para pessoas com deficiência na comunicação gestual, oral e/ou escrita. Descreve-se seus objetivos e funcionalidades, além de apresentar os casos de uso para cada tipo de usuário do sistema. O Capítulo 5 apresenta o protótipo desenvolvido neste trabalho, definindo sua estrutura e funcionamento. Por fim são apresentadas as conclusões deste trabalho e sugestões para projetos futuros.

2 Tecnologia Assistiva

> *Para as pessoas, a tecnologia torna as coisas mais fáceis.*
> *Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.*
>
> - Mary Pat Radabaugh, 1993

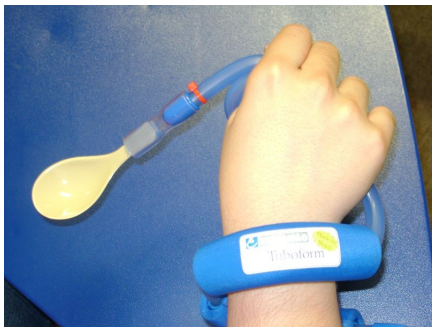
O conceito de Tecnologia Assistiva que foi aprovado na VII Reunião do Comitê de Ajudas Técnicas (CAT, 2007) afirma que:

> A TA é uma área do conhecimento interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Existem outros termos sinônimos da TA na literatura, como "Tecnologia Adaptativa", "Tecnologia de apoio" e "Ajuda Técnica". O CAT aprovou no fim do ano de 2007 o termo "Tecnologia Assistiva" como sendo o mais adequado, passando a utilizá-lo em toda a documentação por ele produzida e recomendando também que este termo seja aplicado nas formações de recursos humanos, nas pesquisas e referenciais teóricos brasileiros (SEDH, 2009). Neste trabalho iremos adotar o termo "Tecnologia Assistiva".

A TA é fruto da aplicação de avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas. É uma disciplina de domínio de profissionais de várias áreas do conhecimento, que interagem para restaurar a função humana. Tecnologia Assistiva diz respeito à pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência (SEDH, 2009). Os produtos e serviços da TA podem variar desde simples talheres adaptados até um sistema computadorizado de comunicação. Estão incluídos, por exemplo, adaptações para cadeira de rodas, para proporcionar uma adequação postural ao deficiente, adaptações em automóveis, aparelhos auditivos, visuais, próteses, recursos ortopédicos, recursos eletrônicos que auxiliam na comunicação, etc. De acordo com Zaporoszenko e Alencar (2008) os recursos da TA podem ser categorizados como de baixa tecnologia e de alta tecnologia. Recursos de baixa tecnologia são geralmente passivos e simples de usar. A Figura 2 ilustra um talher adaptado, exemplo de recurso de baixa tecnologia.

Figura 2: Recurso de baixa tecnologia



Fonte: Clínica Desenvolvimento Humano [1]

Recursos de alta tecnologia são recursos eletrônicos de maior complexidade. A Figura 3 ilustra uma cadeira de rodas motorizada, exemplo de recurso de alta tecnologia. 3).

Figura 3: Recurso de alta tecnologia

Fonte: ITA Assistiva [2]

O objetivo da TA é prover aos deficientes maior comodidade e facilidade no seu dia-a-dia, ampliando sua independência em relação à mobilidade, comunicação e socialização. Contudo, os usuários de TA não se limitam apenas as pessoas com deficiência, mas também as pessoas com mobilidade reduzida, como idosos e gestantes, somando dessa forma aproximadamente 43,5% da população brasileira. Além disso, familiares, cuidadores, terapeutas, professores, etc. que acompanham e apoiam o desenvolvimento desses sujeitos também são possíveis usuários da TA. Agrupando todo esse grupo, esse número poderia ultrapassar os 70% da população que de alguma forma esteja envolvida e, portanto também seriam usuários de TA (SEDH, 2009).

[1] Disponível em: <http://www.clinicadesenvolvimento.com.br/novo/tratamentos/Orteses-e-Tecnologia-Assistiva-http:–clinicadesenvolvimentohumano.blogspot.com.br-/16/> Acesso em junho, 2017

[2] Disponível em: <http://www.itaassistiva.com.br/cadeiras-de-rodas-e-carrinhos/Nacionais/Motorizadas> Acesso em junho, 2017

2.1 Comunicação Aumentativa e Alternativa - CAA

A comunicação natural de todo ser humano é a comunicação verbal, porém algumas pessoas possuem dificuldades de se expressarem por meio da fala e necessitam de algum tipo de auxílio para conseguirem socializar. A Comunicação Aumentativa e Alternativa é um tipo de recurso da TA que busca prover maior facilidade e autonomia na comunicação desses deficientes (SARTORETTO; BERSCH, 2013). Browning (2008 apud ASHA, 1989) define a comunicação alternativa como uma área da pesquisa e prática clínica e educacional que se propõe a compensar (temporária ou permanentemente) uma incapacidade ou deficiência do indivíduo com desordem severa de comunicação expressiva.

O termo Comunicação Aumentativa e Alternativa, tradução do inglês "Augmentative and Alternative Communication - AAC", também é muitas vezes referido na literatura como "Comunicação Ampliada e Alternativa - CAA", "Comunicação Suplementar e Alternativa - CSA" e "Comunicação Alternativa e Facilitadora" (CESA; KESSLER, 2014). As pessoas que necessitam desse tipo de comunicação alternativa possuem diferentes tipos de deficiências e necessidades. Segundo Deliberato et al. (2006 apud TETZCHNER et al., 2000) a CAA pode atuar como um suporte ao usuário, oferecendo meios de aperfeiçoamento da comunicação, se o indivíduo tem capacidade de se comunicar mesmo que com limitações e dificuldades. Em outros casos, quando o usuário possui severas desordens expressivas e de compreensão da linguagem, a CAA pode oferecer métodos de comunicações capazes de substituir a comunicação verbal do deficiente.

Massaro (2012 apud GONÇALVES; CAPOVILLA; MACEDO, 1998) afirma que CAA pode ser classificada como:

- Comunicação assistida: Toda forma de comunicação que se faz necessário o uso de instrumentos para auxiliar na expressão da linguagem, como por exemplo pranchas de comunicação.
- Comunicação não assistida: A comunicação é realizada sem nenhum suporte externo, ou seja, o corpo do deficiente é o único instrumento utilizado para se expressar, através de gestos, gemidos, linguagens de sinais, etc.
- Comunicação dependente: Quando o deficiente necessita de uma segunda pessoa para interpretar suas expressões. Como exemplo temos as expressões gestuais, linguagem de sinais e pranchas de comunicação não tecnológicas, onde se faz necessário alguma outra pessoa interpretar o que vê.
- Comunicação independente: Quando o deficiente consegue realizar suas atividades sem ajuda de terceiros. Como exemplo temos alguns dispositivos computacionais que são capazes de interpretar automaticamente através de símbolos ou movimentos o desejo do deficiente.

Recursos que utilizam sistemas simbólicos são amplamente utilizados há anos em todo o mundo para auxiliar no desenvolvimento cognitivo e na compreensão da linguagem e comunicação de deficientes. Estes sistemas são geralmente utilizados em pranchas de comunicação, que podem ser tecnológicas ou não, e também em cards de papel. Os sistemas que mais se destacam são o PCS, PIC e Bliss (SCHIRMER et al., 2007).

- **PCS** - Desenvolvido em 1981 por Roxana Mayer Johnson, o sistema Picture Communication Symbols possui figuras e palavras que auxiliam na comunicação de pessoas deficientes de qualquer idade, sendo mais indicado em situações de fácil diálogo.

Figura 4: Símbolos do PCS

Fonte: Adaptado de Assitiva: Tecnologia e Educação [3]

- **PIC** - Desenvolvido na década de 80 por Subhas C. Maharaj, o Pictogram Ideogram Comunication consiste de símbolos preto e branco indicados para pessoas com deficiência visual, já que imagens deste tipo possuem um melhor contraste.

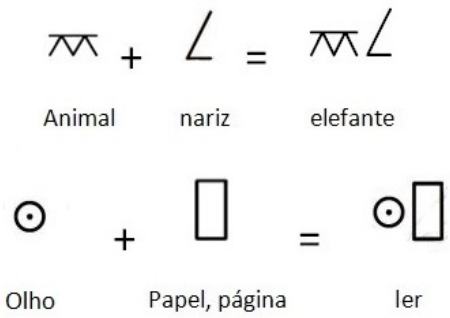
Figura 5: Símbolos do PICS

Fonte: Ajudas técnicas à comunicação para pessoas com paralisia cerebral [4]

- **Bliss** - Desenvolvido por Charles K. Bliss em 1949, inicialmente conhecido como "Semantografia", tinha como objetivo ser um sistema de escrita mundial. A partir de 1970, Charles Bliss concedeu o uso irrestrito dos símbolos pra a Blissymbolics Communication International (BCI), entidade sem fins lucrativos, para auxiliar crianças com dificuldades de fala. Os símbolos podem ser simples, compostos ou combinados.

[3] Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/ca.html> Acesso em maio, 2017.
[4] Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11132/2/Texto%20integral.pdf> Acesso em maio, 2017.

Figura 6: Símbolos Bliss



Fonte: Adaptado de Sistemas alternativos de comunicación [5]

Segundo Friche et al. (2014) são várias as vantagens que aparecem associadas aos sistemas de CAA, o maior desafio é integrar as técnicas e estratégias à rotina pessoal da pessoa com deficiência, com recursos para todas suas necessidades comunicativas, condicionadas por diversas patologias, como:

Afasias: Distúrbios adquiridos de linguagem, decorrentes de lesão ou dano cerebral.

Disfasias: Afasias congênitas ou de desenvolvimento caracterizadas por alterações predominantemente linguísticas que interferem no desenvolvimento da criança.

Autismo infantil: Distúrbio do desenvolvimento caracterizado por dificuldades acentuadas para interagir socialmente e para o uso intencional da comunicação, verbal e não verbal.

Paralisia cerebral: Grupo de desordens motoras, alterações de tônus e postura resultante de uma lesão causada no cérebro.

Para cada tipo de deficiência, é necessário um tipo de abordagem de CAA que se adapte as limitações do usuário. Um recurso bastante utilizado e que busca minimizar as dificuldades enfrentadas por usuários no manejo de produtos de CAA são os acionadores.

2.1.1 Acionadores para CAA

Acionadores são recursos que promovem acessibilidade em diversos tipos de atividades. De acordo com Sartoretto e Bersch (2013), no âmbito da computação a função do acionador é gerar um clique que o computador interpretará como um comando. Eles

[5] Disponível em: <http://mari6986.blogspot.com.br/p/sistemas-con-imagenes.html> Acesso em maio, 2017.

estão presentes em diversos equipamentos eletrônicos que utilizamos diariamente. São os botões que ligam a televisão, botões de campainha, os interruptores que acendem a luz, e há também os que podem auxiliar no cotidiano de pessoas com deficiência, daí a sua importância como interface para a CAA.

Diversos modelos de acionadores estão disponíveis no mercado internacional de produtos assistivos, os quais foram desenvolvidos de acordo com as necessidades de pessoas com diferentes tipos de deficiências e limitações. Os diferentes tipos de acionadores possuem, cada um, uma maneira diferente de serem ativados (BERSCH; PELOSI, 2007) (NAKAZUNE; KLEIN, 2013) (AGNOL et al., 2016) (ver Figura 7):

- **Acionadores de pressão** - Funcionam pelo movimento de pressão realizado pelas mãos, dedos, cabeça, pés ou outras partes do corpo. Possuem diferentes tamanhos, formatos e grau de resistência quanto a força exercida sobre ele para se efetivar o acionamento. É o tipo de acionador mais utilizado.

- **Acionadores de tração** - São ativados pelo movimento de puxar. Podem ser colocados em braços, pernas, ou qualquer outra parte do corpo em que o deficiente tenha capacidade e habilidade para realizar o movimento de puxar. São indicados para pessoas que possuem alguma dificuldade em usar os acionadores de pressão.

- **Acionadores de sopro ou sucção** - São ativados por sopro ou sucção através de algum aparato em contato com a boca do deficiente. É indicado para pessoas com dificuldades motoras severas, como por exemplo a tetraplegia ou a paralisia cerebral.

- **Acionadores de contração muscular** - São acionadores que captam a contração muscular, através de um eletrodo que é fixado na pele, e podem ser colocados em qualquer músculo em que o usuário tenha condições de contrai-lo voluntariamente. Também indicado para pessoas com dificuldades motoras severas.

- **Acionadores de infravermelho** - Existem dois tipos de acionadores que utilizam infravermelho. Um tipo funciona a partir da percepção do movimento de piscar dos olhos, através de um dispositivo acoplado à uma armação de óculos. Esse tipo de acionador deve ser regulado para que não capte o piscar natural dos olhos. O outro tipo rastreia a posição do olhar do usuário. Nesse caso, o acionador é disparado ao detectar o olhar fixo do usuário pra uma determinada direção. Indicado para deficientes que tenham dificuldade de utilizar os outros tipos de acionadores.

- **Acionadores por voz** - Estes acionadores funcionam através da percepção de sons. É indicado para pessoas tetraplégicas, já que elas não conseguem realizar os movimentos necessários para ativar os outros tipos de acionadores.

Figura 7: Tipos de acionadores

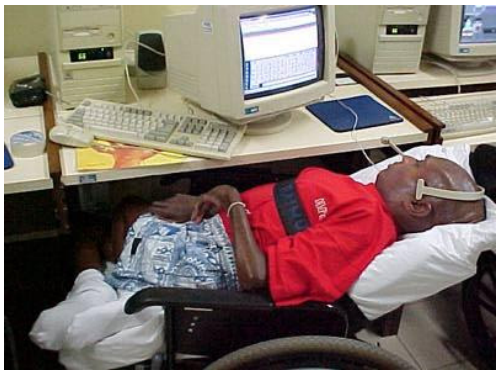
(a) Acionadores de pressão

(b) Acionador de tração

(c) Acionadores de sopro ou sucção

(d) Acionadores de contração muscular

(e) Acionadores de infravermelho



(f) Acionador por voz

Fonte: (a),(b),(c): Click Assitiva [6]; (d): Adaptado de (Nakazune;Klein) [7]; (e): Elaborada pela autora [8]; (f): As Novas Tecnologias e as Tecnologias Assistivas [9]

Segundo Martins (2011 apud NISBET; POON, 1998) os principais critérios para escolher um acionador e determinar a sua forma de suporte envolvem:

6 Imagens disponíveis em: <http://www.clik.com.br/clik_01.html> Acesso em maio, 2017.

7 Disponível em: <http://www.ipg.org.br/ipg/project/ipg/public/uploads/2013/09/03/5225d18b48c96uso_de_acionadores_na_ela.pdf> Acesso em maio, 2017.

8 Imagens disponíveis em: <https://tixloja.geraestec.com.br/> Acesso em maio, 2017.

9 Disponível em: <http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=622> Acesso em maio, 2017

- A posição do usuário: se ele está sentado na cadeira de rodas; em frente a uma mesa ou deitado.
- O padrão de movimento: um movimento que seja voluntário e que seja consistente seja este com o braço, a cabeça, a perna, o pé, etc.
- A localização do controle: onde o acionador pode ser fixado para que possa ser ativado facilmente.
- O tipo de acionador.

2.1.2 Método da Varredura

O método da varredura, também conhecido como "scanning", é uma técnica utilizada na CAA, tanto de forma manual como automática. A varredura é um método de exibição sequencial de um conjunto de itens, como por exemplo os símbolos pictográficos, onde a seleção desses itens se dá através da utilização de um pequeno número de acionadores. Essa técnica é adequada para pessoas com limitações motoras severas, por necessitar somente de um tipo de interação voluntária do usuário, como piscar os olhos, balançar a cabeça, pressionar um acionador, etc (NISBET; POON, 1998). Usuários que apresentam dificuldades em se organizar diante de teclados e mouse, crianças iniciando o contato com o computador e pessoas com déficits sensoriais também são candidatos a sua utilização. (SITOE; MASCHKE; PASSERINO, 2010 apud TETZCHNER et al., 2000).

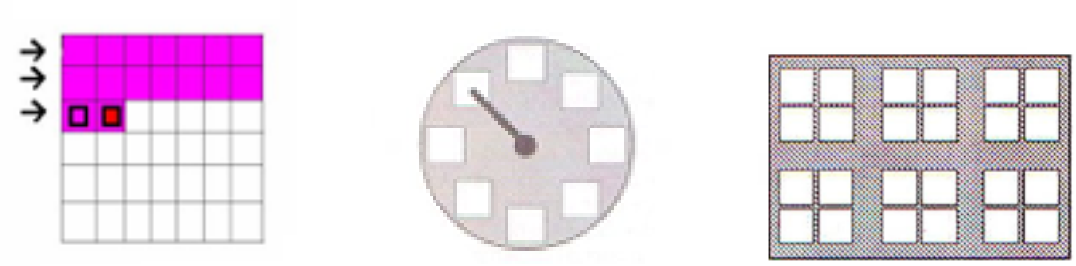
A varredura pode ser feita de maneira automática, através de sistemas computacionais, onde existe um marcador que destaca sucessivamente as opções selecionáveis ao usuário, ou de maneira manual, onde um mediador assume o papel do marcador. No caso da varredura automática é necessário o uso de acionadores e de um dispositivo de interface para ativar as opções desejadas e enviá-las para o computador (MARTINS, 2011).

De acordo com Pelosi (2000), os métodos de varredura podem ser:
- *Linear*, onde os itens são destacados, um a um, de forma sucessiva. Geralmente os itens são organizados de forma simples, como uma ou mais linhas com itens que vão sendo destacados da esquerda para a direita;

- *Circular*, possui o funcionamento idêntico à varredura linear porém os itens estão dispostos em formato circular e são destacados sucessivamente no sentido horário;

- *Por grupo*, onde o conjunto de seleção é dividido em vários grupos de itens que possuem alguma relação lógica ou espacial. Para selecionar um item, primeiro o grupo que contém o item desejado é escolhido. Depois os itens no grupo são destacados um por um até que o item desejado seja selecionado. A varredura de grupo é mais eficiente e mais rápida do que a varredura linear quando o conjunto de seleção contém uma grande quantidade de itens.

Figura 8: Métodos de varredura



(a) Varredura Linear (b) Varredura Circular (c) Varredura por grupo

Fonte: Tecnologia Assistiva [10]

Existem basicamente três modos de acesso no sistema de varredura (NISBET; POON, 1998) (SCHIRMER et al., 2007) :

- *Varredura automática*: A varredura inicia automaticamente e o usuário só precisa clicar uma única vez no acionador para ativar o item que deseja quando este estiver destacado. Por exemplo, se o grupo de seleção for o alfabeto em um teclado virtual e o usuário quiser escrever a palavra "casa", ele pressiona o acionador para iniciar a varredura. Posteriormente ele irá esperar até que o destaque passe pela letra "C" para pressionar o acionador novamente, selecionando a letra. O processo se repetiria até selecionar todas as letras da palavra.

- *Varredura passo a passo*: O usuário clica repetidamente para mover o cursor até o alvo desejado, a partir dai ele pode selecionar o item por meio de um segundo acionador ou através da função de auto-ativação temporizada (*Dwell*). Neste caso para o usuário escrever a palavra "casa" no teclado virtual ele precisaria apertar o acionador repetidas vezes até alcançar a letra "C". Nesse momento ele selecionaria a letra através de outro acionador ou esperaria até a letra ser selecionada automaticamente após um certo tempo de inatividade, repetindo o processo para as demais letras.

- *Varredura inversa*: Nesse tipo de varredura o usuário precisa manter o acionador pressionado continuamente, dessa forma o cursor percorre os itens até que o usuário solte o acionador e então seja feita a seleção do item que estava destacado. Neste caso para o usuário escrever a palavra "casa" no teclado virtual ele precisaria segurar o acionador até a letra "C" estar destacada. Nesse momento ele soltaria o acionador, selecionando, dessa forma, a letra. O processo se repetiria até selecionar todas as letras da palavra.

[10] Disponível em: <https://sites.google.com/site/tecnologiaassistivacombr/tecnicas> Acesso em maio, 2017.

A varredura automática é indicada para usuários que não tenham capacidade de manterem um acionador pressionado continuamente e por sua simplicidade de utilização, necessitando de poucos acionamentos para a seleção dos itens desejados. Para usuários que possuem dificuldades de pressionar o acionador na hora correta, é mais indicado a varredura passo a passo, onde o usuário não tem limite de tempo para fazer a seleção, pois ele mesmo determina a velocidade da varredura (contanto que o valor do tempo de auto-ativação seja confortável para o deficiente). Já a varredura inversa é indicada para usuários que tenham dificuldades de repetirem o processo de pressionar o acionador inúmeras vezes (MARTINS, 2011).

Apesar de ser eficaz, o método da varredura é uma abordagem bastante lenta. Dependendo da posição do símbolo a ser escolhido, o procedimento de escolha irá demorar um tempo significativo até ser finalizado, podendo causar fatiga e até desinteresse por parte do usuário (SCHIRMER et al., 2007). Existem algumas técnicas para amenizar esse problema, como por exemplo o ajuste da velocidade de seleção dos itens. Em contra partida, o usuário precisa ter um um maior grau de habilidade e mobilidade para se adaptar e conseguir ter um tempo de resposta adequado a este ajuste de velocidade.

2.2 Trabalhos relacionados

Existem alguns outros trabalhos que se relacionam com o aqui apresentado. São trabalhos que apresentam soluções utilizando recursos da CAA e são voltados pro público com distúrbios de comunicação.

- **Mediação da comunicação em crianças portadoras de deficiência neuromotora**

  Trata-se de uma prancha de comunicação eletrônica que utiliza a plataforma Arduino. A prancha possui símbolos pictográficos dispostos em linhas e colunas, onde cada posição de um pictograma é representado por um led. A prancha funciona de duas formas: por meio de reconhecimento de tags RFID e por meio do acionamento manual pelo controle Nunchuck. O dispositivo também é integrado a um Wave-Shield para reprodução de sons previamente gravados.

  O dispositivo possui um leitor RFID e pode identificar cartões magnéticos que representam pictogramas, como também permite ao usuário escolher o pictograma da prancha por meio de um controle Nunchuck. Se a seleção for feita por meio do leitor RFID, o pictograma é transmitido na forma de uma voz sintetizada automaticamente. No caso da seleção por meio do controle, o usuário precisa, adicionalmente, pressionar um botão no controle para executar a vocalização do pictograma. O protótipo do dispositivo pode ser visto na Figura 9 onde podemos ver os cartões

magnéticos de cada pictograma e ao fundo a prancha com o controle acoplado. (SOUSA, 2012)

Figura 9: TalkBox

Fonte: Adaptado de (SOUSA, 2012)

- **TalkBox**

  O TalkBox é uma prancha de comunicação, onde o primeiro protótipo utilizava a plataforma Makey Makey, que é uma placa que pode ter suas entradas conectadas a qualquer objeto condutor. Quando o objeto condutor é tocado pelo usuário, é formado um circuito fechado que, por sua vez, envia um sinal para a porta USB, funcionando assim como uma tecla de teclado pressionada ou um clique do mouse. A prancha é conectada a um computador por meio de uma comunicação USB. O computador, por sua vez, executa o software SoundPlant [11], que permite que as teclas do teclado sejam mapeadas para arquivos de som. Através deste mapeamento, cada uma das ativações do objeto ligado ao Makey Makey reproduz um arquivo de som associado, no caso, cada tecla representa um pictograma que ao ser selecionado reproduz o som relacionado a ele.

  O segundo protótipo foi desenvolvido com o intuito de reduzir custos e acabar com a inconveniência de se utilizar um computador conectado à prancha. Para isso uma placa Raspberry Pi foi utilizada para suprir o uso do computador. Como o software SoundPlant não é compatível com a Raspberry Pi, as execuções de cada som foram programados na própria placa. Conectado à placa, um sensor MPR121 capacitivo

[11] Disponível em <http://soundplant.org/>

substitui o uso do Makey Makey. Dessa forma a prancha tem seu custo reduzido além de se tornar mais portável. O segundo protótipo do TalkBox pode ser visto na Figura 10 (HAMIDI et al., 2014) (HAMIDI; BALJKO, 2015).

Figura 10: TalkBox

Fonte: Adaptado de (HAMIDI et al., 2014)

- **Autecla**

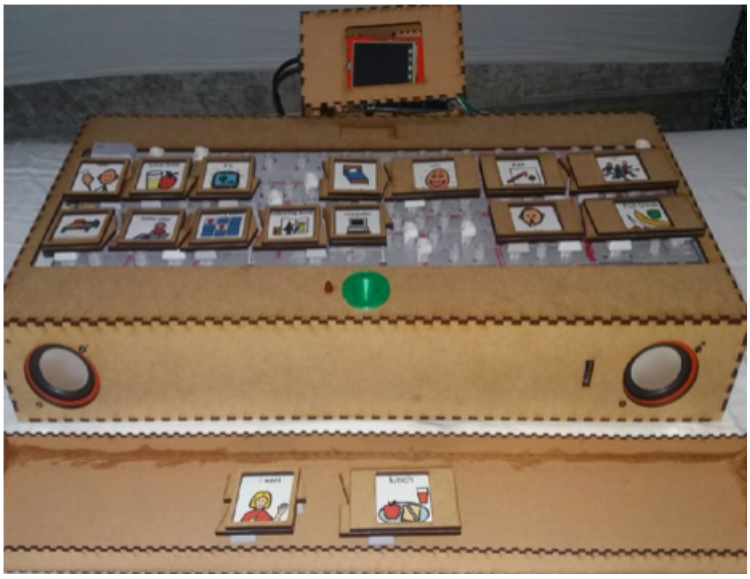
O sistema Autecla[12] é baseado no tratamento PECS, *Picture Exchange Communication System*, um sistema de intervenção aumentativa/alternativa de comunicação exclusivo para indivíduos com transtorno do espectro do autismo e doenças do desenvolvimento relacionadas[13]. Através do PECS, usuários autistas demonstram suas vontades e podem formar frases para se comunicar com outras pessoas por meio do uso de pictogramas.

O primeiro protótipo do Autecla foi desenvolvido utilizando a placa Intel Galileo e possui pictogramas encaixados em um teclado adaptado, simulando um quebra-cabeça. O usuário então precisa pressionar e retirar os símbolos pictográficos que ele deseja, colocar em uma área destinada pra a montagem das frases e posteriormente entregar a frase formada ao seu mediador (pais, professores, terapeutas, etc). Essa

[12] Disponível em <http://autecla.com/index.html>
[13] Disponível em <http://www.pecs-brazil.com/pecs.php>

necessidade de retirar os pictogramas do teclado, colocá-los em outro lugar e ao fim entregá-los incentiva que o autista mantenha uma relação direta com seu mediador, o que é de extrema importância no processo de incentivo à sua interação social. Cada vez que o usuário retira o símbolo, é possível configurar o dispositivo para vocalizar seu significado, consolidando ainda mais a assimilação do usuário entre o símbolo selecionado e seu significado. Além disso, as informações sobre quais frases foram formadas e o tempo que o usuário demorou para formar cada uma é enviado à uma plataforma web, onde mediadores podem avaliar o desempenho do autista. Também é possível personalizar os símbolos de acordo com as necessidades do usuário. Novos símbolos podem ser utilizados e configurados através da plataforma web.

Figura 11: Autecla



Fonte: Autecla [14]

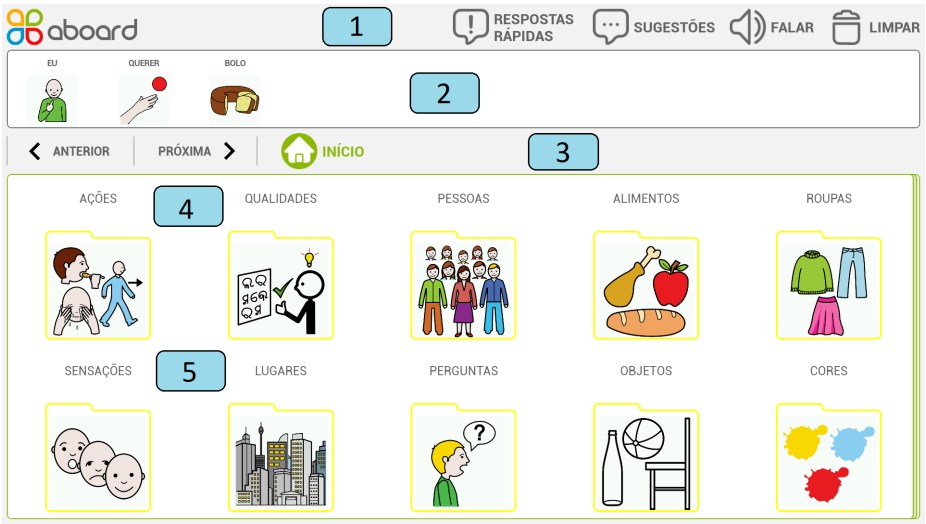
[14] Disponível em <http://autecla.com/aboutus.html>

3 Aboard

O aBoard[1] é um aplicativo de CAA para tablets e smartphones que permite às pessoas com deficiência na comunicação gestual, oral e/ou escrita, construir frases por meio de pictogramas do ARASAAC[2], auxiliando na sua comunicação, sendo possível também utilizá-lo como ferramenta de apoio na educação inclusiva e em terapias. A ferramenta foi desenvolvida com o intuito de tornar fácil e intuitivo a maneira dos deficientes se comunicarem. Cada pictograma possui seu significado escrito acima da imagem, tornando mais claro o entendimento do usuário. Os pictogramas são divididos em grupos de mesma categoria, auxiliando no desenvolvimento de pensamentos abstratos a partir de generalizações de conceitos, tornando a comunicação mais ágil. Outro diferencial do aBoard é a sua capacidade de dar sugestões que agilizem a produção de frases que façam sentido. Juntamente com o aBoard, o sistema web aBoard Editor foi desenvolvido para que mediadores possam criar novos pictogramas a fim de personalizar o aplicativo de acordo com as necessidades do usuário deficiente.

A tela do Aboard é dividida em 5 áreas básicas (veja Figura 12).

Figura 12: Tela inicial do aBoard



Fonte: aBoard

A área 1 possui as opções de “Respostas Rápidas”, “Sugestões”, “Falar” e “Limpar”. Selecionando a opção “Respostas Rápidas”, 10 pictogramas ficarão disponíveis para seleção (veja a Figura 13). Ao selecionar a reposta, a ferramenta irá vocalizar o pictograma escolhido.

[1] Disponível em <http://assistive.cin.ufpe.br/pt/aboard-app>
[2] Disponível em: <http://www.arasaac.org/index.php>

Figura 13: Tela de respostas rápidas

Fonte: aBoard

A opção “Sugestões” mostrará ao usuário pictogramas que complementem o sentido do último pictograma selecionado, ou seja, serão apresentadas sugestões de pictogramas que se relacionam com escolhas prévias do usuário. Por exemplo, se o usuário escolher o pictograma “Provar” irá aparecer como sugestão para ele, pictogramas relacionados à alimentos (ver Figura 27). A opção “Falar” vocaliza os pictogramas escolhidos pelo usuário que estão armazenados na área 2 da tela do Aboard. Similarmente, a opção “Limpar” apaga todos os pictogramas armazenados.

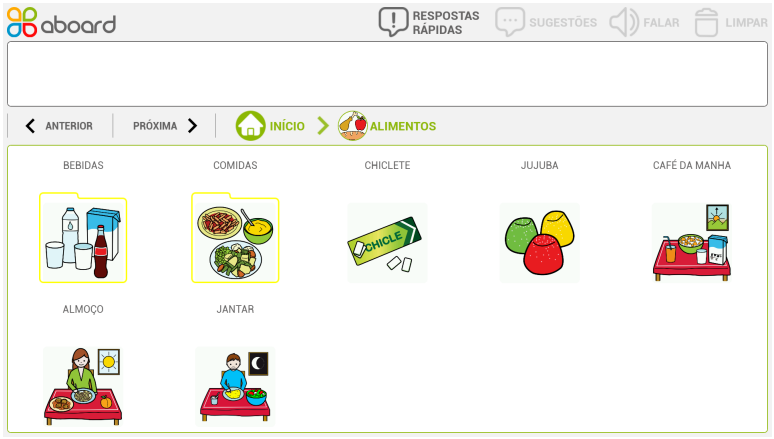
Figura 14: Tela de sugestões para o pictograma “Provar”

Fonte: aBoard

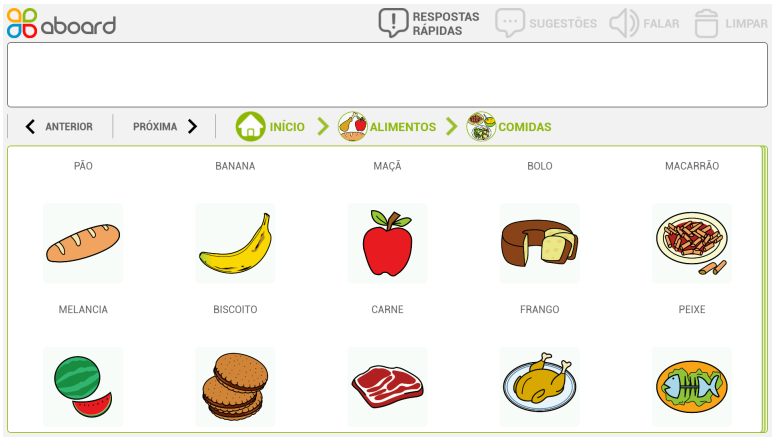
A área 2 é responsável por armazenar os pictogramas escolhidos pelo usuário. Conforme a frase é construída, este campo é atualizado com os símbolos inseridos. Se o usuário tocar em algum pictograma dessa área, ele será vocalizado. Similarmente, se o

usuário tocar e segurar por um curto período de tempo algum pictograma dessa área, ele será excluído. A área 3 possui as opções “Anterior”, “Próxima”, “Início” e duas áreas que armazenam as categorias de pictogramas que o usuário selecionou. Por exemplo, se um usuário selecionar a categoria “Alimentos” se tornará selecionável o símbolo de alimentos na área 3 (ver Figura 15(a)). Se posteriormente o usuário selecionar a categoria “Comidas”, essa categoria também irá aparecer na área 3 do aBoard (ver Figura 15(b)). As opções “Próxima” e “Anterior” avançam e retrocedem, respectivamente, a página de pictogramas localizados nas áreas 4 e 5 da tela, e a opção “Início” exibe as categorias iniciais nas áreas 4 e 5. Por fim, a área 4 possui a primeira metade dos pictogramas disponíveis para seleção separados por classes para facilitar a busca e o entendimento do usuário, enquanto a área 5 possui a segunda metade.

Figura 15: Categoria escolhidas representadas na área 3



(a) Selecionando categoria “Alimentos”



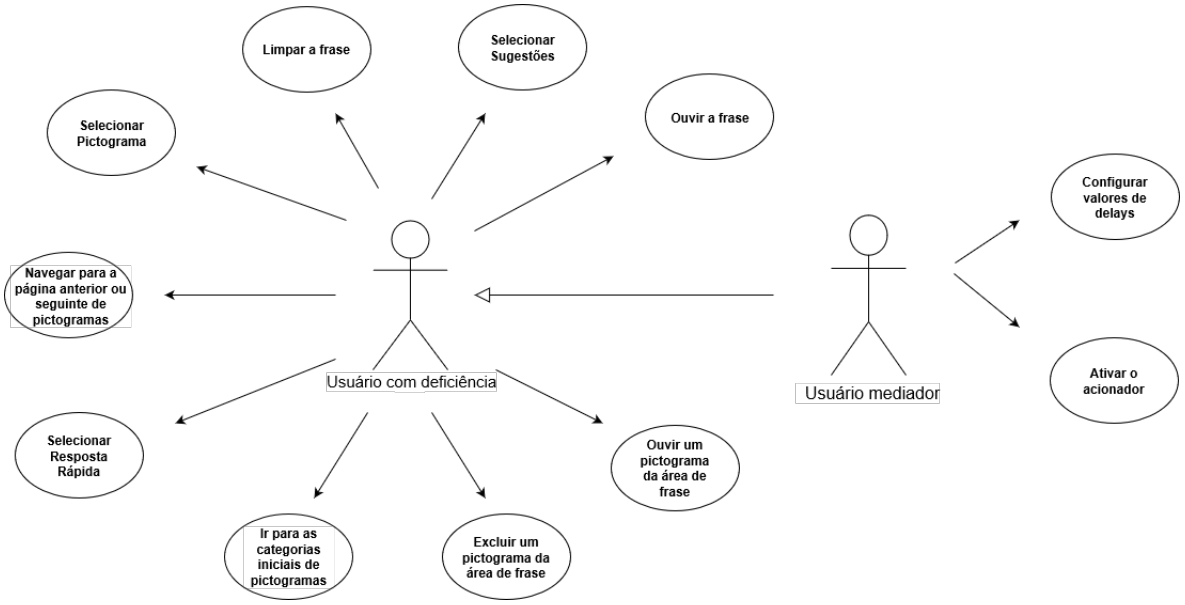
(b) Selecionando categoria “Comidas”

Fonte: aBoard

A Figura 16 representa os casos de uso dos usuários do sistema. Salienta-se que o mediador pode ser qualquer pessoa que esteja acompanhando a utilização do aplicativo, como familiares, professores ou terapeutas. A notação de generalização explicitada no diagrama indica que todas as ações que podem ser realizadas pelo deficiente também

podem ser realizadas pelo cuidador, mas não o inverso. Podemos perceber então que o mediador é responsável pela configuração e ativação do acionador enquanto o usuário possui acesso a todas as outras funcionalidade do sistema voltadas para o desenvolvimento do seu processo de comunicação. Os valores configuráveis de delays, explicitados no caso de uso do moderador, serão explicados no capítulo 4.

Figura 16: Casos de uso dos usuários



Fonte: Elaborada pela autora

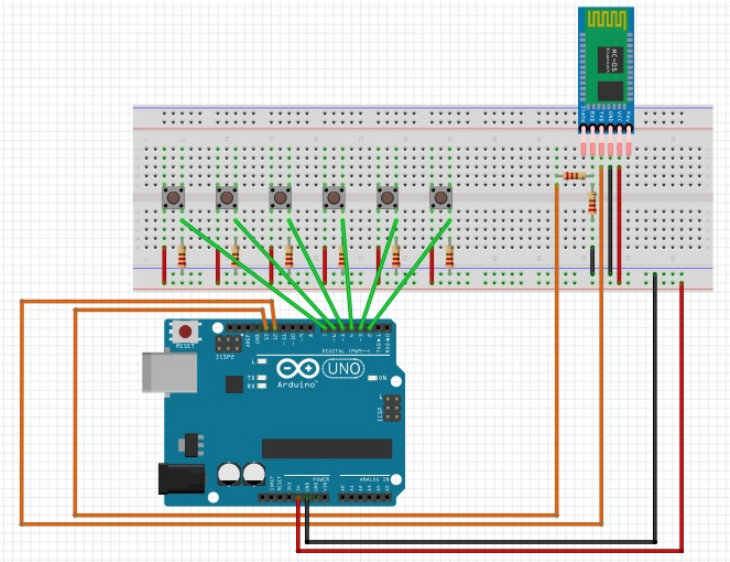
4 Um acionador “multitoque” para o aBoard

A proposta deste trabalho é desenvolver um protótipo de um acionador “multitoque”, desenvolvido na plataforma Arduino, que se integre ao aplicativo aBoard através de uma conexão bluetooth. O objetivo do desenvolvimento do protótipo é oferecer aos deficientes um método alternativo de interação com o aplicativo. Usuários com limitação motora mais grave e com pouco controle de seus movimentos podem ter grandes dificuldades em utilizar tablets ou smartphones. Utilizando o protótipo, o deficiente terá mais liberdade em realizar o acionamento das funções do aplicativo através de botões dispostos linearmente, onde a distância entre cada um deles é suficiente para evitar um possível erro de acionamento, como por exemplo acionamentos simultâneos.

4.1 Estrutura do protótipo

O protótipo consiste de 6 push-buttons dispostos linearmente em uma protoboard, juntamente com um módulo bluetooth HC-06, responsável pela comunicação entre a aplicação e o acionador, todos conectados à placa Arduino BlackBoard (veja Figura 17). Como esse módulo HC-06 funciona em 3.3v foi necessário fazer um divisor de tensão para ligá-lo à BlackBoard. 5 botões mapeiam as 5 áreas do aplicativo, como foi visto na seção 4, enquanto o 6º é um botão “home”, ou seja, tem a função de voltar para tela inicial do aplicativo.

Figura 17: Esquema do protótipo



Fonte: Elaborada pela autora

Para se realizar a comunicação entre o aplicativo e o protótipo foi utilizada a biblioteca NovarumBluetooth. Como o Arduino possui suporte para comunicação serial nos pinos 0 e 1, para utilizar outras portas seriais utilizamos a biblioteca "SoftwareSerial". Dessa forma permitimos que a comunicação serial ocorra nos outros pinos digitais da placa. No código do acionador foram utilizados os pinos 10 e 11 como pinos TX e RX virtuais (ver Figura 18).

Figura 18: Configuração módulo bluetooth

```
5 SoftwareSerial bluetooth(10, 11); //RX, TX
```

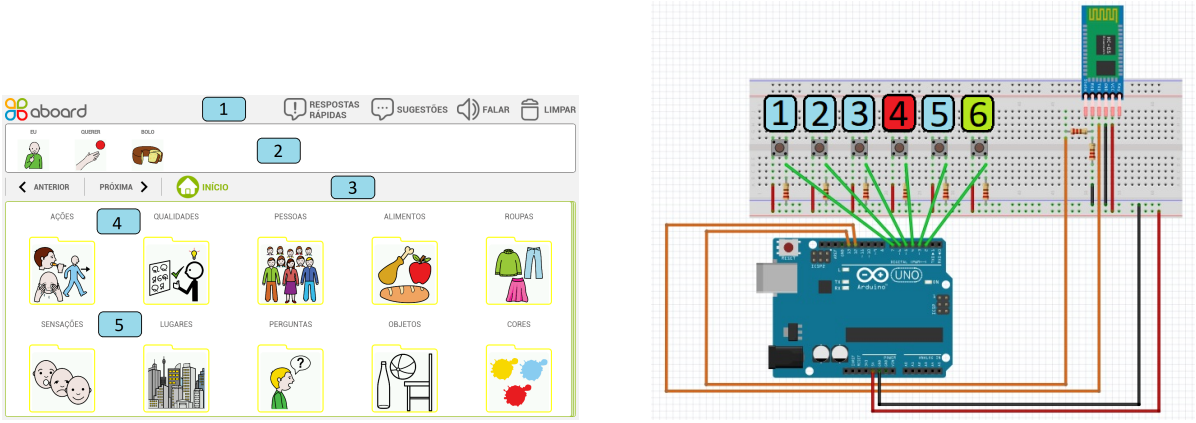
Fonte: Elaborada pela autora

4.2 Funcionamento

Para realizar a conexão, o número MAC do módulo bluetooth é utilizado como parâmetro na função "novarumbluetooth.connect()" para ser possível realizar o pareamento entre o aparelho e o protótipo. Após o pareamento já é possível utilizar o acionador para controlar o aBoard. A escolha de qualquer item do aBoard é feita através de dois acionamentos. O primeiro acionamento é responsável pela escolha da área em que se encontra o item, enquanto o segundo é a escolha do item de fato. Quando o usuário faz o primeiro acionamento, a execução do protótipo fica em loop a espera do segundo acionamento. Caso o segundo acionamento seja inválido, o protótipo não executará nenhuma ação e voltará para seu estado inicial (a espera do primeiro acionamento). Considerando a Figura 12, se o usuário quiser escolher o item "Pessoas" primeiramente ele terá que acionar o quarto botão do acionador, que é responsável por fazer a seleção da 4ª área, que contém o item de seu interesse (ver Figura 19). Após escolher a área, o usuário precisa acionar o 3º botão para então escolher o item desejado (ver Figura 20). Caso o usuário cometa algum erro ao escolher a área ele pode acionar o botão "home" (6º botão) e recomeçar o processo.

A cada acionamento de um item do aplicativo, o módulo bluetooth envia um código para o aBoard. O aBoard recebe o código através do disparo de um evento do tipo "nb_onReceiveData", que dessa forma, de acordo com o código recebido, executará as devidas funções. A Figura 21 representa o funcionamento do acionador quando o usuário aperta o 6º botão. O módulo bluetooth envia o número inteiro "28" que é recebido pelo aplicativo e interpretado da maneira correta, voltando o aBoard a sua tela inicial.

Figura 19: Escolhendo a 4ª área do aBoard

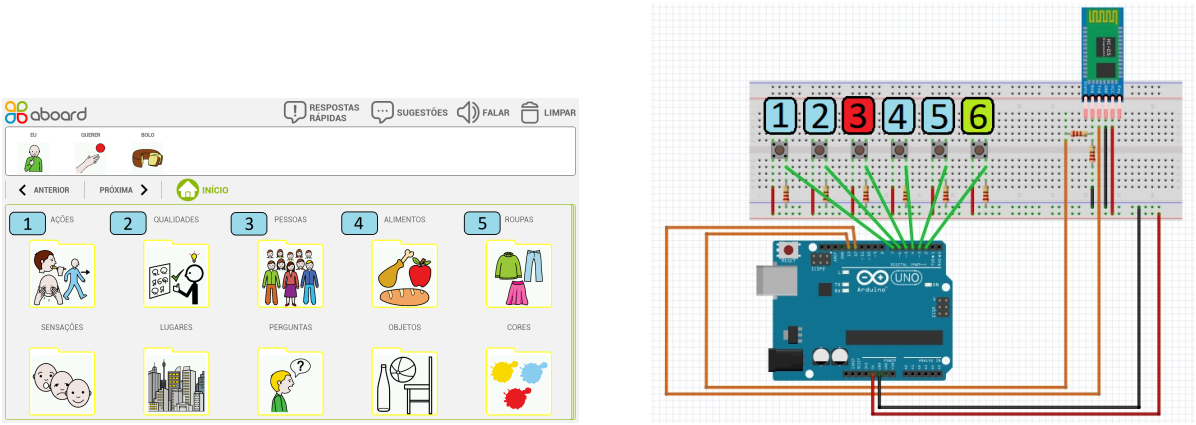


(a) Áreas selecionáveis do aBoard

(b) Botões correspondentes a cada área do aBoard

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 20: Escolhendo o 3º item da 4ª área do aBoard



(a) Itens selecionáveis da área 4 do aBoard

(b) Botões correspondentes a cada item da área 4 do aBoard

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 21: Acionando 6º botão

```
649
650     /// -------------------- INICIO ----------------------
651     else if (digitalRead(button6) == HIGH) // Volta pro Inicio
652     {
653       delay(delay_confirm); /// Delay para confirmar ação
654       if (digitalRead(button6) == HIGH)
655       {
656         while (digitalRead(button6) == HIGH);
657         bluetooth.write(28);
658         delay(delay_troca); // Delay troca de ação
659       }
660     }
661
662     // ------------------------------------------------------
```

Fonte: Elaborada pela autora

Para tornar o funcionamento do sistema (aplicativo + acionador) mais abrangente e personalizável, 3 valores de delays no decorrer da execução das ações do usuário buscam evitar possíveis erros de seleção de itens do aplicativo além de facilitar o manejo do acionador pelo usuário deficiente. Os valores de cada delays são fixos e atribuídos no código do acionador. Os delays possuem a seguinte funcionalidade:

- Delay de confirmação da ação: Permite determinar o tempo mínimo que o acionador precisa estar pressionado para o comando ser executado.
- Delay de troca de ação: Determina o tempo mínimo entre o acionamento de dois botões, ou seja, a execução de dois comandos. Esse delay é necessário para desconsiderar toques simultâneos devido a possíveis tremores do deficiente.
- Delay de exclusão: Determina o tempo mínimo que o acionador precisa estar pressionado para executar a exclusão de um símbolo pictográfico na área de frase (área 2).

A função millis() retorna o tempo em milissegundos desde que o Arduino começou a executar o programa atual. O uso dessa função foi importante para detectar se o usuário pressionou por tempo suficiente o botão para excluir o pictograma da área 2. Após o usuário selecionar a área 2 do aBoard e pressionar algum botão escolhendo o pictograma da área 2, uma variável guarda o tempo retornado pela função millis(). Após ele soltar o botão há uma outra chamada à função millis() e outra variável guarda o seu valor. A diferença entre o valor dessas duas variáveis determina se o tempo em que o botão ficou pressionado foi maior que o valor do Delay de Exclusão ou não, dessa forma é possível enviar o código correto ao aBoard (ver Figura 22).

Figura 22: Verificando tempo que botão ficou pressionado

```
290             tempo_atual = millis();
291             if ((tempo_atual - tempo_anterior > delay_exclui) && (delay_exclui!=0))
292             {
293               excluir=excluir-1;
294               bluetooth.write(21); ///Se segurar por tempo suficiente, exclui
295             }
296             else
297             {
298               bluetooth.write(16); ///Se não segurar por tempo suficiente, só vocaliza
```

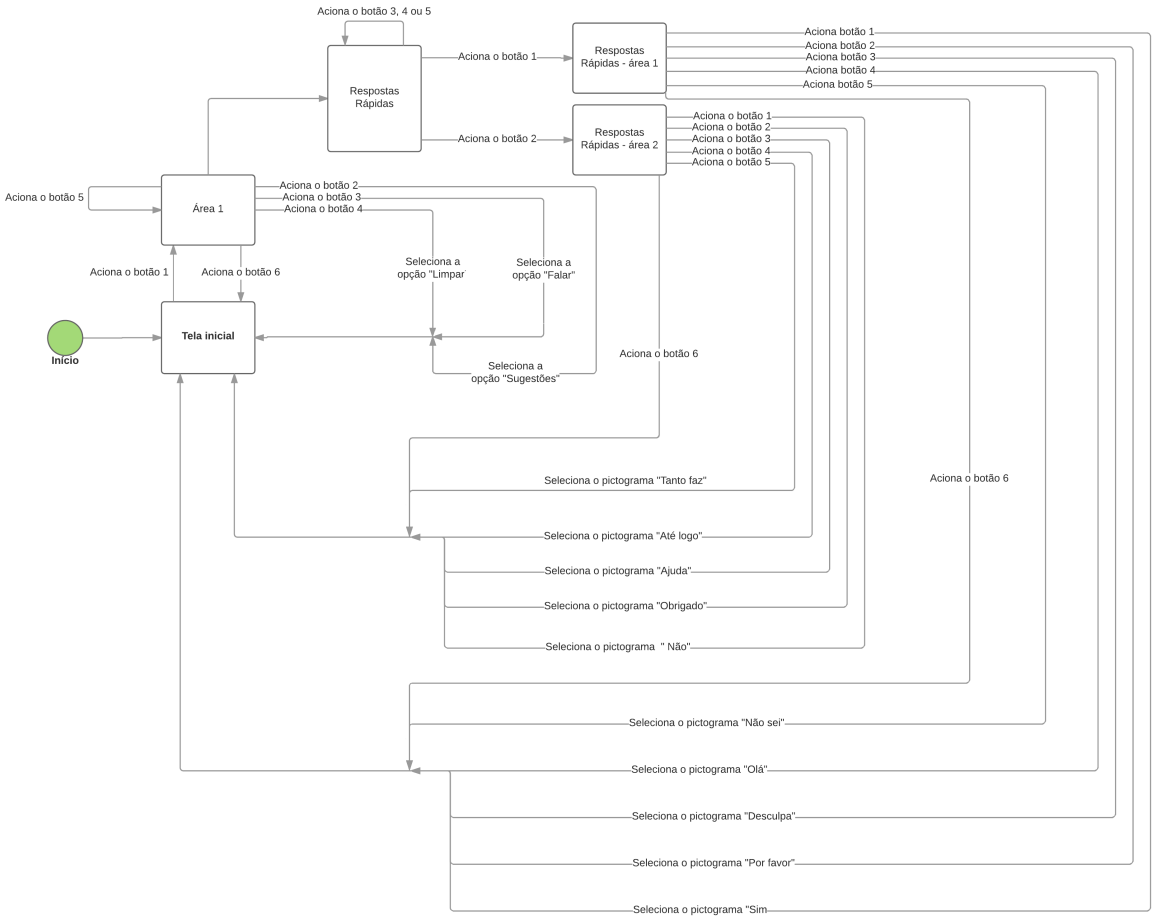
Fonte: Elaborada pela autora

4.3 Diagramas de estado

O diagrama a seguir representa os possíveis fluxos do sistema para a escolha da área 1 do aBoard. Se o usuário (após pressionar o botão 1 e consequentemente selecionar a área 1 do aBoard) pressionar o botão 2, 3 ou 4, será realizada uma verificação para

detectar se a área de frases está vazia ou possui algum pictograma. Caso a área de frase esteja vazia, o acionamento é ignorado, o sistema voltará ao seu estado inicial e o usuário precisa repetir todo o processo. Caso a área de frase possua algum pictograma, o aBoard executará as atividades correspondentes ao botão pressionado ("Sugestões" para o botão 2, "Falar" para o botão 3 ou "Excluir" para o botão 4). Se o usuário por acaso apertar o botão 5, o acionamento será ignorado e o sistema não mudará de estado até receber um acionamento válido. Caso o usuário pressione o botão 1, a tela de respostas rápidas irá surgir e ele precisará executar mais dois acionamentos para escolher o pictograma de resposta. Ele primeiramente precisa escolher a área 1 ou 2 da tela de respostas rápidas (as duas linhas horizontais que contem os símbolos (ver Figura 13). Caso ele pressione os botões 3, 4 ou 5, esse acionamento será desconsiderado e o sistema ainda continuará aguardando um acionamento válido. Após ele escolher corretamente a área da resposta rápida (1 ou 2) ele irá escolher o pictograma daquela área (1, 2, 3, 4 ou 5). Caso selecione o botão 6, o sistema voltará ao seu estado inicial.

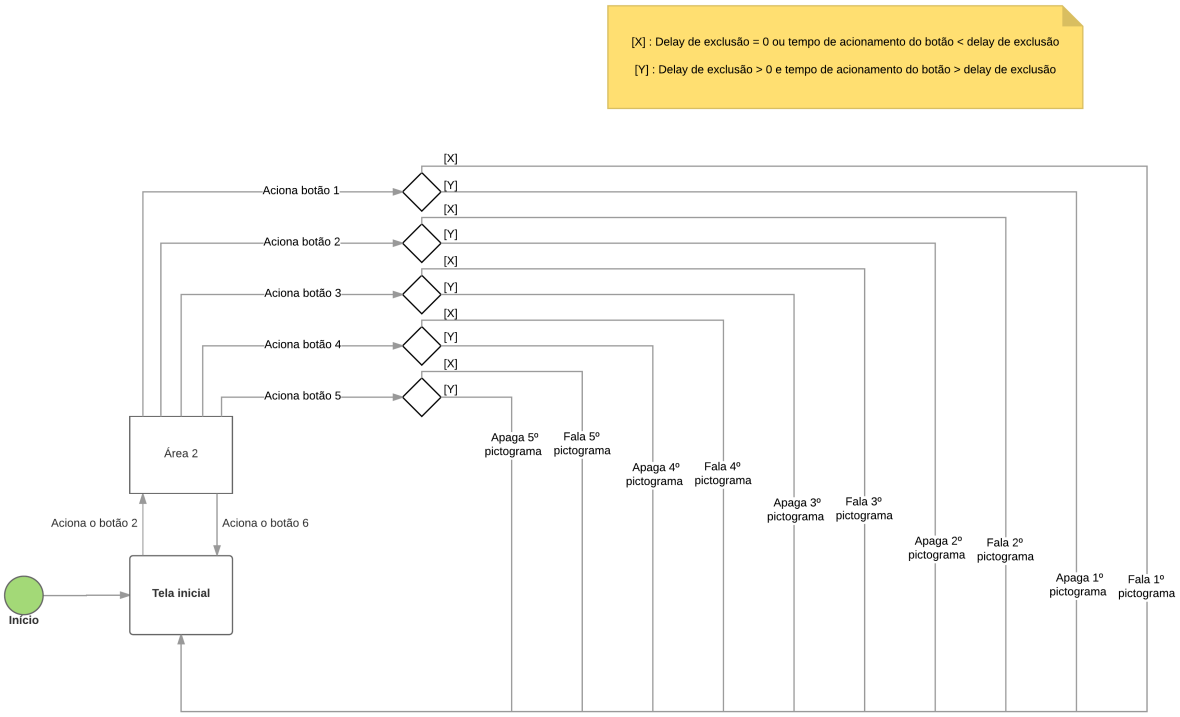
Figura 23: Diagrama de estados para acionamento do botão 1



Fonte: Elaborada pela autora

O diagrama a seguir representa os possíveis fluxos do sistema para a escolha da área 2 do aBoard. Como foi visto na seção 3, ao selecionar a área 2 (área de frase) o usuário tem a opção de ouvir ou apagar um pictograma. Após selecionar a área 2, o usuário terá que pressionar o botão referente a posição do pictograma que ele deseja selecionar (de 1 a 5). O que irá determinar se ele quer ouvir ou apagar o pictograma desejado é o tempo de pressionamento do botão. Se ele pressionar o botão por um tempo maior que o valor do delay de exclusão, contanto que esse valor do delay seja maior que 0, o sistema irá apagar aquele pictograma. Caso contrário, o sistema irá vocalizar o pictograma. Se o usuário pressionar o botão 6, o sistema voltará ao seu estado inicial.

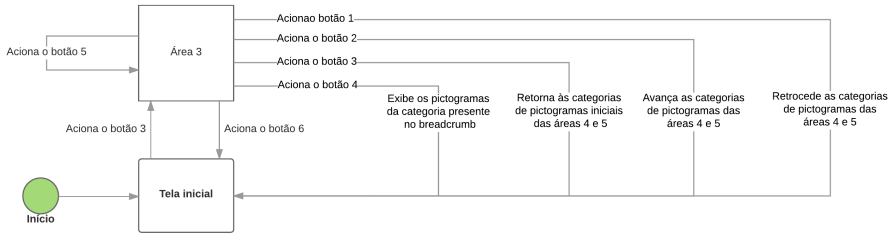
Figura 24: Diagrama de estados para acionamento do botão 2



Fonte: Elaborada pela autora

O diagrama a seguir representa os possíveis fluxos do sistema para a escolha da área 3 do aBoard. Se o usuário (após pressionar o botão 3 e consequentemente selecionar a área 3 do aBoard) pressionar o botão 1, as área 4 e 5 do aBoard irão retroceder, similarmente se o usuário pressionar o botão 2, as áreas 4 e 5 do aBoard irão avançar. Se o usuário pressionar o botão 3, as áreas 4 e 5 irão retornar ao seu estado inicial. Se o usuário pressionar o botão 4 ele irá para a categoria de pictogramas presente no breadcrumb do aBoard (se essa opção estiver disponível naquele momento). Se ele pressionar o botão 6, o sistema voltará ao seu estado inicial.

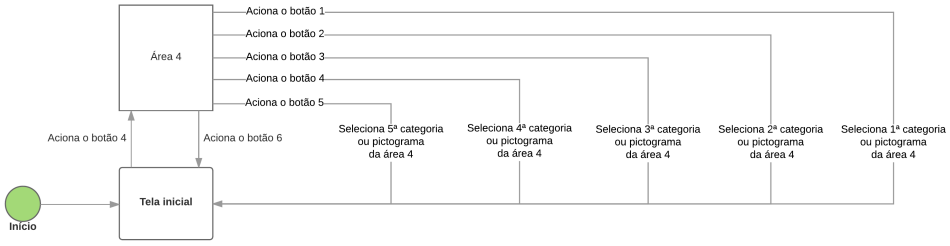
Figura 25: Diagrama de estados para acionamento do botão 3



Fonte: Elaborada pela autora

O diagrama a seguir representa os possíveis fluxos do sistema para a escolha da área 4 do aBoard. Se o usuário (após pressionar o botão 4 e consequentemente selecionar a área 4 do aBoard) pressionar o botão 1, o primeiro pictograma será selecionado. O funcionamento é semelhante quando o usuário pressiona os botões 2, 3, 4 e 5. Se pressionar o botão 6, o sistema irá para seu estado inicial.

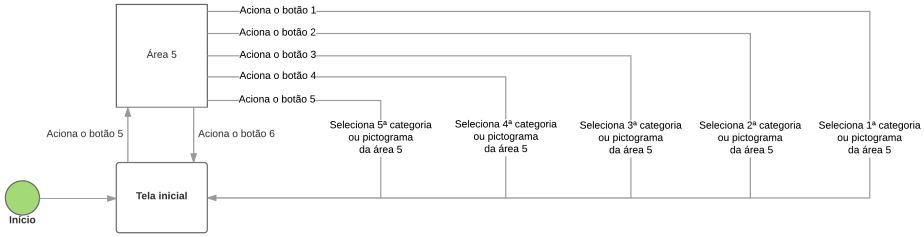
Figura 26: Diagrama de estados para acionamento do botão 4



Fonte: Elaborada pela autora

O diagrama a seguir representa os possíveis fluxos do sistema para a escolha da área 5 do aBoard. O funcionamento é semelhante ao descrito anteriormente para a área 4.

Figura 27: Diagrama de estados para acionamento do botão 5



Fonte: Elaborada pela autora

Conclusões e Trabalhos futuros

Este trabalho buscou desenvolver um novo método de interação com o sistema de CAA aBoard, que é baseado em pranchas para comunicação através de símbolos pictográficos, e atende as necessidades de deficientes motores com dificuldades na fala em seu processo de comunicação. Para tanto, foi desenvolvido um dispositivo alternativo de entrada para acesso às funcionalidades do aBoard utilizando a plataforma Arduino. Esse estudo é de grande importância devido a necessidade de facilitar a inclusão e prover uma maior independência a esses deficientes.

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos temas que fazem parte do estudo, com o intuito de formar uma base sólida para o planejamento e desenvolvimento do dispositivo. Estudos sobre a tecnologia assistiva e a comunicação aumentativa e alternativa, como também assuntos relacionados a deficiências motoras e distúrbios de comunicação serviram para entender as necessidades e formular os requisitos para o desenvolvimento do protótipo.

Como foi visto na seção de trabalhos relacionados, existem alguns projetos de acessibilidades para deficientes com distúrbios de comunicação que envolvem plataformas como Arduino e Raspberry Pi, porém nenhum deles envolve a integração do hardware com um aplicativo mobile. O desenvolvimento do projeto aqui apresentado é de bastante importância pois traz a possibilidade de usuários deficientes utilizarem recursos que antes não poderiam devido a sua limitação motora. Esse projeto não simplesmente limita a utilização do recurso de um único modo, mas permite ao usuário a escolha de desfrutar das facilidades que melhor se adaptam à sua condição motora. Além disso, o presente trabalho pode ser adaptado pra ser integrado a qualquer outra aplicação de maneira simples, o que é bastante útil já que existem no mercado diversos aplicativos de CAA.

Para trabalhos futuros pretende-se fazer testes do protótipo, avaliando sua usabilidade e real contribuição para facilitar o uso do aBoard pelos usuários. A partir desses testes é de grande importância avaliar quais tipos de acionadores e qual a forma de disposição deles é a melhor combinação para se obter bons resultados e reduzir possíveis erros na formação de frases por parte dos deficientes. Métodos de “feedback” entre os acionamentos, indicando qual a área está sendo selecionada, tanto por parte do protótipo como também pelo aplicativo, são importantes para dar mais segurança ao usuário quanto as suas escolhas. Pensando na questão de flexibilidade, os valores dos três delays (Confirmação de ação, Troca de ação e Exclusão) deveriam ser dinâmicos e fornecidos pelo usuário mediador ao iniciar o uso do acionador. Também é de grande valor investigar novos tipos de comunicação mais robustas entre o dispositivo e o aplicativo, como comunicações wi-fi.

Referências

AGNOL, A. D. et al. **Projeto de Acessibilidade Virtual**. *Ações afirmativas*, p. 63, 2016. Citado na página 26.

ASHA. **Competencies for speech-language pathologists providing services in augmentative communication**. *American Speech-Language-Hearing Association and others*, v. 31, n. 3, p. 107–110, 1989. Citado na página 23.

BALDASSIN, V.; PINHEIRO, L. S. **O uso de acionadores por pressão sensíveis ao toque: um relato de casos**. Citado na página 19.

BERSCH, R. d. C. R.; PELOSI, M. B. ***Tecnologia assistida: recursos de acessibilidade ao computador***. [S.l.]: SEESP, 2007. Citado na página 26.

BROWNING, N. **Curso sobre a comunicação alternativa–falada e escrita**. *Porto Alegre*, 2008. Citado na página 23.

CAT. **Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007 do Comitê de Ajudas Técnicas**. *Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR)*, 2007. Citado na página 21.

CESA, C. C.; KESSLER, T. M. **Comunicação alternativa: teoria e prática clínica**. *Distúrbios da Comunicação*, v. 26, n. 3, 2014. Citado na página 23.

DAMASCENO, L. L.; FILHO, T. A. G. **As novas tecnologias como tecnologia assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial**. In: *III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial–CIIEE*. [S.l.: s.n.], 2002. Citado na página 18.

DELIBERATO, D. et al. **Comunicação Suplementar e ou Alternativa no contexto da música: Recursos e procedimentos para favorecer o processo de inclusão de alunos com deficiência**. *Unesp. São Paulo*, 2006. Citado na página 23.

DIÁRIO OFICIALDA UNIÃO. **Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004**. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto-/D5296.htm>. Acesso em: 20/05/2017. Citado na página 17.

FRICHE, A. A. d. L. et al. **Curso Uso Terapêutico de Tecnologias Assistivas**. 2014. Citado na página 25.

GONÇALVES, M. J.; CAPOVILLA, F. C.; MACEDO, E. C. **Comunicação Alternativa, Tecnologia e Fonoaudiologia**. *A Tecnologia Informática na Fonoaudiologia. São Paulo: Plexus*, p. 114–126, 1998. Citado na página 23.

HAMIDI, F.; BALJKO, M. **Makers with a Cause: Fabrication, Reflection and Community Collaboration**. In: SPRINGER. *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. [S.l.], 2015. p. 49–61. Citado na página 32.

HAMIDI, F. et al. **Do-It-Yourself (DIY) assistive technology: a communication board case study**. In: SPRINGER. *International Conference on Computers for Handicapped Persons*. [S.l.], 2014. p. 287–294. Citado na página 32.

LEVITT, S. ***O tratamento da paralisia cerebral e do retardo motor***. [S.l.]: Manole, 2001. Citado na página 17.

MARTINS, D. S. **Design de recursos e estratégias em tecnologia assistiva para acessibilidade ao computador e à comunicação alternativa**. *Porto Alegre*, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 27, 28 e 30.

MASSARO, M. **Música por meio de sistemas de comunicação alternativa: Inserção do aluno com deficiência na atividade pedagógica**. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2012. Citado na página 23.

NAKAZUNE, S. J.; KLEIN, N. A. **Uso de acionadores na esclerose lateral amiotrófica**. 2013. Citado na página 26.

NISBET, P.; POON, P. **Special access technology**. *CALL Centre, University of Edinburgh*, 1998. Citado 3 vezes nas páginas 27, 28 e 29.

NUNES, L. R. **Linguagem e comunicação alternativa**. *Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro*, 2002. Citado na página 17.

OLIVEIRA, L. M. B. **Cartilha do Censo 2010: pessoas com deficiência**. *Brasília: SDH-PR/SNPD*, 2012. Citado na página 17.

OMS. **Relatório mundial sobre a deficiência**. SEDPcD São Paulo, 2012. Citado na página 17.

PALERM, C. C. R.; RUÍZ, P. A. L. **Augmentative/alternative system for public communication for children with cerebral palsy**. In: IEEE. *Engineering in Medicine and Biology Society, 1992 14th Annual International Conference of the IEEE*. [S.l.], 1992. v. 4, p. 1525–1526. Citado na página 18.

PELOSI, M. B. ***A comunicação alternativa e ampliada nas escolas do Rio de Janeiro: formação de professores e caracterização dos alunos com necessidades educacionais especiais***. [S.l.: s.n.], 2000. Citado na página 28.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. **Assistiva: Tecnologia e Educação**. 2013. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>. Acesso em: 18/05/2017. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

SATURNO, C. E. **Protótipo de ferramenta de comunicação aumentativa e alternativa para crianças e adolescentes com paralisia cerebral**. Universidade do Vale do Itajaí, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 19.

SCHIRMER, C. R. et al. **Atendimento Educacional Especializado–Deficiência Física**. *São Paulo: MEC/SEESP*, v. 1, p. 130, 2007. Citado 4 vezes nas páginas 17, 24, 29 e 30.

SEDH. **Tecnologia Assistiva**. Comitê de Ajudas Técnicas, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

SITOE, S. A.; MASCHKE, G.; PASSERINO, L. M. **SCALA com sistema de varredura: Possibilidades funcionais**. *V Congresso Brasileiro de Comunicação Alternativa, Gramado/RS*, v. 1, p. 1–16, 2010. Citado na página 28.

SOUSA, G. de. **Mediação da comunicação em crianças portadoras de deficiência neuromotora**. 2012. Citado na página 31.

TETZCHNER, S. V. et al. ***Introdução à comunicação aumentativa e alternativa***. [S.l.: s.n.], 2000. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 28.

ZAPOROSZENKO, A.; ALENCAR, G. A. R. **Comunicação alternativa e paralisia cerebral: recursos didáticos e de expressão**. *Brasília/DF*, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.