



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**



DAVI ALVES MAGALHÃES

**VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO
SENSÍVEL AO CONTEXTO**

**MOSSORÓ - RN
2015**

DAVI ALVES MAGALHÃES

**VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO
SENSÍVEL AO CONTEXTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof^ª D.Sc. Cícilia Raquel Maia Leite

Coorientador: Prof^º D.Sc. Pedro Fernandes Ribeiro Neto

**MOSSORÓ - RN
2015**

**Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Magalhães, Davi Alves
Vocalizador digital baseado na computação sensível ao contexto. / Davi Alves
Magalhães. – Mossoró, RN, 2015.

80 f.

Orientador: Profa. Dra. Cíclia Raquel Maia Leite

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) Universidade do Estado
do Rio Grande do Norte. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Programa de
Pós-Graduação em Ciência da Computação.

1. Ciência da Computação. 2. Comunicação Aumentativa e Alternativa. 3.
Sensibilidade ao contexto. 4. Near-Field Communication. I. Leite, Cíclia Raquel
Maia. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Universidade
Federal Rural do Semi-Árido. IV. Título.

UERN/BC

CDD 004

Bibliotecária: Jocelania Marinho Maia de Oliveira – CRB 15 319

DAVI ALVES MAGALHÃES

**VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO
SENSÍVEL AO CONTEXTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADA EM: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Cícília Raquel Maia Leite
Orientador

Pedro Fernandes Ribeiro Neto, D.Sc.
Coorientador

Suélia de S. R. Fleury Rosa, D.Sc.
Avaliadora Externa

Francisco Chagas de Lima Júnior, D.Sc.
Avaliador Interno

Dedico este trabalho aos meus pais, Elias e Cilene.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo coração aos meus pais. Nunca terei como pagar ou retribuir à altura por todo o amor e cuidado que eu recebi.

Agradeço aos meus orientadores, Cícilia Maia e Pedro Fernandes, pelos conhecimento, ensinamento e conselhos que recebi durante todos esses anos. Estamos fechando mais um ciclo juntos, sempre com aprendizado e camaradagem. Obrigado por me tornarem um profissional melhor e uma pessoa melhor.

Agradeço também a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da UERN e UFERSA, que muito contribuíram com a minha formação profissional e pessoal. Às equipes das secretarias do Mestrado, em especial à Rosita, agradeço por todo o apoio prestado.

Ao Grupo de Apoio a Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica meus agradecimentos, em especial à Dra. Maria de Jesus, por ter dedicado tempo para me auxiliar na condução dos testes e no desenvolvimento deste trabalho.

À Suellem, minha namorada. Todos os encontros desmarcados, a pouca atenção nos momentos mais críticos do mestrado e a falta de tempo livre desses últimos anos foram respondidos com muita paciência e compreensão. Agradeço a Deus por você.

Aos meus amigos que caminharam junto comigo desde a graduação, meu muito obrigado. Sem vocês não teria graça. Ao meu melhor amigo, Bruno, obrigado por ter me incentivado desde o começo, bem antes de eu sequer fazer a matrícula na graduação. Você é o irmão que não tive.

Aos companheiros do Laboratório de Engenharia de software - LES, agradeço por toda a ajuda que recebi nesses quase 4 anos de convivência. Obrigado também pelas risadas e momentos de descontração que sempre aliviavam a tensão durante o expediente.

Acima de tudo, agradeço ao autor da minha existência, ao Deus soberano e altíssimo que me concede tudo, apesar de eu não merecer nada.

"There's no spoon."
Neo (Matrix Trilogy)

RESUMO

A comunicação ocupa um papel central na história do desenvolvimento da humanidade, permitindo o entendimento, a colaboração e o debate de ideias entre pessoas e civilizações. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 24% da população brasileira possui algum tipo de deficiência, dentre as quais a deficiência de fala ou comunicação. A deficiência de comunicação pode ser causada por diversos fatores e impõe barreiras severas para a qualidade de vida do indivíduo. As Tecnologias Assistivas são um conjunto de dispositivos e técnicas que auxiliam pessoas com deficiência nas suas atividades do cotidiano, visando dar condições de igualdade e torná-las parte plenamente atuante da sociedade. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta de Comunicação Alternativa e Aumentativa, o vocalizador A2C, baseada na computação sensível ao contexto. O vocalizador auxilia na comunicação de pessoas com dificuldade de fala, permitindo a construção de pictogramas, que são formados pela associação de uma imagem e uma pequena frase, que representam de forma visual uma palavra, sentimento ou vontade que o usuário deseja expressar. Ao tocar em um pictograma, o texto associado a ele é lido pelo sintetizador de voz disponível nos *smartphones* ou *tablets*. Os pictogramas são agrupados em conjuntos que podem ser associados às etiquetas *Near-Field Communication* (NFC), permitindo a exibição mais ágil destes pictogramas na tela em situações determinadas pelo usuário. O A2C também possui sensibilidade ao contexto do usuário, adaptando-se conforme o uso e sugerindo novos pictogramas conforme a localização do usuário. Além disso, a utilização do vocalizador pode ser monitorada remotamente através da internet, permitindo que uma equipe médica acompanhe o uso e realize adaptações nos pictogramas a distância. Um experimento em ambiente real foi realizado com usuários portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica que possuem a fala afetada por causa da doença. Os usuários e a equipe médica avaliaram satisfatoriamente o vocalizador A2C, afirmando que houve contribuição significativa na capacidade de comunicação.

Palavras-chave: Comunicação Aumentativa e Alternativa, Sensibilidade ao contexto, Near-Field Communication, Acessibilidade.

ABSTRACT

Communications are a central role in the history of humanity's development, allowing the understanding, cooperation and the debate of ideas between people and civilizations. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics, about 24% of the population has some type of disability, among which the deficiency of speech or communication. Several factors can cause communication failure and imposes severe barriers to the individual's quality of life. The Assistive Technologies are a set of devices and techniques that assist people with disabilities in their daily activities, aiming to provide a level playing field and makes them fully active part of society. This work presents the development of an Alternative Communication and Augmentative tool, the A2C voicer, which helps individuals with speech difficulties. The A2C has a set of figures associated to phrases, called glyphs that synthesize in voice the associated text. The A2C also has sensibility to the user context, adapting itself as with the usage and suggesting new pictograms as the user environment. Furthermore, the usage of voicer can be remotely monitored over the Internet, allowing that a medical staff tracks its usage and adjusts the pictograms from anywhere. A real environment experiment was conducted with Amyotrophic Lateral Sclerosis patients who have their speech affected by the disease. Users and the medical staff positively evaluated the A2C voicer, stating that there was a significant contribution in communication capability.

Key-words: Alternative and Augmentative Communication, Context-Awareness, Near-Field Communication, Accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A relação entre computação Ubíqua, Móvel e Pervasiva.	18
Figura 2 – Relacionamentos entre contextos de uma entidade (Fonte: adaptado de Zimmermann, Lorenz e Oppermann (2007)).	20
Figura 3 – Tecnologias que influenciaram o desenvolvimento do NFC.	23
Figura 4 – Estrutura de um sistema RFID.	23
Figura 5 – Diversas etiquetas NFC.	25
Figura 6 – Processo de leitura de uma etiqueta NFC.	26
Figura 7 – Comunicação <i>peer-to-peer</i> usando NFC.	27
Figura 8 – Modo de emulação de cartão inteligente.	27
Figura 9 – Visão geral do Vocalizador A2C.	34
Figura 10 – Fluxograma do processo de criação de pictogramas.	36
Figura 11 – Fluxograma do processo de exclusão de pictogramas.	37
Figura 12 – Fluxograma do processo de gravação de etiquetas NFC.	38
Figura 13 – Fluxograma do processo de leitura de etiquetas NFC.	38
Figura 14 – Fluxograma do processo de aquisição.	41
Figura 15 – Fluxograma do processo de sugestão.	42
Figura 16 – Tela inicial do vocalizador A2C.	43
Figura 17 – Adicionando um pictograma ao vocalizador A2C.	43
Figura 18 – Modo de edição ativado no vocalizador A2C.	44
Figura 19 – Excluindo um pictograma: (a) Modo de exclusão ativado; (b) Confirmação da exclusão.	44
Figura 20 – Modo de gravação de etiquetas ativado.	45
Figura 21 – Modo de comunicação do vocalizador A2C: (a) botão Home; (b) caixa de textos; (c) botão Play; (d) Pictogramas.	46
Figura 22 – Interface de gerenciamento web do A2C.	47
Figura 23 – Sincronização de dados em andamento.	47
Figura 24 – Quantidade de pictogramas criados por cada usuário.	53
Figura 25 – Quantidade de pictogramas acionados, subdivididos entre pictogramas criados pelo usuário e pictogramas sugeridos pelo vocalizador A2C.	54
Figura 26 – Relação entre o uso dos pictogramas e o uso da caixa de textos.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões semânticas do Contexto	20
Tabela 2 – Comparativo entre os trabalhos relacionados.	32

LISTA DE SIGLAS

ARASAAC Aragonés de Comunicação Aumentativa e Alternativa

ELA Esclerose Lateral Amiotrófica

GPS Global Positioning System

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE Integrated Development Environment

IEC International Eletromechanical Comission

IP Internet Protocol

ISO International Standard Organization

JSF JavaServer Faces

JSON JavaScript Object Notation

LLCP Logical Link Control Protocol

NFC Near-Field Communication

NFCIP-1 Near-Field Communication Interface and Protocol-1

PDA Personal Digital Assistant

RFID Radio-Frequence Identification

TA Tecnologias Assistivas

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	PATOLOGIAS CAUSADORAS DE DIFICULDADES DE COMUNICAÇÃO	13
2.1.1	Afasia	13
2.1.2	Esclerose Lateral Amiotrófica	14
2.1.3	Disartria	15
2.2	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	16
2.3	COMPUTAÇÃO UBÍQUA	17
2.3.1	Computação sensível ao contexto	18
2.4	NEAR-FIELD COMMUNICATION	22
2.4.1	Visão Geral	24
3	ESTADO DA ARTE	28
4	VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO SENSÍVEL AO CONTEXTO	33
4.1	VISÃO GERAL DO SISTEMA	33
4.2	FUNCIONALIDADES DO A2C	35
4.2.1	Criação de pictogramas	35
4.2.2	Edição de pictogramas	35
4.2.3	Exclusão de pictogramas	36
4.2.4	Associação e iniciação por etiquetas NFC	37
4.2.5	Modo de conversação	38
4.2.6	Monitoramento de uso	39
4.3	SENSIBILIDADE AO CONTEXTO	39
4.4	IMPLEMENTAÇÃO DO A2C	41
5	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO A2C EM UM CENÁRIO REAL	49
5.1	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	49
5.2	AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO	50
5.2.1	Caso 1	50
5.2.2	Caso 2	51
5.2.3	Caso 3	52
5.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	53

6	CONCLUSÕES	57
6.1	PRODUÇÃO CIENTÍFICA	58
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICES	63
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO USUÁRIO	64
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO ACOMPANHANTE	67
	APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO TERAPEUTA	70
	ANEXOS	73
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .	74

1 INTRODUÇÃO

Existe na história recente da humanidade um grande esforço da sociedade em busca da inclusão social e profissional das pessoas com deficiências, sejam físicas ou motoras. A acessibilidade é um aspecto importante na criação e no desenvolvimento dos espaços urbanos, de novas tecnologias e de novas formas de transmitir a cultura e a literatura, indo além da inclusão, dando, também, a condição de igualdade às pessoas com deficiência para que estas se tornem parte plenamente atuante da sociedade.

Segundo dados do censo de 2010 feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 24% dos brasileiros possuem algum tipo de deficiência física ou mental (IBGE, 2010). O IBGE não dispõe de dados específicos sobre a deficiência de fala no país, mas várias destas deficiências afetam a capacidade de fala destes indivíduos.

Fatores como a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), afasias, problemas motores, anatômicos ou condições temporárias também podem gerar dificuldades na vocalização das palavras. Tais condições interferem gravemente na capacidade de comunicação do indivíduo. A perda gradual da capacidade de falar ou a mudez completa são experimentadas por uma parcela da população, o que dificulta a sua integração social e profissional.

Essas dificuldades de comunicação, no entanto, podem ser contornadas com o uso de Tecnologias Assistivas (TA), que contribuem com a integração social e profissional desses indivíduos. As TAs se apresentam como uma importante ferramenta para auxiliar essas pessoas e representam um vasto e promissor campo de pesquisa para cientistas de diversas áreas, incluindo a Ciência da Computação.

Dentre as TAs voltadas para pessoas com dificuldade de comunicação pode-se citar diversas ferramentas, dentre elas, pranchas de papel, sintetizadores de voz, vocalizadores eletrônicos e digitais. Um conjunto de pranchas de papel contendo figuras e palavras associadas, chamadas de pictogramas, pode ser utilizado por pessoas com dificuldade de comunicação para se expressarem, apontando para as figuras que representam aquilo que se deseja comunicar. No entanto, o vocabulário reduzido das pranchas pode ser um impedimento para o seu uso no cotidiano. Seriam necessárias muitas pranchas para que o usuário obtivesse um conjunto de palavras e símbolos suficientes para uma comunicação satisfatória.

Outra TA que auxilia na comunicação são os sintetizadores de voz, que são ferramentas capazes de reproduzir em áudio o conteúdo de textos digitais e podem ser utilizadas pela pessoa com deficiência para comunicação. Todavia este método não permite conversação ágil, apesar de permitir ao seu usuário expressar-se de forma livre.

Há também dispositivos vocalizadores eletrônicos que funcionam de modo

similar às pranchas. Pranchas de papel são encaixadas em um dispositivo contendo botões. Ao pressionar uma figura, um som previamente gravado relativo àquela figura é reproduzido. Todavia esses equipamentos possuem algumas limitações, tais como baixa capacidade de armazenamento, custo elevado e pouca praticidade na configuração de suas mensagens.

Nos vocalizadores mais complexos, em que há maior capacidade de armazenamento, as mensagens são agrupadas em contextos, já que não é possível exibir um conjunto muito grande de imagens ao mesmo tempo na tela. Os contextos são especialmente úteis por reunirem as mensagens que o usuário provavelmente utilizará em determinados ambientes ou situações, tais como, sala de estar, ambiente de trabalho ou igreja. No entanto, a troca entre contextos requer reconfiguração manual constante do aparelho para a troca das pranchas de papel.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um vocalizador digital para auxílio a pessoas com dificuldades de comunicação baseado na computação sensível ao contexto, chamado de A2C. Este vocalizador funciona de modo similar aos vocalizadores eletrônicos, mas em forma de aplicativo para o sistema operacional Android, contornando as limitações apresentadas acima, como baixa capacidade de armazenamento e reconfiguração manual dos contextos.

Utilizando a memória interna dos *tablets* ou *smartphones*, o aplicativo possui alta capacidade de armazenamento de imagens e pictogramas. Em vez de utilizar áudios previamente gravados, o vocalizador utiliza um sintetizador de voz para ler os textos dos pictogramas, agilizando o processo de personalização da ferramenta e reduzindo o espaço necessário para o armazenamento de arquivos.

Para agilizar a utilização em situações específicas, um conjunto de pictogramas pode ser associado às etiquetas *Near-Field Communication* (NFC), possibilitando que o vocalizador traga à tela estes pictogramas rapidamente mesmo quando o aplicativo não estiver em execução, sem a necessidade de toques na tela.

O vocalizador A2C é sensível ao contexto do usuário, adaptando-se e sugerindo novos pictogramas ao usuário de acordo com a sua localização. O A2C conta também com um sistema de monitoramento de uso, que permite à equipe médica acompanhar a utilização do vocalizador e realizar ajustes nos pictogramas remotamente, conforme a necessidade.

Outra vantagem será a expansão do uso deste tipo de ferramenta de comunicação. Segundo dados da consultoria Strategy Analytics (2015), foram vendidos aproximadamente 1 bilhão e 280 milhões de *smartphones* e *tablets* no ano de 2014 em todo o mundo. Estes equipamentos estão cada vez mais presentes nas residências e, assim, um vocalizador que funcione nestes dispositivos certamente contribuirá para a popularização dessa ferramenta de comunicação alternativa, beneficiando milhares de pessoas.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no capítulo 2 é detalhado o referencial teórico necessário ao entendimento deste trabalho; no capítulo 3 são apresentados trabalhos relacionados a este, provendo uma visão do estado da arte; no capítulo 4 é mostrado o desenvolvimento deste trabalho; no capítulo 5 são apresentados o experimento em cenário real e os resultados obtidos; finalmente, no capítulo 6 são discutidos as considerações finais e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados os conceitos teóricos importantes para o entendimento deste trabalho. Este capítulo está subdividido em:

- **PATOLOGIAS CAUSADORAS DE DIFICULDADES DE COMUNICAÇÃO:** apresenta algumas patologias que causam dificuldades na fala;
- **TECNOLOGIAS ASSISTIVAS:** aborda as definições e subcategorias que compõem as tecnologias assistivas;
- **COMPUTAÇÃO UBÍQUA:** discute as definições e conceitos importantes sobre esta área da computação e aborda mais detalhadamente a computação sensível ao contexto;
- **NEAR-FIELD COMMUNICATION:** apresenta detalhadamente a tecnologia e seu funcionamento.

2.1 PATOLOGIAS CAUSADORAS DE DIFICULDADES DE COMUNICAÇÃO

Nesta seção serão abordadas algumas patologias que causam a dificuldade de comunicação, perda de voz ou perda da função da fala.

2.1.1 Afasia

Existem diversos fatores que ocasionam a perda parcial ou total da capacidade de comunicação. Um desses fatores é a afasia, que implica na perda da habilidade de usar a função cerebral da linguagem. A causa mais comum da afasia é o derrame cerebral. Outras causas são traumatismos crânio-encefálicos, tumores cerebrais ou outros problemas neurológicos. A afasia é um distúrbio muito comum em pessoas idosas, mas pode ocorrer em qualquer idade, independentemente do sexo, peso ou outras características físicas (SANTO, 2009).

É necessário que o cérebro possua saúde para realizar atividades como falar, escrever, ler e compreender. Com a afasia o cérebro não consegue processar corretamente as informações e não as organiza do modo que deveria, impedindo a comunicação mesmo sem nenhuma lesão nos músculos ou órgãos do aparelho fonador. O paciente pode também não compreender aquilo que ouve, mesmo que seu sistema auditivo esteja em perfeito estado.

As afasias podem se apresentar como leves alterações durante a fala, com dificuldade para expressar algumas palavras, associada à problemas na escrita e/ou na leitura. Há também situações em que o paciente consegue falar razoavelmente, mas com alterações na velocidade da fala, tornando difícil a compreensão.

Segundo Maria e Negrão (2003), também podem ocorrer quadros em que há uma limitação severa da expressão oral e redução de vocabulário, associadas à incapacidade para a leitura e para a escrita, mesmo de informações simples como o próprio nome. A gravidade das lesões no cérebro tem forte ligação com a extensão e intensidade da afasia no paciente.

O tratamento inclui exercícios de fala e de escrita que estimulam o exercício nas funções de fala do cérebro, planejados de acordo com o nível de instrução do paciente, grau de lesão e associados às suas preferências pessoais. O uso de ferramentas de comunicação alternativa pode ajudar a amenizar este problema, bem como manter o paciente sempre motivado a cumprir as recomendações médicas. O tempo de tratamento dependerá da evolução do quadro afásico, que pode durar vários meses e até anos (NSA, 2009).

Se mesmo após alguns meses de tratamento o quadro afásico persistir, uma recuperação completa pode ser menos provável. No entanto, é possível obter progressos mesmo depois de anos ou décadas de acompanhamento.

2.1.2 Esclerose Lateral Amiotrófica

Outra doença que pode causar deficiência de comunicação é a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA). A ELA é uma doença das células nervosas do cérebro e da medula espinhal que controlam o movimento dos músculos. Diferentes hipóteses foram levantadas para a causa da ELA, como genética, viral, autoimune e neurotóxica. Nenhuma destas hipóteses estão totalmente definidas, exceto a causa genética. Deste modo, trata-se de uma doença que possivelmente é causada por diferentes fatores que desencadeiam o processo de morte celular (POLETTI; ENRICI; ADENZATO, 2012).

A ELA é uma doença degenerativa, irreversível e de caráter progressivo, que causa a perda de neurônios motores superiores e inferiores, comprometendo os movimentos voluntários dos músculos de seu portador. Os músculos desnervados sofrem de vários graus de atrofia ao longo do tempo (SOUZA et al., 2009).

Sua manifestação é percebida através de sintomas bem definidos, decorrentes da perda dos neurônios motores superior e inferior. Os sinais comuns da perda do neurônio motor inferior são fraqueza, atrofia muscular, câibras e hiporreflexia. Já os sinais da perda do neurônio motor superior são a espasticidade, hiperreflexia, hiperatividade dos reflexos axiais da face e sinal de Hoffmann, dentre outros.

Inicialmente, os pacientes que sofrem com ELA experimentam fraqueza muscular em membros inferiores ou superiores. Conforme a doença evolui, a atrofia muscular

torna-se mais evidente (CAVALLO et al., 2011).

Quando um membro superior é acometido, a percepção inicial é a perda da destreza manual, geralmente observada em atividades corriqueiras como a manipulação de objetos. Após isto, a atrofia muscular fica perceptível, com a perda considerável de massa e movimentos. Em alguns pacientes a doença se manifesta primeiramente como atrofia ou fraqueza na perna, que eventualmente progride para a paralisia do membro como um todo.

Há casos também em que a doença se inicia pelo segmento bulbar. A principal característica observada nos pacientes é a dificuldade para ingerir líquidos ou saliva, e posteriormente para alimentos sólidos. Em seguida pode surgir a dificuldade de fala decorrente da atrofia de músculos da mandíbula, língua, face, faringe e laringe. Com o passar do tempo, o paciente pode ter sua fala completamente comprometida (POLETTI; ENRICI; ADENZATO, 2012).

Não existe atualmente um tratamento que permita a cura da ELA. O acompanhamento do paciente requer a cooperação e integração de uma equipe multidisciplinar composta por neurologista, clínico geral, psicólogo, psiquiatra, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, nutricionista, equipe de enfermagem, cuidadores e familiares (RAOUL et al., 2013).

2.1.3 Disartria

Disartria é a alteração da articulação, da pronúncia de palavras individuais e a distorção de frases inteiras. Esta alteração é causada pela disfunção do controle dos músculos que produzem a fala, cuja lesão se localiza nos neurônios motores superiores ou inferiores, sistema cerebelar ou na própria musculatura envolvida na fala (MARRONE, 2005).

As características bem definidas da disartria são a fraqueza e a pouca coordenação dos músculos que compõem o aparelho fonador. O que diferencia a disartria e a afasia é a preservação das funções linguísticas.

Stefani (2008) apresenta alguns tipos de disartrias:

- Flácida: movimentos voluntários são afetados, o que interfere diretamente no controle da respiração e causa cansaço, acarretando em frases curtas e distorções ao pronunciar vogais e consoantes.
- Espástica: velocidade de fala lenta, presença de cansaço, voz arranhada e dificuldade de deglutição.
- Atáxica: lentidão nos movimentos voluntários. A respiração é irregular, o que causa distorções ao falar vogais e pausas constantes entre sílabas.

A disartria compromete o controle correto do aparelho fonador e, consequentemente, a comunicação oral do indivíduo.

2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

As deficiências, sejam físicas ou cognitivas, possuem características complexas que podem interferir de diversos modos na qualidade de vida do seu portador. Há um esforço conjunto de empresas, indústria, governos e da sociedade na criação e manutenção da acessibilidade, no sentido de incentivar a inclusão de pessoas com deficiência na sociedade e no mercado de trabalho.

As Tecnologias Assistivas (TA) desempenham um papel fundamental na inclusão social e profissional dessas pessoas, facilitando o acesso aos serviços e locais, o uso de ferramentas ou intermediando a comunicação, dando condições às pessoas com deficiência de usufruir dos mesmos fenômenos sociais que os demais.

Uma TA é definida como qualquer item, parte de equipamento ou sistema que é usado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades dos indivíduos com deficiência. Isso inclui uma variedade imensa de objetos, como colheres adaptadas, cadeiras de rodas, sistemas de cores primárias, lupas de aumento da tela do computador, sistemas de navegação por voz, dentre outros exemplos (OMS, 2011).

O uso de TA adequadas a cada usuário tem se mostrado uma ferramenta poderosa que aumenta a independência e participação. Um estudo disponível em Hunt et al. (2004) mostrou que o uso de TA por pessoas com pouca mobilidade possibilitou a participação dessas pessoas em sua comunidade, especialmente no mercado de trabalho, tornando-as mais ativas.

Pode-se classificar as TA em doze categorias: auxílios para a vida diária, Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), acessibilidade ao computador, sistemas de controle de ambientes, acessibilidade arquitetônica, órteses e próteses, adequação postural, auxílios de mobilidade, auxílios de visão, auxílios de audição, veículos adaptados e recursos de esporte e lazer. A classificação por categorias organiza a utilização, estudo e pesquisa de recursos de TA em subáreas, que também são úteis para o mercado, fornecendo focos específicos de trabalho e especialização (BERSCH; OBJETIVO, 2013).

2.3 COMPUTAÇÃO UBÍQUA

A padronização das redes sem fio e o avanço recente dos microprocessadores criaram as condições necessárias à fabricação de dispositivos móveis e compactos com grande poder computacional, como *smartphones*, *tablets*, *Personal Digital Assistants* (PDAs), dentre outros.

Estes dispositivos cooperam com outros dispositivos móveis ou estacionários para o fornecimento de serviços de acesso instantâneo de modo transparente. Dessa característica é que surgiu o conceito de Computação Ubíqua.

Dada a similaridade com outras áreas da computação, algumas pessoas podem confundir a Computação Ubíqua com Computação Pervasiva ou Computação Móvel. No entanto, há algumas diferenças sutis que as distinguem.

A Computação Móvel é formada por sistemas computacionais que se comunicam entre si por meio de redes sem fio, o que possibilita a mobilidade desses dispositivos. Deste modo, um dispositivo móvel pode utilizar serviços e realizar comunicação independente de sua localização física ou do fato de estar em movimento. No entanto, os dispositivos de computação móvel não possuem a capacidade de obter informações sobre o ambiente ou o contexto no qual estão inseridos. Assim, cabe aos usuários a tarefa de alterar as configurações das aplicações à medida que se movimentam de lugar.

A Computação pervasiva é um paradigma computacional baseado na ideia de prover acesso às aplicações por meio de interações naturais com os usuários, de modo que seu uso possa ser o mais transparente possível, e tendo a capacidade de obter informações sobre o ambiente ao seu redor para configurar e adaptar a aplicação para que funcione de modo mais eficiente ou personalizado em um ambiente (OBAIDAT; DENKO; WOUNGANG, 2011).

Aplicações e serviços pervasivos devem se integrar aos objetos e atividades do dia a dia, além de adaptar-se às mudanças observadas no ambiente. Assim, o usuário pode usufruir destes serviços em qualquer lugar, em qualquer hora e preferencialmente em qualquer dispositivo de computação móvel ou não (SAHA; MUKHERJEE, 2003).

Segundo Hansmann (2003), a computação pervasiva possui quatro características principais:

- **Descentralização:** ocorre a distribuição de tarefas e serviços entre diversos dispositivos heterogêneos, que colaboram entre si de forma dinâmica em redes que estão em constante mudança.
- **Diversificação:** com o uso de dispositivos móveis personalizados e outros dispositivos embarcados de uso específico, um grande desafio da computação pervasiva

é permitir a colaboração entre esses dispositivos para que um determinado serviço funcione adequadamente em todos eles.

- **Conectividade:** diversos dispositivos estão conectados uns aos outros utilizando as mais diversas tecnologias. Por exemplo, um *smartphone* pode adquirir dados por meio de uma conexão de dados de Terceira Geração, transmitir dados através de Bluetooth para um *notebook* que, por sua vez, pode transmitir dados através de redes WiFi ou Ethernet. A adoção de padrões abertos de comunicação facilita a implantação da conectividade.
- **Simplicidade:** os dispositivos pervasivos são ferramentas especializadas e, portanto, eles devem desempenhar muito bem as tarefas para as quais foram escolhidos. Com isso, a simplicidade de uso é uma característica fundamental da computação pervasiva.

Já a Computação Ubíqua integra a computação móvel em larga escala com as características da computação pervasiva. Assim, um dispositivo pervasivo pode obter dinamicamente informações sobre o contexto no qual está inserido e configurar seus serviços e aplicações de acordo com a necessidade. A relação entre Computação Móvel, Ubíqua e Pervasiva é ilustrada na Figura 1.

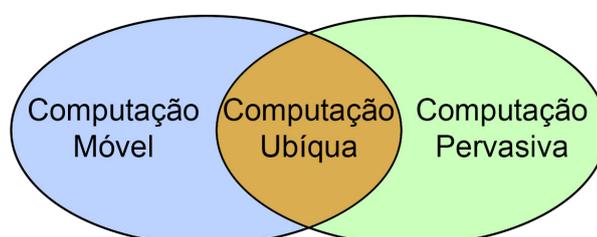


Figura 1 – A relação entre computação Ubíqua, Móvel e Pervasiva.

A sensibilidade ao contexto é o aspecto principal da Computação ubíqua, sendo provida por meio de mecanismos que possibilitam a percepção do contexto no qual a aplicação ou o dispositivo se encontram.

2.3.1 Computação sensível ao contexto

Pode-se definir a Computação Sensível ao contexto como um paradigma computacional que utiliza informações contextuais obtidas por meios diversos de modo a agregar valor aos seus serviços, possibilitando a adaptação, expansão, restrição ou alteração de suas funcionalidades conforme as mudanças percebidas nos contextos observados (RAZ et al., 2010).

Todos os tipos de atividades, incluindo a comunicação entre humanos, são rodeadas e influenciadas por um ou mais contextos. Do mesmo modo que um gesto ou

palavra tem diferentes significados dependendo da situação na qual é utilizado, um usuário de um sistema também está rodeado pelo seu contexto enquanto interage com um serviço ou tecnologia (RAZ et al., 2010).

Algumas definições populares foram utilizadas na literatura para definir o que é sensibilidade ao contexto. Algumas delas são:

- Schilit e Theimer (1994) introduziram o termo Sensibilidade ao Contexto em trabalhos acadêmicos sobre computação móvel e distribuída. A definição dada abraça a localização e identidade dos usuários, bem como o estado dos objetos em seu ambiente.
- Ward, Jones e Hopper (1997) definiram o contexto primariamente como a localização de um objeto em um ambiente.
- Pascoe, Ryan e Morse (1999) foram os primeiros a propor que o contexto se tratava de algo mais além da localização, extendendo o termo para incluir atributos do ambiente, como a descrição do clima, por exemplo.
- Schmidt, Beigl e Gellersen (1999) expandiram mais ainda a ideia de contexto como sendo algo além de localização, englobando informações sobre o clima, infraestrutura, dispositivos, usuários e atividades.
- Chen e Kotz (2000) introduziram o conceito de contexto de tempo, definindo o contexto como o conjunto de estados do ambiente e configurações que determinam o comportamento da aplicação ou na qual um evento da aplicação ocorre em duas categorias: contexto ativo, que influencia o comportamento da aplicação, e contexto passivo, que não é fundamental, mas importante à aplicação.
- Dey (2001) define contexto como qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo os próprios usuário e aplicação.

Uma das definições mais utilizadas na literatura está em Dey e Abowd (2000), que definem as dimensões semânticas do contexto, apresentadas na Tabela 1

Zimmermann, Lorenz e Oppermann (2007) expandiram a definição de Dey (2001) ao sugerir que o contexto também pode conter um aspecto social, que representa o relacionamento entre entidades diferentes, como apresentado na Figura 2, o que é também uma entidade distinta, e um aspecto temporal, no qual a classificação do contexto sofre alterações ao longo do tempo.

Tabela 1 – Dimensões semânticas do Contexto

Dimensão	Descrição
Quem	Quem realiza uma determinada atividade, quem pode alterar o contexto ou quem pode ser notificado caso o contexto seja alterado.
Onde	Onde o contexto está.
Quando	Informação temporal, de duração ou de intervalo de tempo.
Por onde	Trajeto que uma entidade percorreu durante determinado tempo.
O quê	O que o usuário está fazendo no momento.
Porquê	Por que razão o usuário está realizando determinada atividade.

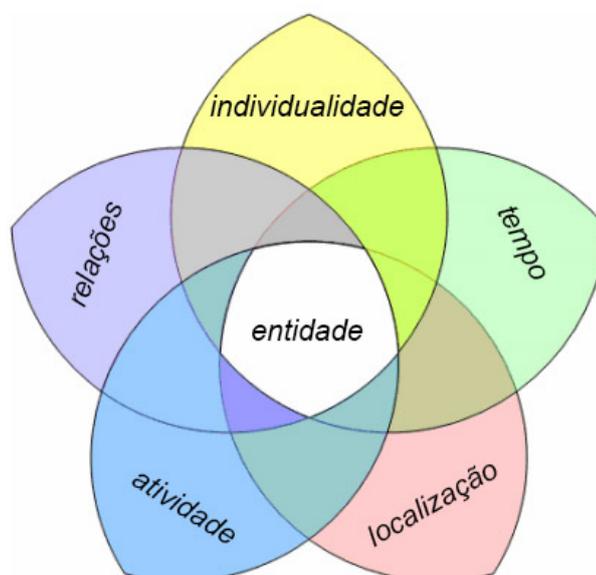


Figura 2 – Relacionamentos entre contextos de uma entidade (Fonte: adaptado de Zimmermann, Lorenz e Oppermann (2007)).

Raz et al. (2010) define algumas características das informações de contexto:

- Tipo do contexto: define ao que se referem as informações de contexto. Por exemplo, dados sobre o perfil do usuário ou sua localização caracterizam essas informações como do contexto do usuário. Dados como o endereço de IP (Internet Protocol) ou quantidade de memória disponíveis caracterizam a informação como do contexto do dispositivo.
- Persistência: um contexto pode ser permanente ou temporário. No primeiro caso, a informação obtida não muda com o passar do tempo e, portanto, não precisa ser atualizada. No segundo caso, a informação ou parte dela muda com o tempo e necessita de atualização em certos períodos de tempo.
- Evolução: há contextos que mudam mais frequentemente do que outros. Os que mudam rapidamente são chamados de dinâmicos, como, por exemplo, as

informações obtidas através de GPS. Os contextos que não mudam com tanta frequência são chamados de estáticos.

- Meio: diz respeito à característica material do contexto. Pode ser caracterizado como físico, quando é possível mensurá-lo, ou intangível, quando trata de informações pessoais ou imensuráveis.
- Relevância: o contexto pode ser necessário ou opcional para a aplicação ou serviço. Ele é necessário se o serviço não puder funcionar sem sua existência, e é opcional se o contexto for útil para funções adicionais ou para melhorar o serviço.
- Situação temporal: define a temporalidade do contexto, que pode conter informações sobre o passado, presente ou futuro.

Tuulari (2000) propõe a divisão de serviços sensíveis ao contexto em duas categorias: sensibilidade ao contexto autocontida, que representa a sensibilidade ao contexto obtida sem o uso de ferramentas ou serviços externos ao sistema; e sensibilidade ao contexto baseada em infraestrutura, que necessita do apoio de sistemas ou serviços externos.

Brown, Bovey e Chen (1997) ampliam esta definição em quatro categorias:

- Contexto de computação: inclui conectividade da rede, largura de banda, custos de comunicação e recursos próximos, como impressoras, telas e estações de trabalho;
- Contexto do usuário: inclui perfis do usuário, localização, mobilidade e a proximidade com pessoas, locais e serviços;
- Contexto físico: inclui luminosidade, temperatura e umidade;
- Contexto do tempo: inclui horário, dia, semana, ano e estações do ano.

Mesmo que as informações sobre os contextos possam ser obtidas facilmente, o uso correto e efetivo dessas informações necessita de uma análise cuidadosa dos dados, das funções da aplicação, da interação do usuário com a aplicação e de outros fatores diversos. Mecanismos de crítica podem ser utilizados para averiguar se a aplicação das informações de contextos é pertinente ou não, mas essa avaliação tende a ser subjetiva, o que torna complexo o desenvolvimento de um mecanismo automatizado de avaliação.

Para que seja possível utilizar contextos em aplicações, é preciso que haja mecanismos que permitam perceber o contexto atual e o descrevam para a aplicação. Alguns desses mecanismos são descritos a seguir.

Obter a localização do usuário e a sua movimentação ao longo do espaço são duas informações contextuais muito importantes para uma grande quantidade de aplicações sensíveis ao contexto. Nos *tablets* e *smartphones* se tornou muito comum a presença de um GPS para localizar o dispositivo, mas esta não é a única tecnologia que pode ser

utilizada para este fim. Inúmeras técnicas são utilizadas, de acordo com a conveniência e disponibilidade de tecnologia, como o uso de etiquetas, leitores de digitais nas portas, dentre outras.

A técnica de localização baseada em conectividade com redes de rádio também é bastante comum em *smartphones* e *tablets*. Esta técnica obtém a localização com uma precisão de até 3 metros, dependendo da quantidade de pontos de referências disponíveis (BULUSU; HEIDEMANN; ESTRIN, 2000).

O registro dos contextos de localização de diversos dispositivos torna possível a percepção de proximidade entre pessoas e dispositivos. Para tanto, é necessário que esse registro seja feito de forma centralizada e o acesso às informações seja compartilhado entre os dispositivos interessados.

Outras tecnologias têm possibilitado alternativas para a localização de objetos, como etiquetas NFC, que podem ser utilizadas para informar a um dispositivo que há um objeto de seu interesse em sua proximidade.

A informação contextual de tempo geralmente é obtida do relógio interno dos dispositivos. Outras informações importantes podem ser obtidas através de um calendário, para a obtenção do dia, mês e ano, estação do ano, fusos horários, tempo restante até uma data ou horário específicos, dentre outros usos.

Em dispositivos que utilizam conexão móvel com a internet, como redes 3G, obter a largura de banda disponível é um dado de contexto que pode ser importante para determinadas aplicações. A aplicação pode adaptar seu uso da rede para poupar dados, caso perceba que está conectada a uma rede móvel, e reduzir o custo do acesso para o usuário.

Sensores podem prover a percepção de contextos específicos, como a orientação da tela do dispositivo, a temperatura local, a luminosidade, som local, aceleração, dentre outros. A quantidade de sensores presentes em *smartphones* e *tablets* está constantemente aumentando, o que possibilita a percepção de novos tipos de contextos.

2.4 NEAR-FIELD COMMUNICATION

Near-Field Communication (NFC) desponta como uma das tecnologias mais promissoras no campo da computação ubíqua, permitindo a interação com aplicações, objetos e sistemas ubíquos de forma simplificada. Diversas aplicações já foram desenvolvidas, como sistemas de pagamento, de automação, de segurança, dentre outros.

A tecnologia NFC opera entre dois dispositivos em distâncias muito curtas. Para a comunicação acontecer, dois dispositivos compatíveis com NFC devem ser colocados a poucos centímetros um do outro, ou um dispositivo compatível deve ser encostado

em uma etiqueta NFC (uma etiqueta passiva de RFID - Radio-Frequency Identification) (RESATSCH, 2010).

O NFC surgiu da integração de diversas tecnologias, incluindo sistemas de comunicação sem fio, dispositivos móveis, aplicações móveis e cartões inteligentes, como apresentado na Figura 3. As áreas cinzas indicam as tecnologias que são a base do desenvolvimento do NFC. Segundo Finkenzeller (2010), duas das principais tecnologias que inspiraram a criação do NFC são a RFID e cartões inteligentes.

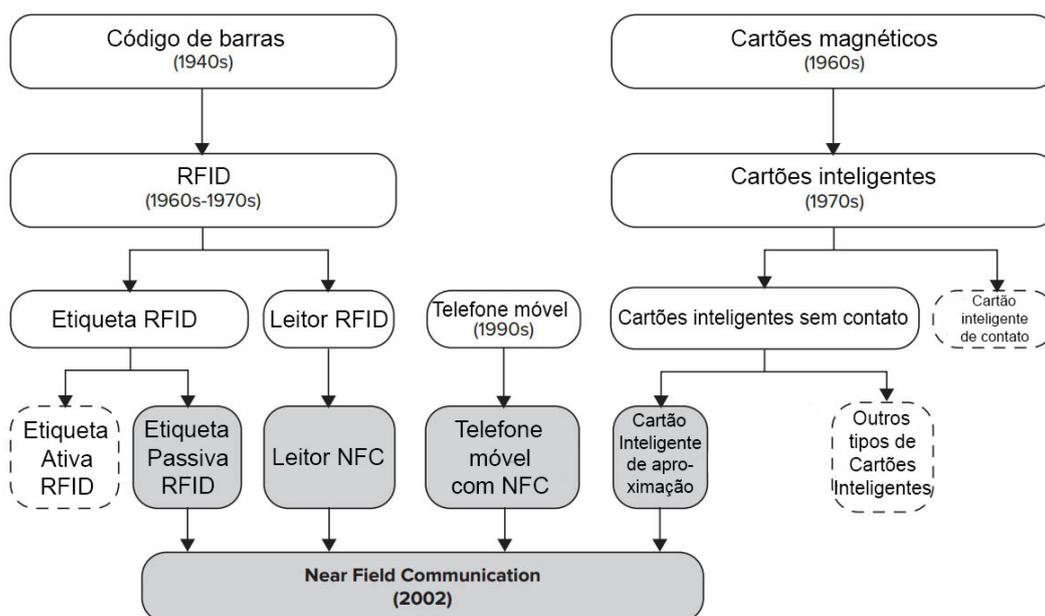


Figura 3 – Tecnologias que influenciaram o desenvolvimento do NFC.

RFID é uma tecnologia de comunicação sem fio entre um leitor e uma etiqueta através de ondas de rádio. Essas etiquetas geralmente são coladas em objetos, com o intuito de identificação e localização. A Figura 4 ilustra os componentes básicos de um sistema RFID. A transmissão de dados ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Os leitores RFID podem ler e escrever dados nas etiquetas.

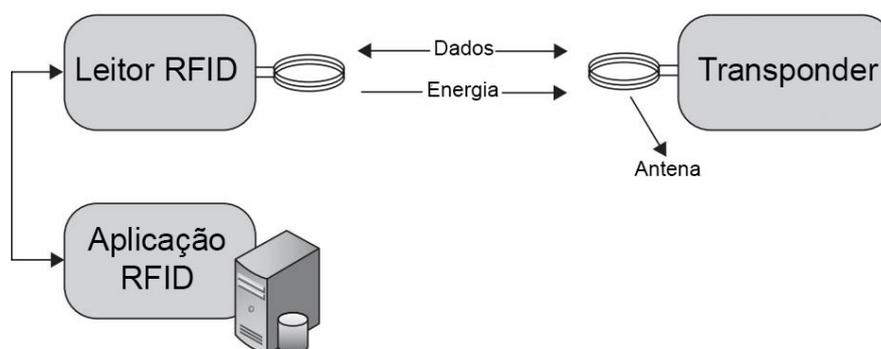


Figura 4 – Estrutura de um sistema RFID.

Um sistema RFID é formado por dois componentes principais: o transponder e o leitor. O transponder é o componente que é colocado no objeto que se deseja identificar, e é composto por componentes eletrônicos para armazenamento de dados e transmissão. O leitor é o componente que lê ou escreve dados no transponder, e é composto por um transceptor com um decodificador para interpretar os dados, uma unidade de controle e uma antena. Além disso, o leitor pode conter outras interfaces para transmitir esses dados para outros sistemas (FINKENZELLER, 2010).

Outra tecnologia que influenciou diretamente na criação do NFC foi a de cartões inteligentes. Um cartão inteligente possui circuitos integrados de armazenamento de dados e podem ou não conter capacidade de processamento, podendo se comunicar com um leitor através de contato direto ou sinais de radiofrequência.

2.4.1 Visão Geral

As empresas Philips e Sony introduziram a tecnologia NFC em 2002, que se tornou um padrão ISO em 2003. O NFC tem muitas características similares com os sistemas RFID. A transmissão de dados entre duas interfaces NFC utiliza campos magnéticos de alta frequência na faixa de 13.56 MHz, com uma distância máxima de transmissão de dados de aproximadamente 10 centímetros. Desta característica é que surgiu o nome *Near-Field Communication*, ou seja, Comunicação de campos próximos, em tradução livre. (COSKUN; OK; OZDENIZCI, 2013)

Deste modo, a comunicação utilizando NFC ocorre necessariamente com o consentimento do usuário, dada a pouca distância de transmissão. O usuário primeiro interage com uma etiqueta, leitor ou dispositivo NFC. Após a aproximação, o *smartphone* do usuário deve processar os dados recebidos e realizar a atividade adequada, como abrir um navegador ou iniciar um aplicativo, por exemplo.

A tecnologia NFC define três tipos de dispositivos:

- *Smartphone* NFC: telefone móvel que contém uma interface NFC capaz de receber e enviar dados para etiquetas, *smartphones* e leitores NFC.
- Leitor: leitor capaz de trocar dados com outros componentes NFC.
- Etiqueta: uma etiqueta NFC é, na verdade, uma etiqueta RFID que não possui nenhum tipo de fonte de energia integrada.

As etiquetas NFC possuem diversas formas e são fabricadas utilizando muitos materiais diferentes, voltadas para aplicações específicas ou genéricas, como ilustrado na Figura 5.



Figura 5 – Diversas etiquetas NFC.

A comunicação entre dispositivos NFC é feita de modo intuitivo. A aproximação dos dispositivos é o que inicia imediatamente a comunicação. O usuário não precisa configurar o aparelho ou interferir na transmissão de dados.

Para cada nova comunicação, o dispositivo que inicia a transmissão é chamado de iniciador, e o que recebe as solicitações é chamado de alvo, o que é bastante similar ao já difundido modelo de cliente-servidor. Cada interface NFC possui um transmissor e um receptor, ambos operando em 13.56 MHz, que se conectam à antena alternadamente. (FINKENZELLER, 2010)

Há três modos de operação de um dispositivo NFC: modo de leitura e escrita alternada, modo *peer-to-peer* e modo de emulação de cartão, que diferem no modo como a interação entre o iniciador e o alvo acontece. (COSKUN; OK; OZDENIZCI, 2011)

O modo de leitura e escrita é geralmente o modo usado para a interação entre *smartphones* NFC e etiquetas. Quando está no modo de leitura, o iniciador lê os dados de uma etiqueta NFC ou outra etiqueta compatível (que necessariamente opere em 13.56 MHz). Já no modo de escrita, o *smartphone* escreve dados nas etiquetas, sobrescrevendo quaisquer dados existentes.

O processo de leitura e escrita de uma etiqueta pode ser resumido em seis etapas, como ilustrado na Figura 6:

1. Solicitação de leitura: o usuário solicita os dados ao aproximar seu *smartphone* de uma etiqueta;
2. Transferência dos dados: os dados armazenados na etiqueta são enviados ao *smartphone*;
3. Processamento de dados no dispositivo: os dados recebidos são processados de acordo com o seu propósito, podendo iniciar aplicativos, abrir sites, mostrar dados ao usuário, dentre outros;
4. Uso de serviços extras: esta etapa pode ser necessária, de acordo com a aplicação desenvolvida, já que os dados da etiqueta podem referenciar serviços na internet ou serem referências a bancos de dados, por exemplo;

5. Solicitação de escrita: o usuário solicita a escrita de dados ao aproximar seu *smartphone* de uma etiqueta;
6. Notificação de sucesso: a etiqueta responde ao *smartphone* sobre o sucesso da operação de escrita.

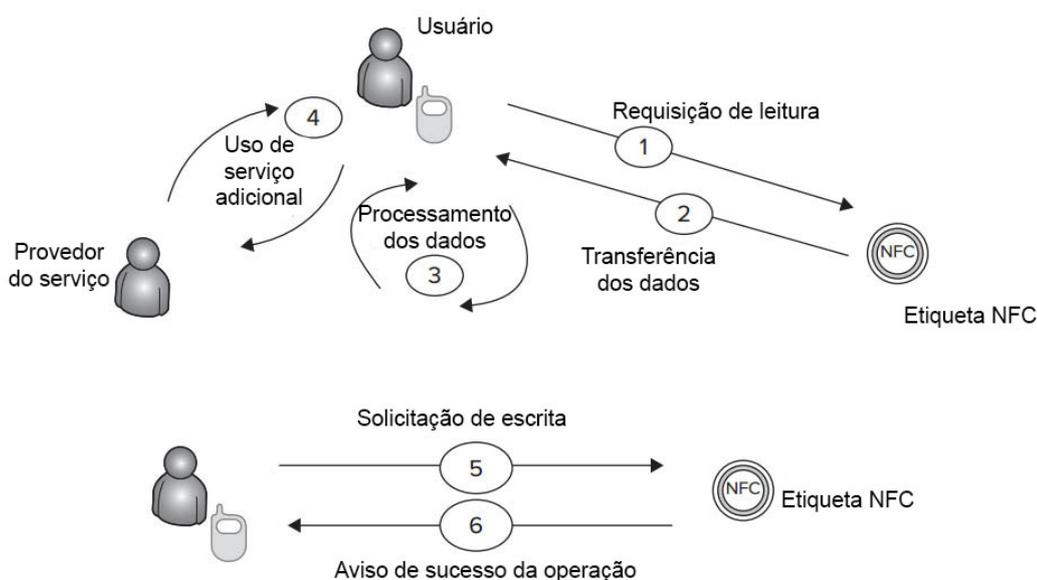


Figura 6 – Processo de leitura de uma etiqueta NFC.

O modo de operação *peer-to-peer* provê a troca de dados entre dois *smartphones* NFC. Este modo possui duas opções padronizadas: a primeira é o *NFC Interface and Protocol-1* (NFCIP-1), e o segundo é o *Logical Link Control Protocol* (LLCP), que usa as funções do NFCIP-1.

O NFCIP-1 se comporta como no paradigma cliente-servidor (ou iniciador-alvo) descrito acima. No entanto, para o LLCP, os dois dispositivos são iguais e ativos no momento da comunicação. Assim, após a autenticação inicial, o protocolo gerencia a comunicação alternando os dois dispositivos como iniciador e alvo, de modo que quando um está enviando dados, o outro está esperando para recebê-los, podendo começar a transmitir seus dados assim que o primeiro dispositivo encerrar sua transferência. (COSKUN; OK; OZDENIZCI, 2013)

O processo de comunicação no modo *peer-to-peer* pode ser explicado em dois passos, conforme ilustrado na Figura 7:

1. Solicitação de leitura/escrita: dois usuários trocam dados ao tocarem seus *smartphones*.
2. Uso de serviços extras: os dados podem ser repassados a outros serviços, conforme a necessidade.

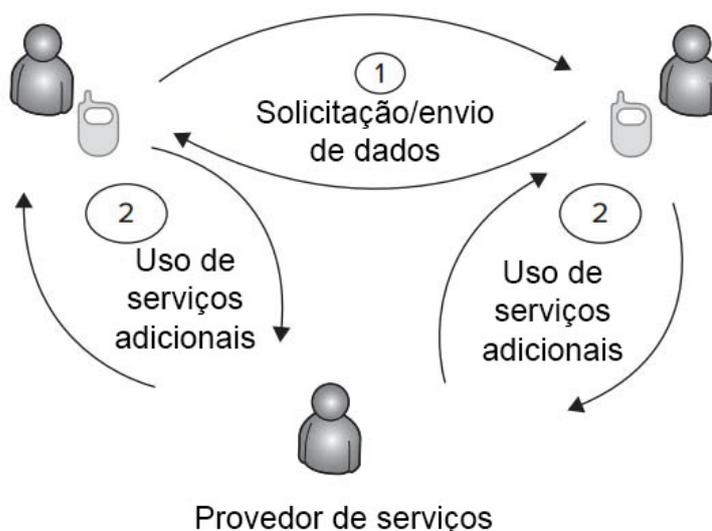


Figura 7 – Comunicação *peer-to-peer* usando NFC.

Com o modo de operação de emulação de cartão os *smartphones* NFC podem funcionar de modo semelhante a um cartão inteligente. Neste modo de operação o *smartphone* NFC não gera seu próprio campo magnético, mas o leitor NFC o faz.

A comunicação do modo de emulação de cartão pode ser descrita em três etapas, apresentadas na Figura 8:

1. Solicitação de serviço: o usuário faz a solicitação do serviço ao aproximar seu *smartphone* de um leitor NFC. Os dados são transferidos do *smartphone* ao leitor.
2. Execução de serviços: o serviço é executado após a aquisição dos dados do usuário.
3. Notificação do uso do serviço + dados (opcional): o provedor do serviço notifica o usuário. Dados também podem ser enviados ao *smartphone*, de acordo com a necessidade.

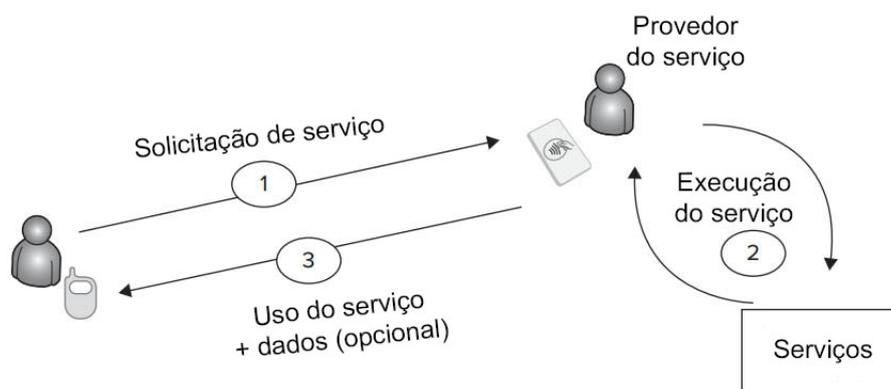


Figura 8 – Modo de emulação de cartão inteligente.

3 ESTADO DA ARTE

Dá-se o nome de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) ao conjunto de técnicas, estratégias e ferramentas utilizadas para auxiliar na comunicação de pessoas que possuem pouca ou nenhuma capacidade de fala decorrente de deficiência física ou intelectual. Os sistemas que formam a CAA são classificados em assistivos e não assistivos, dependendo da necessidade do uso de elementos externos para que o usuário se comunique.

Os sistemas não assistivos não necessitam do uso de dispositivos externos, sendo principalmente baseados em gestos do usuário para a comunicação. Geralmente estes sistemas são utilizados por pessoas surdas e requerem destas pessoas capacidade motora bastante desenvolvida, além de elevada habilidade cognitiva para uma comunicação efetiva. Por outro lado, os sistemas assistivos são desenvolvidos para usuários com limitações motoras ou cognitivas, possibilitando que eles realizem a comunicação de modo funcional com o auxílio de elementos visuais e dispositivos interativos (QUINTELA; MENDES; CORREIA, 2013).

Inicialmente as ferramentas de CAA eram baseadas em soluções não tecnológicas, como figuras impressas em papel, ou em *hardware* proprietário capaz de traduzir os toques do usuário nos pictogramas em texto falado. O alto custo desses dispositivos limitou o seu alcance. Além disso, esses dispositivos são difíceis de reutilizar em situações diferentes, necessitando muitas vezes de outras ferramentas de apoio.

O salto tecnológico observado nas últimas décadas permitiu o desenvolvimento de diversas linhas de computadores de bolso. Com isso, muitas ferramentas de CAA estão sendo desenvolvidas como aplicações, peças de software para serem executadas nestes dispositivos. A popularização de *smartphones* e *tablets* abre portas para que as ferramentas de CAA estejam disponíveis para um número cada vez maior de pessoas.

No entanto, por se tratar de uma linha de produtos relativamente recente, muitas pessoas ainda possuem dificuldades na sua utilização, o que pode tornar a adaptação às ferramentas de CAA disponíveis nestes dispositivos mais lenta do que a de ferramentas menos elaboradas e tecnológicas. Mesmo assim ainda pode-se apontar várias vantagens para a utilização de *tablets* e *smartphones* como dispositivos de CAA, como a capacidade de prover grandes quantidades de pictogramas, a mobilidade, a facilidade de construção de interfaces gráficas, o uso de câmeras e microfones para a criação de pictogramas, dentre outras.

Todavia, todas essas possibilidades podem criar uma dificuldade a mais no desenvolvimento, uma vez que há usuários que possuem deficiência cognitiva, bem como necessidades especiais que podem exigir condições particulares para a utilização. Navegação facilitada, visual intuitivo e funções simplificadas podem contribuir com

uma melhor experiência na utilização das ferramentas de CAA nestes dispositivos.

Pesquisas têm sido realizadas no desenvolvimento de novas ferramentas de CAA. Alguns desses trabalhos são apresentados a seguir.

Naves, Rocha e Pino (2012) apresentam o desenvolvimento de um sistema de CAA para pessoas com deficiências motoras severas, que geralmente causam perda parcial ou total da fala. Sinais mioelétricos obtidos através da movimentação de alguns músculos do usuário são utilizados para controlar o programa EDITH, que é dotado de um teclado virtual com varredura de teclas e síntese de voz para a leitura dos textos digitados pelo usuário. Foram realizados experimentos com pacientes portadores de deficiências motoras severas, que foram capazes de escrever sentenças simples com o sistema.

Em Mukherjee et al. (2010) é apresentada uma ferramenta de comunicação que utiliza teclado virtual e imagens dispostos em uma tela portátil, que pode ser acoplada a uma cadeira de rodas. Esta ferramenta é voltada para pessoas com múltiplas deficiências que possuam alguma dificuldade de comunicação e foi desenvolvida baseada em outra ferramenta de comunicação alternativa existente, a Sayong. Através dela, o usuário pode se comunicar através de: ícones que emitem sons ao serem selecionados; seleção de um conjunto de figuras que serão transformadas em uma frase; e entradas de texto que serão lidas por um sintetizador de voz. Uma função importante desta ferramenta é a seleção por varredura, em que uma caixa de seleção vai percorrendo todos os itens na tela e a seleção é confirmada quando qualquer comando do usuário é detectado. Isto permite que a ferramenta seja usada por pessoas que possuem diversos tipos de deficiência.

Baldassarri et al. (2014) desenvolve o AraBoard. Trata-se de uma ferramenta de CAA multiplataforma e personalizável. O AraBoard divide-se em duas partes. A primeira parte é o Construtor, onde os tutores, a equipe médica ou o próprio usuário podem criar pranchas de comunicação, compostas por diversos pictogramas. É possível agrupar pictogramas com base em contextos, o que é sugerido pelos autores, para que os pictogramas relacionados a determinadas atividades ou lugares fiquem na mesma prancha. A segunda parte é o Player, onde o usuário poderá utilizar as pranchas criadas no Construtor para se comunicar com outras pessoas. O AraBoard foi testado com uma amostra de usuários, boa parte desta sendo composta por crianças com deficiência de fala, e obteve avaliações positivas dos usuários.

Lupu (2012) apresenta um sistema chamado de ASISTSYS, que proporciona a comunicação com pessoas que possuem deficiências severas utilizando pranchas de comunicação que são controladas através do movimento dos olhos do paciente. O sistema é dividido em três módulos: o módulo AsistsysPatient, que é utilizado pelo paciente e é responsável pela análise dos movimentos dos olhos; o AsistsysCaretaker, utilizado pelo enfermeiro ou médico responsável, que deve receber as solicitações do paciente;

e o AsistsysServer, que coordena a comunicação entre os módulos AsistsysPatient e AsistsysCaretaker. O sistema foi testado com pacientes e médicos do Hospital de Emergência Clínica de Bagdasar-Arseni, que utilizaram a ferramenta e a avaliaram por meio de questionários, tendo sido observados altos índices de satisfação.

Em Hawley et al. (2013) uma ferramenta de CAA é apresentada, voltada às pessoas que têm deficiência severa de fala. A ferramenta é capaz de entender o que o usuário diz, mesmo que a fala seja baixa ou distorcida. O áudio é transformado em uma frase, exibida ao usuário na tela e, em seguida, é lida por um sintetizador de voz. A ferramenta conta ainda com um módulo de aprendizagem, que aprimora seu funcionamento de acordo com as respostas dadas pelo usuário na interface gráfica. Para tanto, antes do uso da ferramenta, é preciso que o usuário faça algumas gravações na fase de treinamento do algoritmo de reconhecimento de fala. Esta etapa é crucial para o reconhecimento posterior da fala do usuário. Segundo testes feitos neste trabalho, a taxa de acerto das frases foi bastante elevada, passando de 80%.

Silva e Pereira (2009) demonstram uma ferramenta de CAA que auxilia a pessoa com deficiência a se comunicar utilizando os movimentos da cabeça para formar frases, através de um sistema de varredura em uma tela de computador. Nesta tela são dispostos ícones para a seleção. Uma câmera filma os movimentos da cabeça do usuário e mapeia estes movimentos em um cursor na tela. Ao receber a seleção do usuário, os ícones passam por um analisador léxico, que transforma a seleção em uma frase a ser enviada ao interlocutor. Há também a opção de realizar a leitura com sintetizadores de voz. Esta ferramenta foi testada com dois pacientes da Associação de Paralisia Cerebral de Coimbra, que avaliaram a ferramenta positivamente.

Fatim et al. (2010) apresenta a ferramenta de CAA chamada TICTAC e mostra sua estratégia de otimização de varredura de tela. As opções mostradas em tela para o usuário são agrupadas por categorias coloridas e pela quantidade de utilização de cada opção. O usuário também pode controlar a velocidade de troca do cursor de seleção durante a varredura. Esta estratégia agiliza a utilização de sistemas de comunicação alternativa que utilizam varredura, de acordo com os autores.

Em Torii et al. (2012) é apresentado o aplicativo Let's Talk, voltado para o auxílio na comunicação de crianças autistas. A ferramenta conta com uma coleção de imagens que são associadas a sons, e podem ser configuradas pelos próprios usuários ou seus responsáveis. Ao tocar em uma figura, o som associado a ela é reproduzido, auxiliando na expressão de seu utilizador. O aplicativo foi testado com crianças autistas e obteve resultado satisfatório, segundo os autores.

Quintela, Mendes e Correia (2013) realizam uma comparação entre diversas ferramentas de comunicação alternativa e aumentativa disponíveis para *tablets*, para extrair um conjunto de especificações e guias de design para o desenvolvimento posterior do seu vocalizador, chamado de Vox4all. No Vox4all é possível criar pictogramas à partir

de imagens predefinidas ou adquiridas pela câmera do dispositivo no qual está instalado. Os sons associados às imagens são gravados pelo microfone do dispositivo, não estando presente nenhuma síntese de voz. Os pictogramas são dispostos em conjuntos. Ao acionar um pictograma, este pode trazer à tela outro conjunto de pictogramas, permitindo a formação de frases. É uma estratégia organizacional similar à utilizada no trabalho desta dissertação.

Manickavelu, Karthik e Prabhakar (2013) apresenta um vocalizador similar ao desenvolvido por Quintela, Mendes e Correia (2013), mas voltado especificamente para crianças entre 15 a 30 meses. O Kommunikator é um vocalizador para o sistema operacional Android. Na tela principal são dispostas imagens, que estão associadas a uma palavra e a uma letra. O objetivo do trabalho feito por Manickavelu, Karthik e Prabhakar (2013) é comprovar que o uso de imagens associadas a letras contribui na formação da habilidade de fala de crianças em desenvolvimento, especialmente para aquelas que possuem alguma deficiência de fala ou algum grau de autismo. Após a realização de experimentos com a participação de crianças autistas, os autores verificaram que o uso de imagens e palavras associadas para a comunicação de crianças em fase de desenvolvimento ou com deficiência de comunicação contribui na formação das capacidades de linguagem.

Orr e Mast (2014) expõe um estudo de caso que aborda o uso de sistemas de comunicação alternativa para *tablets* em ambiente hospitalar. Os seis pacientes participantes da pesquisa eram crianças com deficiências diversas, incluindo autismo, paralisia cerebral e dificuldades cognitivas. Todos os pacientes, apesar da pouca idade, já haviam experimentado outros dispositivos de comunicação alternativa e já possuíam o hábito de se comunicarem utilizando outros meios que não a voz. Estes pacientes receberam *tablets* e utilizaram diversos aplicativos de comunicação alternativa durante seis semanas, sendo conduzidas entrevistas para avaliar a evolução da comunicação.

Ao fim dos experimentos, os autores avaliaram por meio dos dados e entrevistas que os pacientes estavam altamente motivados para utilizar *tablets* para se expressarem e que as suas capacidades de comunicação foram aumentadas e melhoradas. Os autores concluíram que o uso de *tablets* com aplicativos de comunicação aumentativa e alternativa são uma opção que, além de possibilitar o uso de inúmeras ferramentas diferentes simultaneamente, mantém os usuários altamente motivados para manter a comunicação com as pessoas a sua volta.

A Tabela 2 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho proposto neste documento.

Apesar de existirem diversos trabalhos que apresentam ferramentas de CAA, estas ferramentas ainda se encontram em um estágio inicial de desenvolvimento. Dadas as condições muito particulares de cada usuário que sofre de dificuldade de comunicação, muitas dessas ferramentas somente podem ser aplicadas com públicos muito específicos.

	Mobilidade	Sensibilidade ao contexto	Vocabulário extenso	Acompanhamento remoto
(NAVES; ROCHA; PINO, 2012)				
(MUKHERJEE et al., 2010)	★		★	
(BALDASSARRI et al., 2014)	★		★	
(LUPU, 2012)			★	
(HAWLEY et al., 2013)	★		★	
(SILVA; PEREIRA, 2009)				
(FATIM et al., 2010)	★		★	
(TORII et al., 2012)	★		★	
(QUINTELA; MENDES; CORREIA, 2013)	★		★	
(MANICKAVELU; KARTHIK; PRABHAKAR, 2013)	★		★	
A2C	★	★	★	★

Tabela 2 – Comparativo entre os trabalhos relacionados.

A pouca utilização de técnicas inteligentes de predição, sugestão e aprendizagem de máquina também pode ser observada.

Neste cenário, o vocalizador A2C se diferencia das ferramentas de CAA presentes na literatura por possuir características inexistentes nas demais, que são especificamente a sugestão de pictogramas e o acompanhamento remoto de sua utilização.

4 VOCALIZADOR DIGITAL BASEADO NA COMPUTAÇÃO SENSÍVEL AO CONTEXTO

Neste capítulo serão apresentados a descrição do sistema, as funcionalidades, a metodologia e o desenvolvimento do vocalizador digital sensível ao contexto, organizados em:

- **VISÃO GERAL DO SISTEMA:** apresentação do Vocalizador A2C;
- **FUNCIONALIDADES DO A2C:** especificação das funcionalidades presentes no A2C;
- **SENSIBILIDADE AO CONTEXTO:** detalhamento de como foi aplicada a computação sensível ao contexto no vocalizador;
- **IMPLEMENTAÇÃO DO A2C:** apresentação da implementação do vocalizador A2C.

4.1 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O A2C é um vocalizador digital sensível ao contexto formado por duas partes que interagem entre si: um aplicativo para *smartphones* e *tablets* Android e uma interface de gerenciamento na internet. O aplicativo é o componente que será utilizado ativamente pelo usuário, enquanto a interface de gerenciamento permitirá à equipe médica realizar ajustes no vocalizador e acompanhar remotamente os dados da sua utilização, tais como frequência de uso de pictogramas, frases mais comuns e alterações realizadas.

O A2C possui grande capacidade de armazenamento de pictogramas, permite a personalização completa da organização dos conjuntos de imagens e frases pelo dispositivo móvel ou remotamente via internet, a inserção instantânea de frases e o monitoramento do uso para o acompanhamento remoto. Além disso, o A2C também possui sensibilidade ao contexto do usuário, que é descrito na seção 4.3.

Uma visão geral do vocalizador A2C é ilustrada na Figura 9. A equipe médica e o paciente interagem na escolha das figuras e frases que formarão os pictogramas a serem utilizados pelo paciente no vocalizador, levando em conta fatores como sexo, idade, atividades rotineiras e frases comuns, dentre outros. Essa escolha pode ser feita diretamente no *tablet*, *smartphone* ou pela interface de gerenciamento na internet.

A utilização do A2C se dá de forma semelhante às pranchas de figuras impressas. Na tela do aplicativo há imagens associadas a frases, chamadas de pictogramas, que são lidas no momento em que são acionadas pelo usuário através do toque. A diferença para as pranchas, além da emissão de som e da capacidade maior de exibição, é que cada

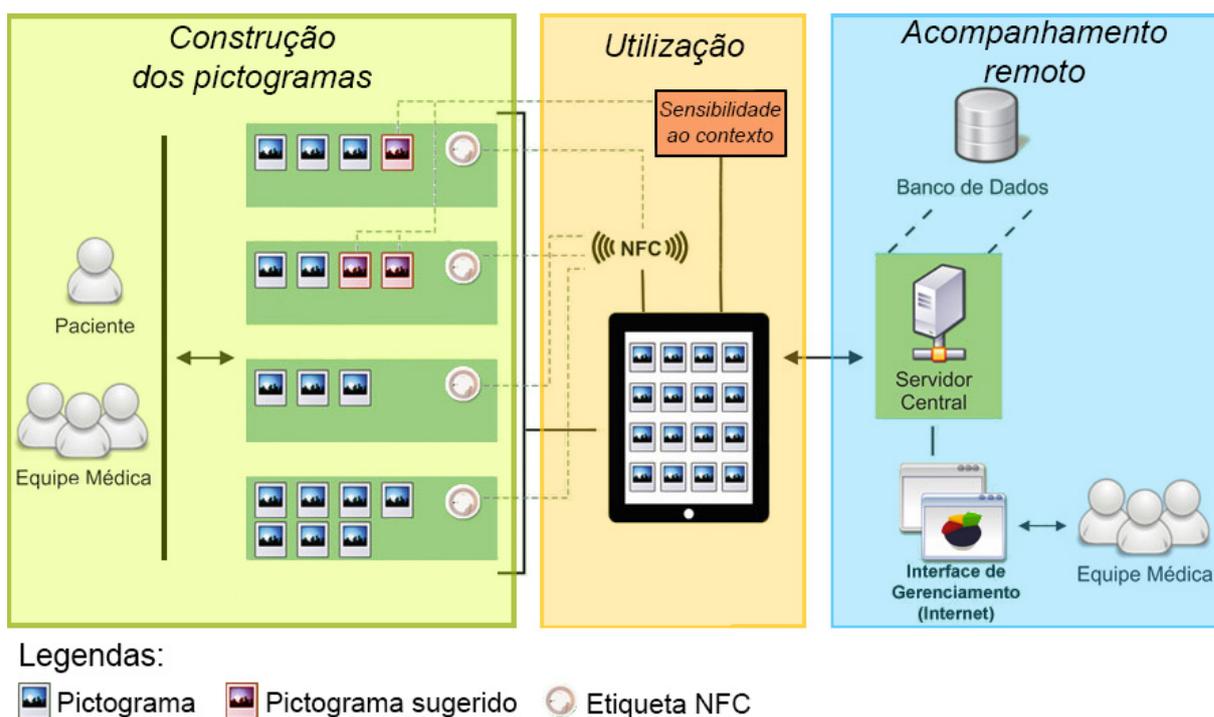


Figura 9 – Visão geral do Vocalizador A2C.

pictograma selecionado pode trazer à tela outro conjunto de pictogramas, de acordo com a estrutura de organização dos pictogramas criada pelo usuário ou equipe médica, permitindo a formação de frases e expressões mais complexas.

Cada conjunto de pictogramas pode ser associado a uma etiqueta NFC, que servirá para o acionamento rápido do aplicativo. Essa associação só pode ser feita pelo dispositivo móvel, desde que o mesmo tenha suporte à tecnologia NFC. Ao aproximar uma etiqueta NFC do dispositivo, os pictogramas associados a ela serão mostrados imediatamente na tela, mesmo que o aplicativo A2C não esteja em execução no momento.

Conforme o paciente for utilizando o A2C no seu dispositivo móvel, os dados da sua utilização são sincronizados com o servidor na internet. Esses dados podem ser visualizados pela equipe médica na interface de gerenciamento e servem para dar uma visão detalhada sobre quais pictogramas são mais utilizados, quais não estão sendo úteis, qual a frequência de utilização, frases inseridas, horários de utilização e alterações feitas pelo usuário na organização dos pictogramas.

Além da visualização dos dados de utilização, a interface de gerenciamento também permite a edição remota da organização dos pictogramas. Com base nos dados de utilização, a equipe médica pode realizar alterações que julgar necessárias, realizando o aprimoramento remoto do vocalizador.

Tanto os dados de uso quanto os da organização dos pictogramas são armazenados local e remotamente. Isso permite que o usuário mantenha vários dispositivos sincronizados, com os mesmos conjuntos de pictogramas em diversos *smartphones* ou

tablets. O armazenamento local das imagens e das frases é feito na memória interna do dispositivo. Dados os tamanhos reduzidos das imagens, o pouco espaço necessário para armazenar textos e a capacidade cada vez maior de armazenamento dos dispositivos móveis, a quantidade de pictogramas e frases armazenadas é virtualmente infinita, possibilitando ao usuário um vocabulário bastante extenso, de acordo com as suas necessidades.

Outra característica do A2C é sua sensibilidade ao contexto do usuário, mais especificamente ao contexto de localização. O A2C constantemente verifica a localização do usuário durante sua execução e adapta os conjuntos de pictogramas de forma automática, realizando sugestões de novos pictogramas que o usuário pode vir a utilizar.

4.2 FUNCIONALIDADES DO A2C

Nesta seção serão descritas todas as funcionalidades do vocalizador A2C, tanto do aplicativo, quanto da interface de gerenciamento na internet.

4.2.1 Criação de pictogramas

A criação de pictogramas permite que o usuário adicione pictogramas conforme a sua necessidade de vocabulário. O usuário deve fornecer uma palavra ou texto pequeno e escolher uma imagem que represente aquilo que deseja comunicar, especificando se o texto será lido pelo vocalizador ou não ao tocar na imagem. O vocalizador conterá grande quantidade de imagens disponíveis para o uso em pictogramas. Este processo é ilustrado no fluxograma apresentado na Figura 10.

Esta funcionalidade estará presente tanto no aplicativo utilizado pelo usuário, quanto na interface de gerenciamento, utilizada pela equipe médica. A equipe médica poderá, a qualquer tempo, adicionar novos pictogramas para suprir as necessidades observadas na utilização do aplicativo pelo usuário. Tal procedimento na interface de gerenciamento será similar ao que se realiza no aplicativo. A equipe médica deve selecionar uma imagem e fornecer um texto, especificando se este será lido, ou não, pelo vocalizador quando o usuário tocar a imagem.

Os pictogramas criados pelo usuário e pela equipe médica devem ser mantidos em sincronia de forma automática, de modo que as adições feitas pela equipe médica sejam percebidas pelo usuário e vice-versa.

4.2.2 Edição de pictogramas

A edição de pictogramas provê ao usuário um modo de alterar os pictogramas existentes no vocalizador A2C, caso sinta a necessidade de realizar correções. O processo é semelhante ao de criação de pictogramas. Ao iniciar a edição de um pictograma, o

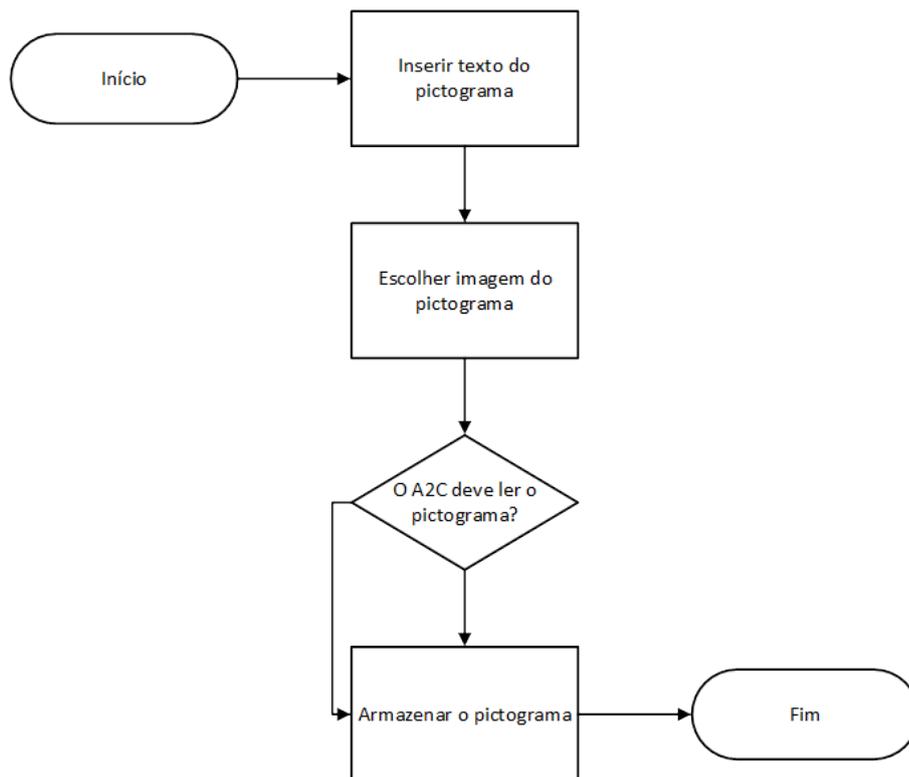


Figura 10 – Fluxograma do processo de criação de pictogramas.

usuário verá a imagem selecionada e o texto fornecido anteriormente, bem como a opção de leitura do texto ao toque da imagem. Feitas as alterações que o usuário desejar, estas serão salvas e posteriormente sincronizadas com a interface de gerenciamento, permitindo que a equipe médica fique a par das alterações realizadas.

De modo semelhante, na interface de gerenciamento a edição de um pictograma permite realizar correções, conforme necessário, nos pictogramas utilizados pelo usuário. Ao finalizar a edição, as alterações serão sincronizadas com o aplicativo, para que o usuário desfrute das correções.

4.2.3 Exclusão de pictogramas

A exclusão de pictogramas permite que o usuário ou a equipe médica remova definitivamente um pictograma do conjunto de pictogramas utilizado pelo usuário, conforme a necessidade ou vontade deste. Ao selecionar um pictograma para ser excluído, deverá ser exibida uma mensagem de confirmação. Sendo positiva a resposta, o pictograma é excluído e as alterações são sincronizadas, fazendo-se percebidas pelo usuário no vocalizador e pela equipe médica na interface de gerenciamento. Este processo é ilustrado no fluxograma apresentado na Figura 11.

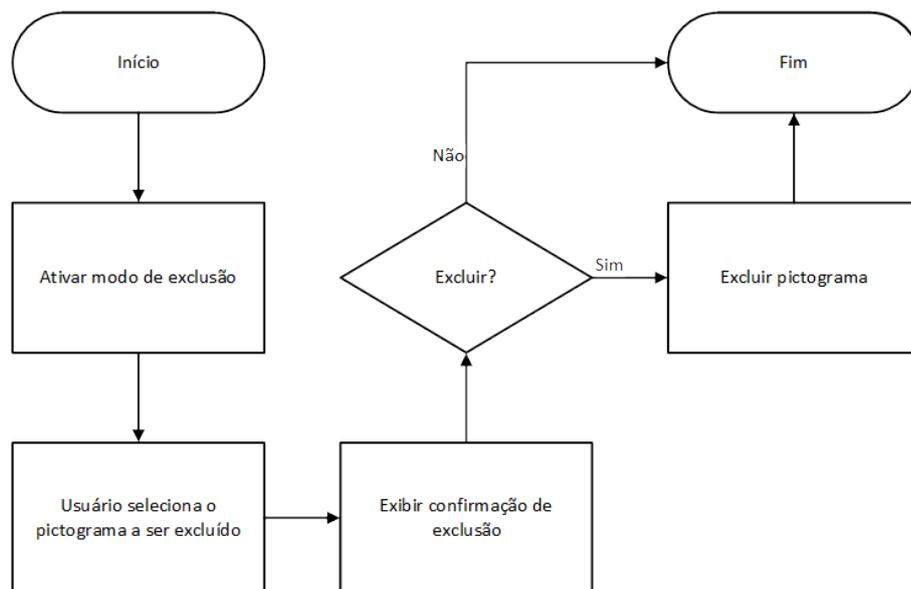


Figura 11 – Fluxograma do processo de exclusão de pictogramas.

4.2.4 Associação e iniciação por etiquetas NFC

O Vocalizador A2C permite que um conjunto de pictogramas definido pelo usuário seja associado a uma etiqueta NFC. Esta associação possibilita que o vocalizador A2C traga à tela rapidamente o conjunto de pictogramas associados à etiqueta imediatamente após a sua leitura, mesmo se o aplicativo do vocalizador não estiver em execução no momento da leitura. Esta funcionalidade proverá maior agilidade para a comunicação, uma vez que a exibição em tela de um conjunto de pictogramas previamente selecionados poderá ser feita sem que o usuário precise sequer tocar na tela do dispositivo.

Para tanto, o vocalizador precisará estar instalado em um dispositivo móvel que possua compatibilidade com a tecnologia NFC, ficando a opção oculta, caso contrário. O usuário poderá utilizar quantas etiquetas julgar necessário, da forma que achar conveniente e sem qualquer restrição de quantidade de pictogramas por etiqueta.

A gravação dos dados dos pictogramas em uma etiqueta NFC é ilustrada no fluxograma da Figura 12. Com o modo de gravação ativado, o usuário deverá aproximar uma etiqueta NFC para associá-la aos pictogramas que desejar. O A2C verifica inicialmente se a etiqueta já está formatada e pronta para receber dados. Caso não esteja, o A2C tentará realizar a formatação para escrever os dados.

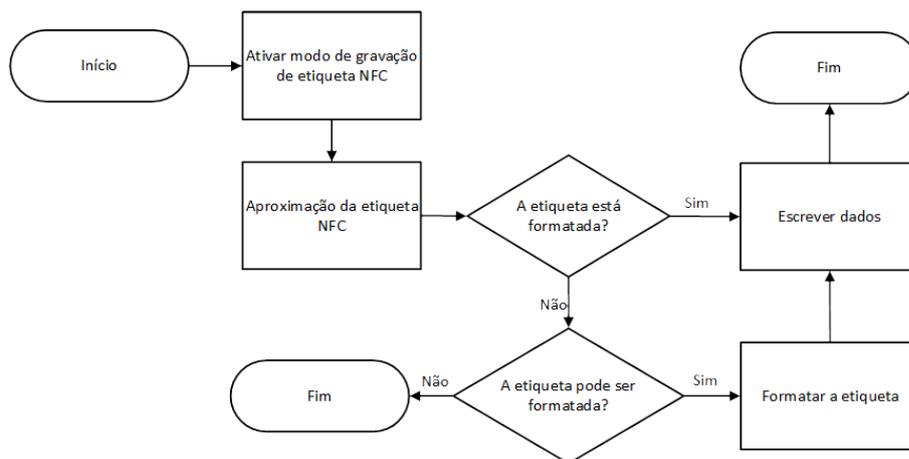


Figura 12 – Fluxograma do processo de gravação de etiquetas NFC.

A leitura dos dados de uma etiqueta NFC é feita ao aproximar uma etiqueta do dispositivo onde o vocalizador A2C está instalado. Antes da leitura dos dados, é verificado se a etiqueta está em um formato de dados suportado. Caso esteja, a leitura dos dados é efetuada. Caso os dados sejam pertencentes ao A2C, as informações dos pictogramas são obtidas, exibindo os pictogramas em tela mesmo que o A2C não esteja ativo no momento da aproximação da etiqueta.

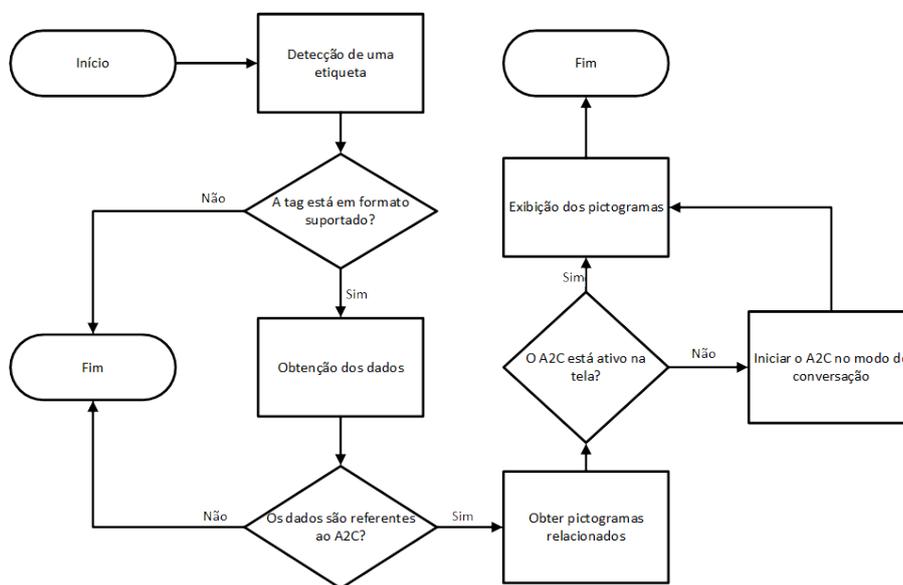


Figura 13 – Fluxograma do processo de leitura de etiquetas NFC.

4.2.5 Modo de conversação

O modo de conversação exibe na tela os pictogramas presentes no vocalizador, obedecendo à organização criada pelo usuário e pela equipe médica, possibilitando seu uso para a comunicação com outras pessoas. Ao tocar em um pictograma, o usuário

perceberá a fala do seu texto associado e a exibição de novos pictogramas, caso haja algum associado ao que previamente foi pressionado.

Também está presente uma caixa de textos onde os textos dos pictogramas que o usuário selecionar serão adicionados, formando frases. Esta caixa de texto também poderá ser editada livremente, o que permite ao usuário a inserção de qualquer texto que deseje. Isto amplia as possibilidades de comunicação porque o usuário não fica com o vocabulário limitado aos pictogramas presentes naquele momento.

4.2.6 Monitoramento de uso

Todas as ações do usuário são catalogadas em um registro durante a utilização, desde as edições, até a utilização dos pictogramas para a comunicação. Este registro é enviado à interface de gerenciamento e seus dados são visualizados em forma de gráficos, apresentando detalhes sobre a utilização do vocalizador. O monitoramento de uso permite à equipe médica uma avaliação constante e remota sobre a utilização do vocalizador e a identificação de melhorias na organização dos pictogramas, que poderão ser feitas a distância ou no próprio equipamento do usuário.

4.3 SENSIBILIDADE AO CONTEXTO

A sensibilidade ao contexto no vocalizador A2C se delimita no contexto do usuário abrangendo dois aspectos. O primeiro é o aspecto de localidade, ou sensibilidade ao contexto de local, que investiga qual a localização do usuário através do Global Positioning System (GPS) do dispositivo móvel e, com esta informação e um conjunto adicional de dados, obtém uma lista extensa de locais que estão ao redor do usuário.

O GPS provê informações sobre posicionamento e velocidade de deslocamento com cobertura global, alta precisão, continuidade e em três dimensões que são enviadas para usuários com aparelhos compatíveis (PEABODY, 2010).

Um conjunto de satélites orbita a terra continuamente a cada dois dias, de modo que pelo menos 4 satélites estão sempre visíveis em qualquer ponto do planeta e garante o serviço de localização a uma quantidade ilimitada de usuários (LETHAM; LETHAM, 2008).

Os locais presentes na lista são classificados e agrupados de acordo com o seu tipo em alguns grupos, como restaurantes, bibliotecas, cinemas, centros religiosos, hospitais e outros. Finalmente, estes locais são transformados em pictogramas na memória do dispositivo móvel. Este processo foi chamado de Aquisição.

O segundo aspecto da sensibilidade ao contexto do vocalizador A2C, também no contexto do usuário, diz respeito às escolhas efetuadas pelo usuário durante a utilização. Com base nos textos dos pictogramas escolhidos pelo usuário, o vocalizador pode

sugerir na tela os pictogramas obtidos através do processo de aquisição. A escolha de quais pictogramas sugerir é feita a partir de filtros que são aplicados às frases dos pictogramas, que verificam a presença de palavras específicas e ativam a sugestão de grupos relativos àquela palavra. Além disso, os pictogramas sugeridos são avaliados de acordo com a frequência de sua utilização. Pictogramas sugeridos que são utilizados constantemente podem eventualmente se tornar parte dos pictogramas do usuário. De modo similar, pictogramas sugeridos que jamais foram utilizados podem eventualmente deixar de ser sugeridos. Este processo foi chamado de Sugestão.

O fluxograma ilustrado na Figura 14 apresenta o processo de aquisição de forma detalhada. Inicialmente verifica-se a presença de um dispositivo GPS. Em seguida, os dados de localização são obtidos e, em conjunto com outros dados, repassados em uma consulta ao Google Places para a obtenção de uma lista de lugares que estão ao redor da localização do usuário. O Google Places é uma API (Application Programming Interface) desenvolvida para prover serviços de localização de facilidades. Como resposta, o Google Places envia uma mensagem encapsulada no formato JSON (JavaScript Object Nomenclature) que contém os dados solicitados.

A mensagem recebida contém uma grande quantidade de dados, que são conjuntos de informações descrevendo lugares, tais como nome, tipo de lugar, foto, localização, endereço, telefone, dentre outros. Esses dados são selecionados, filtrando apenas o que é importante para criar contextos e gerenciá-los, como nome, foto e identificação. À partir deste conjunto de informações, as sugestões de contextos são criadas e armazenadas no dispositivo.

O fluxograma apresentado na Figura 15 ilustra o processo de sugestão detalhadamente. Sempre que o usuário acionar um pictograma, o processo de sugestão investiga o texto desse pictograma, comparando-o com um conjunto de palavras-chaves associadas a tipos de lugares. Por exemplo, algumas das palavras-chaves relacionadas ao tipo Alimentação são “comer”, “comida”, “fome”. Quando o usuário selecionar um pictograma que contenha essas palavras, o processo de sugestão listará as sugestões de lugares ao redor do usuário que se relacionam com a palavra e com alimentação, de uma forma geral.

Depois de analisar o pictograma para verificar se ele se relaciona com algum dos cinco tipos de lugares de interesse observados pelo vocalizador (alimentação, saúde, compras, lazer e educação), uma lista contendo todas as sugestões é criada. Dessa lista são excluídas as sugestões que jamais foram utilizadas após uma quantidade n de sugestões. O valor de n para os testes foi de 50. Este passo é importante para evitar que pictogramas que não interessam ao usuário continuem a ser exibidos insistentemente. Após isto, a lista é exibida na tela juntamente com os pictogramas criados pelo usuário.

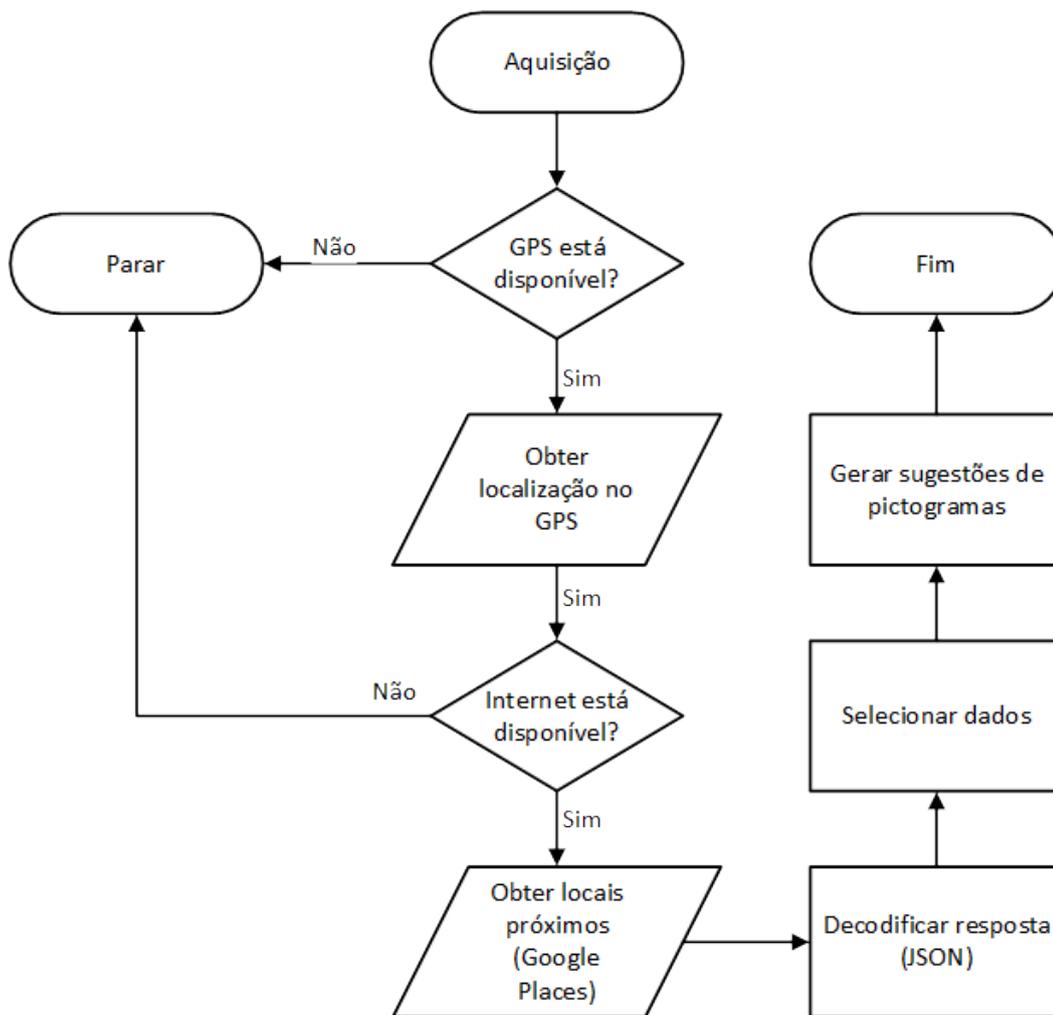


Figura 14 – Fluxograma do processo de aquisição.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO A2C

Para o desenvolvimento deste trabalho, diversas ferramentas foram utilizadas. O Android Studio é uma Integrated Development Environment (IDE) voltada especificamente para o desenvolvimento de aplicativos para o sistema operacional Android. Seu desenvolvimento é mantido pelo Google, empresa que também desenvolve o Android. Mesmo havendo outras opções para o desenvolvimento de aplicativos para Android, o Android Studio é, até o momento, a ferramenta mais estável. Para a implementação de aplicativos para o Android, o uso da linguagem de programação Java recomendado e amplamente utilizado, sendo, por isso, a linguagem de codificação escolhida.

A interface de gerenciamento foi desenvolvida utilizando a IDE NetBeans, dada a sua capacidade de integração com outras tecnologias para a web e ferramentas embutidas que auxiliam e agilizam o desenvolvimento. O banco de dados utilizado para o armazenamento dos dados no aplicativo foi o SQLite, que é uma biblioteca que

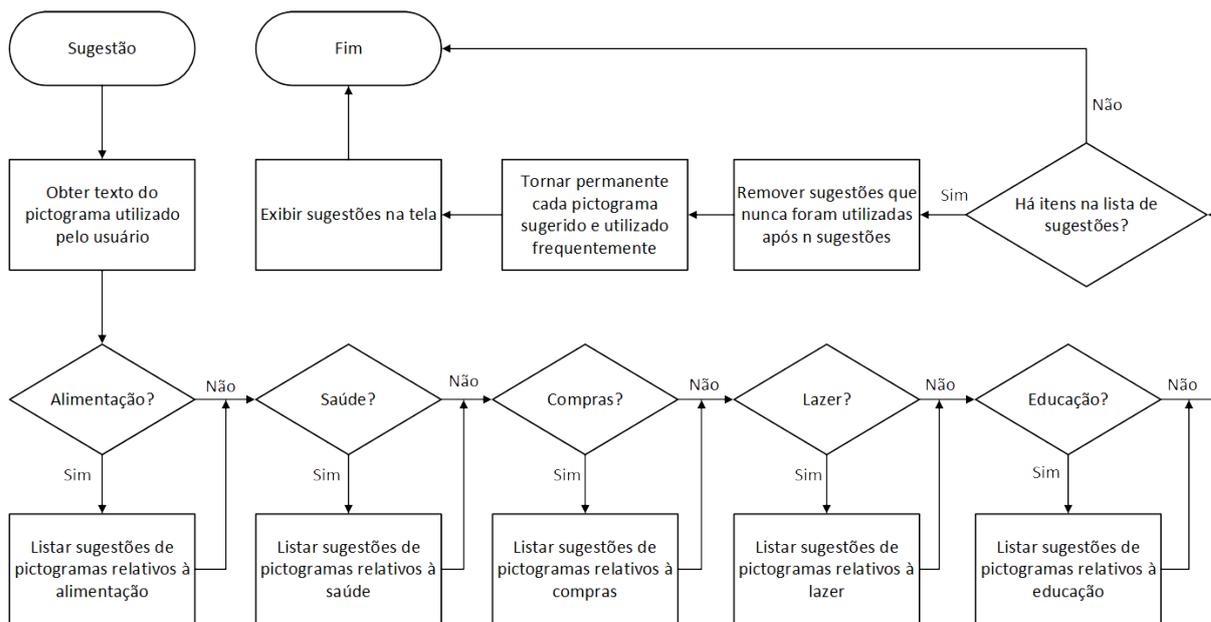


Figura 15 – Fluxograma do processo de sugestão.

implementa um banco de dados simplificado, presente nativamente no Android. Já os dados mantidos pela interface de gerenciamento são armazenados no sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL, escolhido por suportar fluxos intensos de dados e robustez.

Para as páginas web da interface de gerenciamento, o framework JavaServer Faces (JSF) foi escolhido. Dentre suas características mais destacáveis, a sua integração com a ferramenta NetBeans, o suporte nativo à padronização de dados de entrada e a internacionalização e acessibilidade foram essenciais na agilização do desenvolvimento e na criação de um sistema robusto e ágil para interagir remotamente com o aplicativo do vocalizador A2C.

O conjunto de figuras colocadas à disposição no vocalizador A2C foi obtido no site da organização Aragonés de Comunicação Aumentativa e Alternativa, que disponibiliza para uso livre e não lucrativo figuras e pictogramas para comunicação aumentativa e alternativa. O vocalizador A2C conta com cerca de 900 figuras, representando verbos, substantivos, cores, letras, horários, animais, alimentos, sentimentos, dentre outros (ARASAAC, 2015).

A Figura 16 apresenta a tela inicial do aplicativo, que contém duas opções: editar, para personalizar os pictogramas do A2C conforme o usuário deseje, e iniciar, para utilizar os pictogramas criados no A2C para se comunicar.

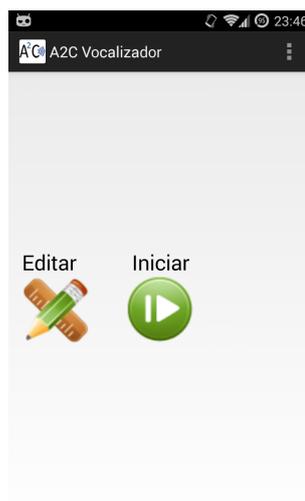


Figura 16 – Tela inicial do vocalizador A2C.

No aplicativo, ao acessar a opção Editar na tela inicial, as opções de personalização dos pictogramas são exibidas, conforme apresentado na Figura 17. Ao clicar no ícone de adição (a), uma tela aparece com os campos do novo pictograma a serem preenchidos, como visualizado em (b). O usuário deverá escolher uma imagem e inserir uma frase, que poderá ser lida ou não pelo A2C conforme sua opção. Ao salvar seu novo pictograma, o mesmo é exibido na tela de edição, podendo também ser alterado ou removido.



Figura 17 – Adicionando um pictograma ao vocalizador A2C.

A opção de edição no aplicativo também permite alterar pictogramas existentes. Para isso, o usuário deve tocar no ícone de edição, como ilustrado na Figura 18, e, em seguida, clicar no pictograma que deseja editar. O ícone de edição permanecerá vermelho até que o usuário toque em um pictograma ou desative a edição, tocando

novamente no ícone. Ao tocar em um pictograma, a tela de edição é aberta, com os campos preenchidos e editáveis. O usuário pode alterar quaisquer parâmetros, salvando ou não suas alterações.



Figura 18 – Modo de edição ativado no vocalizador A2C.

A exclusão de pictogramas é acessada também pela opção Editar na tela inicial. Para excluir um pictograma, o usuário deve ativar o modo de exclusão, tocando no ícone indicado na Figura 19 (a), que permanecerá vermelho até que o usuário informe qual pictograma deseja remover ou desabilite o modo de exclusão. Uma mensagem de confirmação será exibida (b). Caso o usuário responda afirmativamente, o pictograma será excluído.

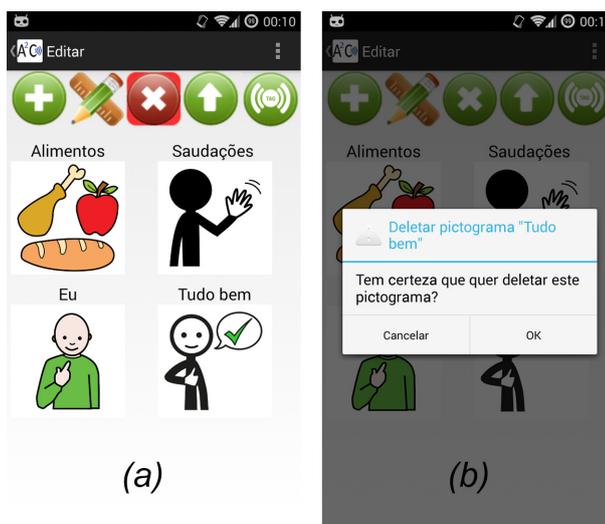


Figura 19 – Excluindo um pictograma: (a) Modo de exclusão ativado; (b) Confirmação da exclusão.

Esta funcionalidade só está disponível no aplicativo, desde que o dispositivo móvel possua interface NFC, não sendo possível ser feita pela interface de gerenciamento. A associação de um conjunto de pictogramas a uma etiqueta NFC serve para que esses pictogramas sejam rapidamente exibidos na tela ao aproximar uma etiqueta e o dispositivo móvel, mesmo quando o aplicativo não está em execução no momento.

Ao tocar no ícone do NFC, o modo de gravação de etiquetas é ativado, como visualizado na Figura 20. O usuário deve, então, aproximar uma etiqueta NFC do aparelho para concluir a gravação. Caso não aproxime uma etiqueta nos segundos seguintes ou caso toque novamente no ícone do NFC, o modo de gravação será desativado. Ao fim do processo de gravação, uma mensagem de confirmação ou de falha é exibida na tela.



Figura 20 – Modo de gravação de etiquetas ativado.

Para utilizar a etiqueta e abrir rapidamente os pictogramas a ela associados, basta que o usuário aproxime seu *tablet* ou *smartphone* da etiqueta. Conforme mostrado na seção 2.4, o Android irá repassar os dados da etiqueta ao aplicativo, que irá interpretá-los e atualizar a tela, conforme necessário, mostrando os pictogramas associados sem que o usuário precise, sequer, tocar o telefone. Esta funcionalidade pode ser utilizada para acionar falas rápidas em locais específicos, como cozinha ou banheiro, por exemplo, mostrando de imediato as falas que o usuário precisa sem a necessidade de toques extras na tela, funcionando inclusive quando o aplicativo não está em execução.

Tocando em Iniciar, na tela inicial, o modo de utilização é exibido na tela, como visualizado na Figura 21. Os pictogramas ficam dispostos na tela (d) de acordo com a configuração feita pelo usuário e equipe médica, logo abaixo de uma barra de ferramentas composta por um botão Home (a), uma caixa de texto (b) e um botão Play (c).

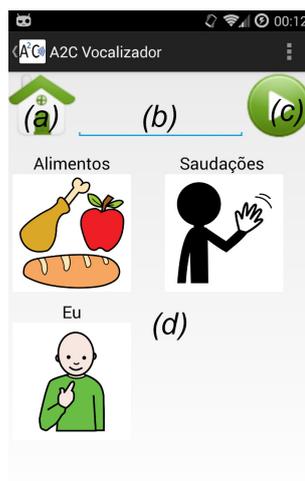


Figura 21 – Modo de comunicação do vocalizador A2C: (a) botão Home; (b) caixa de textos; (c) botão Play; (d) Pictogramas.

O botão Home abre o conjunto inicial de pictogramas e permite que o usuário retorne rapidamente ao ponto inicial para corrigir erros de escolha dos pictogramas ou para limpar a caixa de textos de quaisquer conteúdos que estejam nela.

A caixa de textos é preenchida de modo automático ou manual. Ao tocar nos pictogramas, o texto referente a eles é inserido automaticamente na caixa de texto de modo a formar uma frase completa. Para inserir quaisquer outras palavras, frases ou textos que não estejam disponíveis nos pictogramas, o usuário pode tocar na caixa de texto e digitar diretamente aquilo que deseja falar. O conteúdo presente na caixa de texto é falado pelo A2C ao tocar o botão Play.

Os pictogramas fornecem um modo de expressar vontades, opiniões ou necessidades rapidamente, mas muitas vezes a dinamicidade de uma conversa escapa ao vocabulário previsto pelo usuário e equipe médica na personalização do A2C. Deste modo, a presença de uma caixa de textos para edição livre dá mais poder de comunicação à ferramenta, que dá ao usuário maior capacidade de expressão e flexibilidade para falar de assuntos diversos.

O monitoramento de uso provê algumas informações úteis para a equipe médica avaliar a eficácia dos pictogramas criados, conforme ilustra a Figura 22. Todas as funcionalidades presentes no aplicativo para Android estão disponíveis também pela interface de gerenciamento, com exceção da gravação de etiquetas NFC.



Figura 22 – Interface de gerenciamento web do A2C.

A sincronização de dados, que inclui pictogramas e informações de uso, é feita automaticamente. O usuário é notificado por uma pequena tela de espera, como visualizado na Figura 23, que permanece ativa até o fim da sincronização. A comunicação realizada é bastante rápida mesmo em conexões 2G, uma vez que toda a informação da comunicação é encapsulada por JSON, cuja característica principal é o tamanho reduzido de suas mensagens.

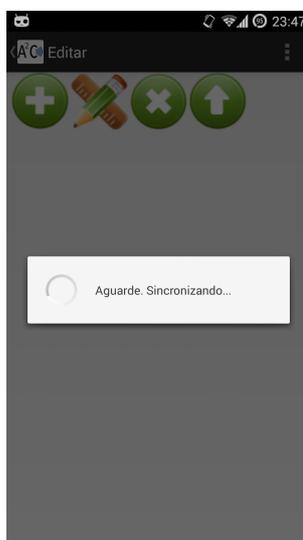


Figura 23 – Sincronização de dados em andamento.

O aplicativo também recebe dados do servidor central sempre que a equipe médica realizar alterações nos pictogramas. As mensagens recebidas pelo aplicativo também estão encapsuladas no formato JSON. Sempre que o usuário ou equipe médica iniciar algum processo de alteração, adição ou remoção de pictogramas pelo aplicativo

do vocalizador A2C, este se comunica com o servidor central para sincronizar os dados para garantir que o usuário estará alterando sempre a versão mais recente dos pictogramas. Quando existir conflitos entre as estruturas de pictogramas presentes no vocalizador e na interface de gerenciamento, o vocalizador assume que a versão válida é a que está com o usuário.

5 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO A2C EM UM CENÁRIO REAL

Neste capítulo são descritos o cenário do experimento, os resultados obtidos e as avaliações e sugestões dos usuários, acompanhantes e da equipe médica.

5.1 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Do Estado do Rio Grande do Norte, como etapa necessária à pesquisa com seres humanos, sendo considerado aprovado pelo parecer número 735.770, disponível no Anexo A.

Os testes foram realizados no Hospital Universitário Onofre Lopes, localizado em Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, com três pacientes do Grupo de Apoio a Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Foram selecionados três pacientes com graus diferentes de ELA para utilizarem e avaliarem o vocalizador A2C sob diversos aspectos, tais como intuitividade da interface gráfica, grau de confiança ao utilizar o vocalizador, satisfabilidade, eficácia da sensibilidade ao contexto e, principalmente, o grau de auxílio na comunicação que foi percebido pelo terapeuta, pelo acompanhante e pelo próprio paciente.

Os pacientes e acompanhantes foram informados sobre este trabalho detalhadamente e receberam esclarecimentos acerca dos seus direitos e dos riscos envolvidos, mediante a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Cada usuário recebeu um *tablet* Android com o vocalizador A2C instalado, com alguns pictogramas criados e sem o uso de NFC ativado. Os usuários foram instruídos a utilizarem extensivamente o vocalizador durante o período de uma semana, explorando suas funções e personalizando-o de acordo com as suas necessidades. O objetivo central dos testes era verificar a eficácia das sugestões de pictogramas com base na sensibilidade ao contexto e o impacto do vocalizador na qualidade da comunicação do usuário. Devido à falta de um período de treinamento para a utilização do aplicativo e ao pouco tempo que os usuários teriam disponível para testá-lo, o uso das etiquetas NFC poderia representar um fator de dificuldade a mais para os usuários e, portanto, não foi objeto de estudo nos testes realizados.

Ao fim da semana de testes, os usuários, os acompanhantes e os terapeutas foram entrevistados para avaliarem o vocalizador. Os formulários das entrevistas encontram-se nos Apêndices A, B e C. Além da entrevista, os dados de utilização do vocalizador

também foram analisados e comparados com as respostas obtidas nas entrevistas para obter informações relevantes à avaliação.

5.2 AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Nesta seção serão apresentadas as respostas dos usuários, acompanhantes e terapeutas às perguntas dos formulários, bem como os dados de utilização do vocalizador A2C.

5.2.1 Caso 1

O primeiro usuário, M. A., possui boa coordenação motora e leves distorções na fala, que se apresentam em dificuldades de pronúncia de algumas sílabas, lentidão e pausas constantes entre palavras. O usuário possui pouca familiaridade com computadores, utilizando-os apenas para fins profissionais, e não possuía previamente ao teste nenhum *smartphone* ou *tablet*. M. A. possui ensino médio completo e idade superior a 45 anos.

M. A. e seu acompanhante fizeram observações muito similares sobre o vocalizador A2C. O usuário, o terapeuta e o acompanhante observaram que o tamanho das letras no vocalizador era muito pequeno, o que dificultava a criação e edição dos pictogramas e comprometia o seu uso parcialmente, já que as figuras facilitavam a sua identificação. Outra dificuldade percebida diz respeito ao uso de caracteres latinos, como cedilha e acentuações. No entanto, este problema não tem relação direta com o vocalizador A2C, tratando-se de um aplicativo de teclado de terceiros que é vinculado ao Android.

O usuário entendeu e utilizou todas as funções do vocalizador A2C. M. A. adicionou corretamente 26 pictogramas ao vocalizador e os acionou 241 vezes ao longo da semana de testes, dentre os quais 11 foram provenientes do mecanismo de sugestão sensível ao contexto. M. A. também entendeu e utilizou a caixa de textos para se comunicar, acionando-a 47 vezes ao longo da semana de testes. O usuário expressou que as figuras agilizam a conversação e são muito úteis, bem como reconheceu que a caixa de textos auxilia bastante para expressar frases que eventualmente não seja possível através somente dos pictogramas. O acompanhante e o terapeuta também assinalaram a mesma opinião.

Quanto à criação dos pictogramas, M. A. e seu acompanhante acreditam que escolher uma figura e escrever uma frase para formar um pictograma não é eficiente, sugerindo que os pictogramas já viessem formados e o usuário apenas escolhesse os que quisesse utilizar e os organizasse. Esta opinião pode decorrer da dificuldade sentida

quanto ao tamanho das letras e o problema das acentuações no teclado, não invalidando e nem diminuindo, entretanto, a sugestão dada.

O usuário e a terapeuta acreditam que o vocalizador A2C auxiliou na comunicação do usuário, todavia seu acompanhante não percebeu tal auxílio, afirmando que o impacto do vocalizador na comunicação com o usuário foi irrelevante. O acompanhante também observou que o usuário não possuía muita habilidade com o dispositivo móvel em que estava instalado o A2C e que a falta de treinamento para o uso do vocalizador dificultou o entendimento do mesmo.

M. A. acha fácil a utilização do vocalizador A2C para se comunicar. Mesmo não tendo pessoalmente utilizado nenhum outro método, o usuário acredita que o vocalizador A2C é mais prático do que os outros métodos que ele já conhecia. O usuário declarou sentir-se à vontade para utilizar o vocalizador A2C, o que não foi corroborado pelo seu acompanhante, que afirmou que o usuário algumas vezes não se sentiu à vontade ou motivado a usar. No entanto, ambos expressaram sua vontade de continuar a utilizá-lo, se possível. O terapeuta responsável pelo usuário também expressou o desejo de continuar a utilizar o vocalizador A2C.

5.2.2 Caso 2

O segundo usuário, R. A., possui coordenação motora dos braços levemente comprometida, caracterizada por perda leve da precisão do tato e tremedeira constante nas mãos. A sua fala já se encontra em estágio bastante comprometido em decorrência da ELA, apresentando muita dificuldade para pronunciar uma sequência pequena de sílabas. R. A. possui ensino médio completo, tem mais de 45 anos e tem familiaridade com computadores. Não possuía nenhum *smartphone* ou *tablet* antes dos testes, mas compreende como utilizá-los.

R. A. teve alguma dificuldade para tocar ícones da tela com precisão. Ele relatou que o *tablet* que lhe foi cedido para os testes era pequeno e, por isso, ele teve alguns problemas durante a utilização, especialmente para criar pictogramas. O usuário também observou que a tela do aparelho era muito sensível. Como as suas mãos tremem com frequência, ele algumas vezes aciona comandos na tela sem a intenção de fazê-lo.

O usuário entendeu como funciona a criação, edição e exclusão de pictogramas. Ao todo, o usuário criou 19 novos pictogramas e fez 2 exclusões. Após a análise dos dados de utilização do usuário, percebeu-se que o usuário havia criado 3 pictogramas de forma incompleta, sem adicionar imagens ou deixando a opção Falar incorretamente desmarcada. Tal acontecimento pode ter sido acarretado por não ter havido período de treinamento para que o usuário se familiarizasse com o vocalizador, fazendo com que o usuário tentasse algumas vezes até perceber a forma correta de utilização.

R. A. acionou pictogramas 127 vezes em um espaço de três dias de uso durante a semana de testes, dentre os quais 9 que foram provenientes do mecanismo de sugestão

sensível ao contexto. A caixa de textos, por sua vez, foi utilizada 186 vezes ao longo de quatro dias da semana. O usuário declarou que o uso dos pictogramas auxilia muito na comunicação, mas pelos dados de utilização percebe-se que ele utilizou muito mais a caixa de textos para se comunicar. A quantidade pequena de pictogramas contribui para essa diferença, o que reduz o vocabulário disponível para uso. Dada a facilidade que o usuário tinha com a tecnologia e a dificuldade de criação de pictogramas decorrida da falta de um período de treinamento com o aplicativo, ele pode ter achado mais prático utilizar o vocalizador para digitar frases do que personalizá-lo com mais pictogramas.

Segundo R. A., o vocalizador não é o mais prático dos métodos de comunicação alternativa que ele já utilizou. A dificuldade de utilização que ele encontrou, discutida há pouco, pode estar se refletindo nesta resposta. Os dados da utilização comprovam isto, uma vez que ele utilizou mais a caixa de textos do que os pictogramas, que eram a função principal do A2C.

Para o usuário R. A. a ausência de voz masculina no sintetizador de voz causou um grande desconforto na sua utilização. O acréscimo da voz masculina foi a única sugestão de melhoria dada por R. A., embora seja possível concluir outras sugestões a partir de suas respostas ao formulário, como um mecanismo para prevenir execução de funções por toques acidentais na tela.

R. A. considerou que o vocalizador A2C auxiliou na sua comunicação durante o tempo de uso e expressou grande interesse em continuar a utilizá-lo. O terapeuta que acompanha o usuário R. A. também expressou interesse em continuar a utilizar o vocalizador A2C com R. A. e considera que o vocalizador auxilia na capacidade de comunicação do usuário. Não foi possível obter a opinião de familiar ou acompanhante do usuário.

5.2.3 Caso 3

O terceiro usuário, E. S. possui coordenação motora extremamente comprometida. Não possui mais precisão do tato e apresenta pouco movimento nos braços. A sua fala se encontra severamente comprometida, inviabilizando a comunicação por via oral.

O usuário E. S. não conseguiu utilizar o vocalizador A2C por limitações físicas causadas pelo estado avançado de ELA. A pouca mobilidade dos braços e dedos impediu que o usuário pudesse realizar qualquer atividade no *tablet*, mesmo com o auxílio constante do acompanhante e com uso de órteses.

O acompanhante do usuário E. S. sugeriu que algum sistema de rastreamento de movimento dos olhos fosse adicionado ao vocalizador A2C e se colocou à disposição para novos testes, caso sua sugestão seja aceita.

5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados de utilização e das entrevistas é possível concluir que o vocalizador A2C teve boa aceitação entre os usuários, os acompanhantes e terapeutas que o utilizaram. Os pacientes criaram, editaram e utilizaram pictogramas do A2C para sua comunicação diária de modo satisfatório e se mostraram motivados a continuar utilizando a ferramenta.

A organização visual do vocalizador foi bem avaliada nas entrevistas. Alguns problemas relativos ao tamanho da tela e das letras foram notados, mas no geral todos os usuários declararam que compreenderam bem como utilizá-lo, o que se comprova com os dados de utilização. O acréscimo de um modo de configuração, onde seja possível especificar os tamanhos de letras e figuras, pode atacar estes problemas.

A Figura 24 apresenta a comparação dos dados de criação de pictogramas. O usuário E. S. não criou nenhum pictograma porque não foi possível que ele utilizasse o dispositivo. R. A. e M. A. criaram diversos pictogramas ao longo da semana de testes.

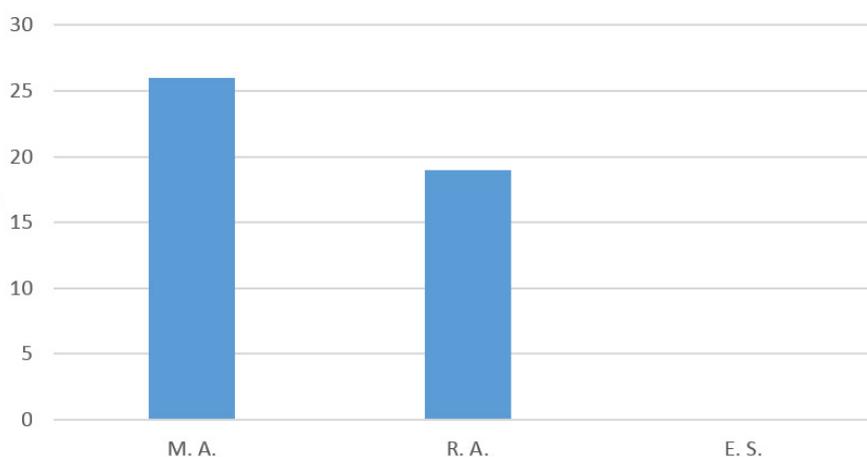


Figura 24 – Quantidade de pictogramas criados por cada usuário.

O armazenamento e visualização dos dados de utilização fornecem informações importantes para a análise da eficácia do vocalizador A2C. Foi possível detectar, por exemplo, que o usuário R. A. teve dificuldades logo no princípio do uso para criar pictogramas em alguns momentos e, com base na sua entrevista, foi possível associar esta dificuldade principalmente à inexistência de um período de treinamento, mas também à sensibilidade excessiva da tela e à sua habilidade motora comprometida pela ELA. A inclusão de um modo de toque diferenciado que só ative o recurso pressionado após algum tempo de toque contínuo pode auxiliar pessoas que possuam tato impreciso, como R. A.

Tais descobertas trazidas pelos dados de utilização e entrevistas contribuirão para o aperfeiçoamento da ferramenta e para a criação de mecanismos que facilitem o uso para pessoas com necessidades mais específicas de uso. Os dados de utilização são uma ferramenta importante para os terapeutas perceberem dificuldades que escapam às entrevistas. O monitoramento desses dados contribui para o acompanhamento do paciente e para o uso mais eficiente do vocalizador.

A sugestão de pictogramas com base no contexto dos usuários também obteve um resultado positivo. A Figura 25 apresenta a proporção de pictogramas sugeridos entre aqueles que foram utilizados pelos usuários. Cerca de 4.5% dos pictogramas utilizados por M. A. foram provenientes do mecanismo de sugestão sensível ao contexto. Para R. A., essa proporção sobe para aproximadamente 7.1%. Apesar de serem valores aparentemente baixos, as sugestões se restringem ao contexto de localidade do usuário apenas. A adição de mais contextos, como de horário, de proximidade de pessoas, dentre outros, pode elevar esse valor.

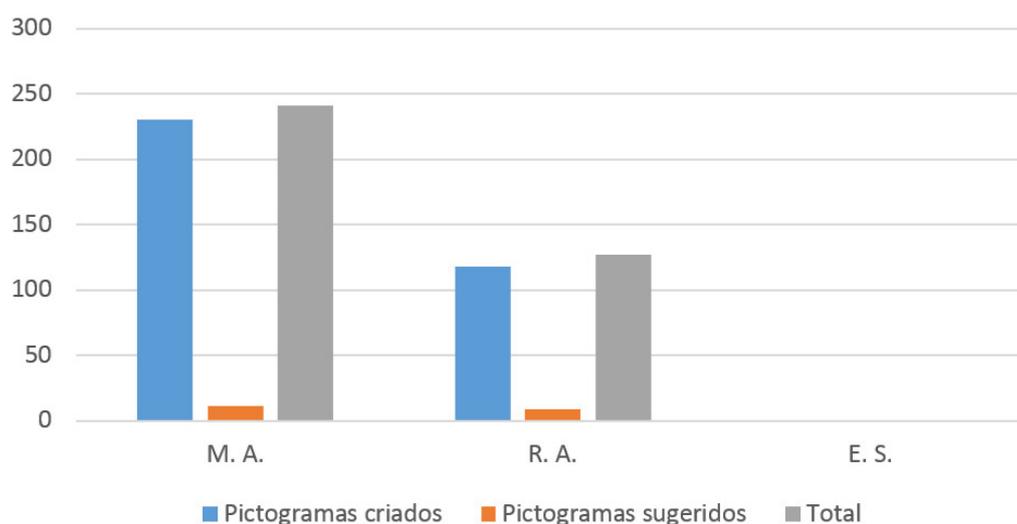


Figura 25 – Quantidade de pictogramas acionados, subdivididos entre pictogramas criados pelo usuário e pictogramas sugeridos pelo vocalizador A2C.

Esses dados comprovam que a sensibilidade ao contexto provida pelo vocalizador A2C auxiliou na comunicação dos usuários, sendo parte considerável do vocabulário utilizado por eles durante a sua comunicação. Este é um dado importante porque aponta para a importância do uso de técnicas de sugestão e predição em sistemas de CAA.

Na Figura 26 é possível ter uma visão da forma como os usuários utilizaram o vocalizador.

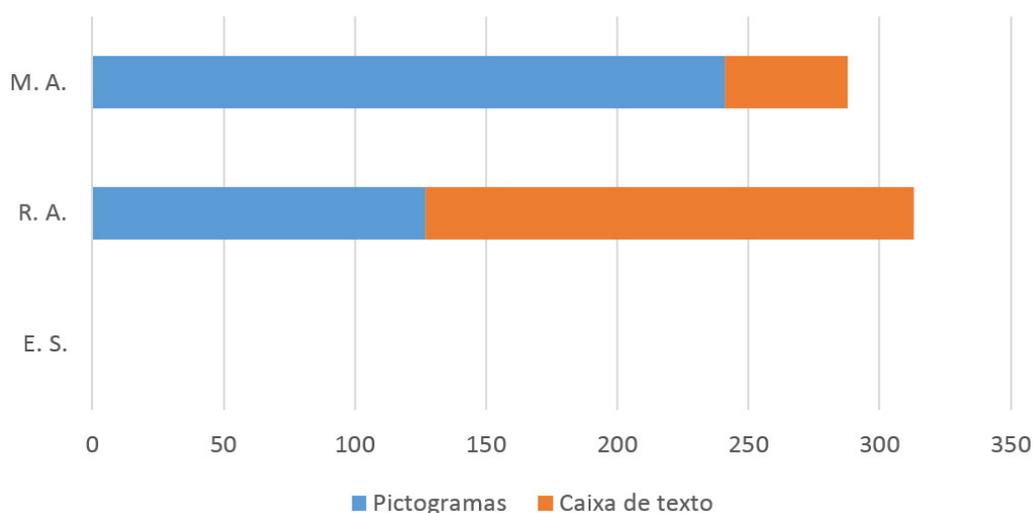


Figura 26 – Relação entre o uso dos pictogramas e o uso da caixa de textos.

O usuário M. A. utilizou majoritariamente a comunicação por pictogramas, enquanto o usuário R. A. preferiu a caixa de textos para se comunicar. R. A. pode ter preferido utilizar a caixa de textos por ter familiaridade com teclados e equipamentos eletrônicos, que foi expressada durante a sua entrevista. A presença destes dois modos de comunicação simultaneamente em tela dá ao vocalizador a flexibilidade necessária para atender às preferências e necessidades de cada usuário.

Todos os pacientes, acompanhantes e terapeutas consideraram que o vocalizador A2C contribuiu para a comunicação dos usuários, em maior ou menor grau. Todos também expressaram o desejo de continuar a utilizar o A2C por mais tempo.

Os possíveis usuários da ferramenta não seguem um padrão de idade, de sexo, de classe social ou de formação cultural, visto que as patologias causadoras das dificuldades de comunicação são muitas e de causas e efeitos diversos. Este fator é determinante no desenvolvimento de uma aplicação. Aspectos como usabilidade, design, intuitividade e acessibilidade ganham ainda mais importância no ciclo de desenvolvimento e, no nosso caso, justificam ainda mais a escolha do grupo de usuários para o teste. O experimento em um cenário real com usuários que possuem ELA nos deu uma percepção mais profunda sobre como deve funcionar o vocalizador, como devem ser dispostas suas funções e quais são os aspectos de usabilidade são mais impactantes para usuários com necessidades especiais.

O usuário E. S., por exemplo, não pode utilizar o vocalizador por ter pouca mobilidade nos braços e mãos, decorrente do avanço da ELA. Isto aponta para a necessidade de outras formas de interação com o aplicativo que não o toque, para que sejam contemplados os usuários que necessitem de condições especiais de uso.

Outro ponto positivo do experimento em cenário real é a comprovação da eficiência e da eficácia da ferramenta, o que não seria possível verificar de outro modo.

Os dados de utilização obtidos pelo vocalizador e as entrevistas feitas com os usuários, acompanhantes e terapeutas nos deram a percepção de que o A2C cumpre com o objetivo de auxiliar a pessoas com dificuldade de comunicação a manterem diálogos, expressarem vontades, opiniões e necessidades.

O uso de etiquetas NFC, apesar de não ter sido objeto de estudo no experimento em cenário real, tem o potencial de agilizar a comunicação, especialmente nos casos em que o usuário não possua muita agilidade no tato. A aproximação do dispositivo móvel com uma etiqueta NFC já exibe imediatamente em tela um conjunto de pictogramas associados àquela etiqueta, sem a necessidade de toques extras na tela. Os usuários ou acompanhantes podem utilizar esta funcionalidade em situações específicas, por exemplo, quando o usuário deve realizar escolhas ou expressar rapidamente alguma necessidade emergencial. Não há limitação de uso, o que torna possível que os usuários e acompanhantes descubram por si novas formas de utilizar o NFC que não foram previstas inicialmente.

6 CONCLUSÕES

O vocalizador A2C baseado na computação sensível ao contexto foi desenvolvido em um trabalho contínuo de pesquisa, planejamento, desenho e implementação. Ao fim do desenvolvimento e dos testes, o vocalizador obteve boa aceitação entre os usuários e seus acompanhantes, sendo também avaliado satisfatoriamente entre a equipe de terapeutas que acompanha os usuários.

Em linhas gerais, as características que diferenciam o A2C de outras ferramentas de CAA disponíveis na literatura e no mercado são: i) o uso de etiquetas NFC para agilizar o carregamento de pictogramas em tela; ii) a sensibilidade ao contexto da localização do usuário, realizando sugestões de pictogramas; iii) o acompanhamento remoto da utilização da ferramenta.

O A2C funciona em qualquer *smartphone* ou *tablet* Android a partir da versão 4.2.2 (Android Jelly Bean), não estando ainda disponível para outros sistemas operacionais.

A utilização do A2C possibilita uma melhor comunicação dos usuários com seus familiares, amigos e terapeutas, auxiliando-os na atividade mais fundamental de todo ser humano em seu convívio em sociedade, que é o de se expressar e ser compreendido.

Como perspectivas futuras, destaca-se:

- o uso das etiquetas NFC pode ser objeto de estudo, avaliando sua eficácia em um cenário real. De tal estudo poderiam decorrer novas formas para a utilização dessa tecnologia, o aprimoramento da função e a melhoria da usabilidade do vocalizador A2C;
- A adição de novas formas de interação com o vocalizador A2C, por meios diversos, proporcionaria novas possibilidades de utilização dos usuários com o sistema. Um sistema de varredura com acionamento por botões poderia ser adicionado, o que seria muito importante para usuários com pouca mobilidade e precisão nas mãos. O uso através do rastreamento dos olhos também pode ser incluído no vocalizador, tornando possível seu uso por pacientes que não possuem mais mobilidade nos membros superiores;
- A expansão dos mecanismos de aquisição e sugestão (ver seção seção 4.3) também podem ser objeto de estudo quantitativo. Pode-se avaliar estratégias diversas de sugestão e verificar estatisticamente quais contextos são mais importantes para o mecanismo de sugestão. Além disso, pode-se realizar estudo para a criação de regras matemáticas precisas para determinar a taxa de sugestão e de aceitação de cada pictograma sugerido, dentre outras;

- Por fim, a adição de sugestão de pictogramas baseada na semântica e na gramática das frases feitas pelo usuário pode representar um salto de qualidade na sugestão de pictogramas.

Para além de um trabalho acadêmico, o vocalizador A2C tem potencial para fazer a diferença na vida de pessoas com dificuldades de comunicação, auxiliando-as no seu cotidiano, nos seus relacionamentos e impactando positivamente a sua qualidade de vida.

6.1 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram submetidos para conferência na área e para a revista *Technology and Disability Online*, conforme estabelecido no estatuto do Programa de Pós-graduação. O artigo apresentado e os resultados obtidos foram:

- **Título:** Digital communication tool based on context-aware computing.
Autores: Davi A. Magalhães, Cicília R. M. Leite.
Veículo: *Technology and Disability Online*
Resultado: Submetido
- **Título:** Vocalizador Digital baseado na computação sensível ao contexto utilizando NFC.
Autores: Davi A. Magalhães, Suellem S. F. Queiroz, Ana Maria G. Guerreiro, Maria de Jesus Gonçalves, Cicilia R. M. Leite, Fabiana C. M. Araujo.
Veículo: *International Society for Augmentative and Alternative Communication - ISAAC 2014.*
Resultado: Aceito.

REFERÊNCIAS

- ARASAAC. *Aragonés de Comunicação Aumentativa e Alternativa*. 2015. <http://catedu.es/arasaac/index.php> p.
- BALDASSARRI, S. et al. Araboard: A multiplatform alternative and augmentative communication tool. *Procedia Computer Science*, v. 27, n. 0, p. 197 – 206, 2014. ISSN 1877-0509. 5th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, {DSAI} 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914000258>>.
- BERSCH, R.; OBJETIVO, C. *Introdução à Tecnologia assistiva*. 2013.
- BROWN; BOVEY; CHEN. Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace. *IEEE Personal Communications*, p. 58–64, 1997.
- BULUSU, N.; HEIDEMANN, J.; ESTRIN, D. GPS-less low-cost outdoor localization for very small devices. *IEEE Personal Communications*, p. 58–64, 2000.
- CAVALLO, M. et al. Evidence of social understanding impairment in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *PloS one*, v. 6, n. 10, p. e25948, jan. 2011. ISSN 1932-6203.
- CHEN, G.; KOTZ, D. *A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research*. Dartmouth College, 2000.
- COSKUN, V.; OK, K.; OZDENIZCI, B. *Near Field Communication (NFC): From Theory to Practice*. [S.l.]: Wiley, 2011. ISBN 978-1-119-96690-6.
- COSKUN, V.; OK, K.; OZDENIZCI, B. *PROFESSIONAL NFC Application Development for Android*. [S.l.]: John Wiley and Sons, Ltd, 2013. ISBN 978-1-118-38054-3.
- DEY, A. K. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, p. 4–7, 2001.
- DEY, A. K.; ABOWD, G. D. Towards a better understanding of context and context-awareness. *Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness*, 2000.
- FATIM, M. et al. TICTAC: Information and communication technologies for augmentative communication boards. *IEEE EDUCON 2010 Conference*, Ieee, p. 1783–1787, 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5492419>>.
- FINKENZELLER, K. *RFID HANDBOOK: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS IN CONTACTLESS SMART CARDS, RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION AND NEAR-FIELD COMMUNICATION*. [S.l.: s.n.], 2010. 463 p. ISBN 9780470695067.
- HANSMANN, U. *Pervasive Computing Handbook*. [S.l.]: Springer, 2003. ISBN 3540002189.
- HAWLEY, M. S. et al. A voice-input voice-output communication aid for people with severe speech impairment. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and*

Biology Society, v. 21, n. 1, p. 23–31, jan. 2013. ISSN 1558-0210. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22875259>>.

HUNT et al. Demographic and socioeconomic factors associated with disparity in wheelchair customizability among people with traumatic spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2004.

IBGE. *Censo demográfico de 2010*. 2010. <http://censo2010.ibge.gov.br/> p.

LETHAM, L.; LETHAM, A. *GPS Made Easy: Using Global Positioning Systems in the Outdoors*. Rocky Mountain Books, 2008. (GPS Made Easy: Using Global Positioning Systems in the Outdoors). ISBN 9781897522059. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=fo9tKX2JwAAC>>.

LUPU, R. G. Mobile embedded system for human computer communication in assistive technology. *2012 IEEE 8th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing*, Ieee, p. 209–212, ago. 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6356187>>.

MANICKAVELU, M.; KARTHIK, K.; PRABHAKAR, A. Kommunikator audio visual interface device using picture to speech feature. In: *Global Humanitarian Technology Conference: South Asia Satellite (GHTC-SAS), 2013 IEEE*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 134–138.

MARIA, A.; NEGRÃO, G. AFASIA : UMA INTERFACE ENTRE A FONOAUDIOLOGIA E A PSICOLOGIA. p. 3–5, 2003.

MARRONE, M. *Semiologia Neurológica*. Edipucrs, 2005. ISBN 9788574303208. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=scLFtabNf9wC>>.

MUKHERJEE, R. et al. An Iconic and Keyboard based Communication Tool for People with Multiple Disabilities. n. April, p. 282–288, 2010.

NAVES, E.; ROCHA, L.; PINO, P. Alternative communication system for people with severe motor disabilities using myoelectric signal control. In: *Biosignals and Biorobotics Conference (BRC), 2012 ISSNIP*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–4.

NSA, N. A. A. *Perguntas e respostas sobre Afasia*. [S.l.]: National Aphasia Association, 2009. 2 p.

OBAIDAT, M. S.; DENKO, M.; WOUNGANG, I. *Pervasive Computing and Networking*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 322 p. ISBN 9781119970422. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/9781119970422>>.

OMS, O. M. d. S. *WORLD REPORT ON DISABILITY*. [S.l.: s.n.], 2011. ISBN 978 92 4 156418 2.

ORR, A. C.; MAST, M. Tablet-based communication and children with multiple disabilities: Lessons from the clinical setting. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 141, n. 0, p. 138 – 142, 2014. ISSN 1877-0428. 4th World Conference on Learning Teaching and Educational Leadership (WCLTA-2013). Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814034491>>.

PASCOE, J.; RYAN, N.; MORSE, D. Issues in Developing Context-Aware Computing. *In Proc. HUC '99*, p. 208–221, 1999.

PEABODY, E. M. *Sustaining the Global Positioning System*. Nova Science Publishers, 2010. (Space science, exploration and policies series). ISBN 9781607410065. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=5muZQAAACAAJ>>.

POLETTI, M.; ENRICI, I.; ADENZATO, M. Cognitive and affective Theory of Mind in neurodegenerative diseases: neuropsychological, neuroanatomical and neurochemical levels. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, Elsevier Ltd, v. 36, n. 9, p. 2147–64, out. 2012. ISSN 1873-7528. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22819986>>.

QUINTELA, M. A.; MENDES, M.; CORREIA, S. Augmentative and alternative communication: Vox4all; presentation. In: *Information Systems and Technologies (CISTI), 2013 8th Iberian Conference on*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–6.

RAOUL, C. et al. *CURRENT ADVANCES IN AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS*. Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia: InTech, 2013. 256 p. ISBN 9789535111955.

RAZ, D. et al. *Fast and Efficient Context-Aware Services*. [S.l.]: Wiley and sons, 2010. ISBN 978-0-470-02868-1.

RESATSCH, F. *Ubiquitous Computing: developing and evaluating near field communication applications*. [S.l.]: Gabler, 2010. ISBN 987-3-8349-2167-3.

SAHA, D.; MUKHERJEE, A. *Pervasive Computing: A Paradigm for the 21st Century*. n. March, 2003.

SANTO, H. E. *Manual de neuropsicologia*. [S.l.]: Instituto Superior Miguel Torga, 2009. 124 p.

SCHILIT; THEIMER. Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts. *IEEE Network 8*, p. 22–32, 1994.

SCHMIDT, A.; BEIGL, M.; GELLERSEN, H. There is more to context than location. *Computers and Graphics*, p. 893–901, 1999.

SILVA, F.; PEREIRA, F. *Communication between people with motion and speech disabilities*. 2009.

SOUZA, A. et al. AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS) Three letters that change the peoples life For ever. v. 67, n. December 2008, p. 750–782, 2009.

STEFANI, M. *Rotinas em neurologia e neurocirurgia*. Artmed Editora, 2008. ISBN 9788536318646. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Glun0U_iKYkC>.

Strategy Analytics. *Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker - 2014*. [S.l.], 2015.

TORII, I. et al. Augmentative and alternative communication with digital assistant for autistic children. *2012 IEEE International Conference on Emerging Signal Processing Applications*, Ieee, p. 71–74, jan. 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6152448>>.

TUULARI, E. Context aware hald-held devices. *ESPOO, VTT Eletronics*, 2000.

WARD, A.; JONES, A.; HOPPER, A. A new location technique for the active office. *IEEE Personal Communications*, p. 42–47, 1997.

ZIMMERMANN, A.; LORENZ, A.; OPPERMAN, R. An Operational Definition of Context. *CONTEXT '07 - Springer Berlin*, p. 558–571, 2007.

Apêndices

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO USUÁRIO



**Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Universidade Federal Rural do Semiárido
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação**

Pesquisa “Avaliação do Vocalizador Digital – Formulário do Usuário”

Nº. do Questionário _ _	Entrevistador:
Data da aplicação:/...../.....	

I. PERFIL DO USUÁRIO

1. Entrevistado (Nome do Usuário)

2. Sexo:

<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
------------------------------------	-----------------------------------

3. Idade:

<input type="checkbox"/> Menos de 18 anos	<input type="checkbox"/> 25 a 30 anos	<input type="checkbox"/> 45 anos ou mais
<input type="checkbox"/> 18 a 25 anos	<input type="checkbox"/> 30 a 45 anos	

4. Escolaridade:

<input type="checkbox"/> até o primário incompleto	<input type="checkbox"/> fundamental completo até ensino médio incompleto	<input type="checkbox"/> superior completo
<input type="checkbox"/> primário completo até fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> ensino médio completo até superior incompleto	

II. RELAÇÃO DO USUÁRIO COM A INFORMÁTICA

5. Possui Microcomputador(es) notebooks ou similares em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não. Não possuo estes equipamentos.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

6. Possui tablet ou smartphone em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

7. Qual a aplicação dos microcomputadores, tablets e/ou smartphones? (Admite respostas múltiplas)

<input type="checkbox"/> uso pessoal	<input type="checkbox"/> sites de relacionamento (Orkut, Facebook, etc)
<input type="checkbox"/> elaboração de documentos	<input type="checkbox"/> uso profissional
<input type="checkbox"/> acesso a <i>websites</i> de notícias	<input type="checkbox"/> serviços bancários
<input type="checkbox"/> estudo/pesquisa	<input type="checkbox"/> Buscas
<input type="checkbox"/> comunicação/e-mail	<input type="checkbox"/> outra atividade. Citar:

8. Possui acesso à internet em casa?

<input type="checkbox"/> Sim.	<input type="checkbox"/> Não
-------------------------------	------------------------------

III. VOCALIZADOR

9. Por quanto tempo utilizou o vocalizador?

<input type="checkbox"/> Menos de uma semana	<input type="checkbox"/> Uma semana
<input type="checkbox"/> Duas semanas	<input type="checkbox"/> Três semanas ou mais

10. Quais as dificuldades sentidas durante o uso? (Pode haver mais de uma resposta)

<input type="checkbox"/> Não entendi como usar o vocalizador.	<input type="checkbox"/> Houve problemas de execução (travamentos, sons falhando, etc)
<input type="checkbox"/> Não soube como utilizar o tablet	<input type="checkbox"/> O visual era confuso (interface gráfica não era intuitiva)
<input type="checkbox"/> Foi difícil manusear o tablet (dificuldade de segurar o equipamento)	<input type="checkbox"/> O som não me agradou
<input type="checkbox"/> Não consegui apertar com precisão as figuras que eu queria	<input type="checkbox"/> As figuras disponíveis na tela eram insuficientes (pouco vocabulário)
<input type="checkbox"/> O tamanho do tablet me incomodou (Se aplicável, o usuário achou grande ou pequeno? Resposta: _____)	

11. Sobre a criação e edição de pictogramas, responda:

Criei ou tentei criar pictogramas (figuras)	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder. (se NÃO, ir para próxima pergunta)
Consegui criar ou editar os pictogramas facilmente	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
A criação ou edição de pictogramas foi útil pra mim	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.

12. Sobre a caixinha de texto na parte superior do vocalizador, responda:

Notei a presença da caixa de texto no vocalizador	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder. (se NÃO, ir para próxima pergunta)
Entendi como funciona a caixinha de textos	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
Utilizei pelo menos uma vez a caixa de textos para me comunicar	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.

13. Em comparação com os outros métodos de comunicação alternativa que o sr(a) já utilizou:

É mais fácil me comunicar utilizando o vocalizador do que com outros métodos que já utilizei.
<input type="checkbox"/> Concordo totalmente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Indiferente. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.
Eu me sinto mais à vontade (mais seguro e/ou mais confiante) com o vocalizador do que com outros métodos que já utilizei.
<input type="checkbox"/> Concordo totalmente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Indiferente. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.
Se possível, quero continuar a utilizar o vocalizador por mais tempo.
<input type="checkbox"/> Concordo totalmente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Indiferente. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.

14. De um modo geral, o vocalizador auxiliou na sua comunicação?

<input type="checkbox"/> Auxiliou muito	<input type="checkbox"/> Auxiliou um pouco	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Não auxiliou
---	--	--------------------------------------	---------------------------------------

IV. QUANTO AO QUESTIONÁRIO?

15. Mediante ao referente questionário, o entrevistado (relevante colaborador desta pesquisa), gostaria de expor algum apontamento, onde este não esteja inferido no presente questionário? Qual? _____.

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO ACOMPANHANTE



**Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Universidade Federal Rural do Semiárido
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação**

Pesquisa “Avaliação do Vocalizador Digital – Formulário do Acompanhante”

Nº. do Questionário _ _ _ _ _	Entrevistador:
Data da aplicação:/...../.....	Nome da pessoa entrevistada:

I. PERFIL DO ACOMPANHANTE

1. Entrevistado (Nome do Usuário)

2. Sexo:

<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
------------------------------------	-----------------------------------

3. Idade:

<input type="checkbox"/> Menos de 18 anos	<input type="checkbox"/> 25 a 30 anos	<input type="checkbox"/> 45 anos ou mais
<input type="checkbox"/> 18 a 25 anos	<input type="checkbox"/> 30 a 45 anos	

4. Escolaridade:

<input type="checkbox"/> até o primário incompleto	<input type="checkbox"/> fundamental completo até ensino médio incompleto	<input type="checkbox"/> superior completo
<input type="checkbox"/> primário completo até fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> ensino médio completo até superior incompleto	

II. RELAÇÃO DO ACOMPANHANTE COM A INFORMÁTICA

5. Possui Microcomputador(es) notebooks ou similares em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não. Não possuo estes equipamentos.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

6. Possui tablet ou smartphone em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

7. Qual a aplicação dos microcomputadores, tablets e/ou smartphones? (Admite respostas múltiplas)

<input type="checkbox"/> uso pessoal	<input type="checkbox"/> sites de relacionamento (Orkut, Facebook, etc)
<input type="checkbox"/> elaboração de documentos	<input type="checkbox"/> uso profissional
<input type="checkbox"/> acesso a <i>websites</i> de notícias	<input type="checkbox"/> serviços bancários
<input type="checkbox"/> estudo/pesquisa	<input type="checkbox"/> Buscas
<input type="checkbox"/> comunicação/e-mail	<input type="checkbox"/> outra atividade. Citar:

8. Possui acesso à internet em casa?

<input type="checkbox"/> Sim.	<input type="checkbox"/> Não
-------------------------------	------------------------------

III. VOCALIZADOR

9. O usuário utilizou o vocalizador por quanto tempo?

<input type="checkbox"/> Menos de uma semana	<input type="checkbox"/> Uma semana
<input type="checkbox"/> Duas semanas	<input type="checkbox"/> Três semanas ou mais

10. Quais as dificuldades percebidas durante o uso? (Pode haver mais de uma resposta)

<input type="checkbox"/> O usuário não se sentiu motivado a usar o vocalizador	<input type="checkbox"/> Houve problemas de execução (travamentos, sons falhando, etc)
<input type="checkbox"/> O usuário não entendeu como usar o vocalizador	<input type="checkbox"/> O visual confundiu o usuário (interface gráfica não era intuitiva)
<input type="checkbox"/> Foi difícil para o usuário manusear o tablet (dificuldade de segurar o equipamento)	<input type="checkbox"/> O som não me agradou ou não agradou ao usuário
<input type="checkbox"/> O usuário não conseguia pressionar com precisão as figuras que ele queria	<input type="checkbox"/> Não recebemos treinamento suficiente para utilizar o vocalizador corretamente
<input type="checkbox"/> O tamanho do tablet incomodou o usuário (Se aplicável, o usuário achou grande ou pequeno? Resposta: _____)	

11. Sobre a caixinha de texto na parte superior do vocalizador, responda:

Notei a presença da caixa de texto no vocalizador	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder. (se NÃO, ir para próxima pergunta)
Entendi como funciona a caixinha de textos	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
A caixinha de textos é útil e é complementar aos pictogramas	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.

12. Em comparação com os outros métodos de comunicação alternativa que o sr(a) já utilizou:

É mais fácil me comunicar com o usuário utilizando o vocalizador do que com outros métodos que já utilizamos.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

O usuário se sentiu mais à vontade (mais seguro e/ou mais confiante) com o vocalizador do que com outros métodos que já utilizamos.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

Se possível, quero que o usuário continue a utilizar o vocalizador por mais tempo.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

13. De um modo geral, o vocalizador auxiliou na sua comunicação com o usuário?

() Auxiliou muito () Auxiliou um pouco () Indiferente () Não auxiliou

14. Com o uso do vocalizador, de que forma o usuário reagiu?

() está interagindo mais com a família e amigos () sente-se mais confiante para expressar suas opiniões ou vontades

() sente-se encorajado a participar de conversas () seu humor melhorou

() está mais feliz por conseguir se comunicar melhor () Outro motivo: _____

IV. QUANTO AO QUESTIONÁRIO?

15. Mediante ao referente questionário, o entrevistado (relevante colaborador desta pesquisa), gostaria de expor algum apontamento, onde este não esteja inferido no presente questionário? Qual? _____.

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA DO TERAPEUTA



**Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Universidade Federal Rural do Semiárido
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação**

Pesquisa “Avaliação do Vocalizador Digital – Formulário do Terapeuta”

Nº. do Questionário _ _	Entrevistador:
Data da aplicação:/...../.....	Nome da pessoa entrevistada:
Nome do paciente que foi acompanhado:	

I. RELAÇÃO DO TERAPEUTA COM A INFORMÁTICA

1. Possui Microcomputador(es), notebooks ou equipamentos similares em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não. Não possuo estes equipamentos.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

2. Possui tablet ou smartphone em casa? Como é a sua utilização dos equipamentos?

<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo com frequência.	<input type="checkbox"/> Não.
<input type="checkbox"/> Sim. Utilizo pouco.	
<input type="checkbox"/> Sim, mas não sei utilizá-los.	

3. Qual a aplicação dos microcomputadores, tablets e/ou smartphones? (Admite respostas múltiplas)

<input type="checkbox"/> uso pessoal	<input type="checkbox"/> sites de relacionamento (Orkut, Facebook, etc)
<input type="checkbox"/> elaboração de documentos	<input type="checkbox"/> uso profissional
<input type="checkbox"/> acesso a <i>websites</i> de notícias	<input type="checkbox"/> serviços bancários
<input type="checkbox"/> estudo/pesquisa	<input type="checkbox"/> Buscas
<input type="checkbox"/> comunicação/e-mail	<input type="checkbox"/> outra atividade. Citar:

II. VOCALIZADOR

4. O usuário utilizou o vocalizador por quanto tempo?

<input type="checkbox"/> Menos de uma semana	<input type="checkbox"/> Uma semana
<input type="checkbox"/> Duas semanas	<input type="checkbox"/> Três semanas ou mais

5. Quais dificuldades do usuário foram percebidas durante o uso? (Pode haver mais de uma resposta)

<input type="checkbox"/> O usuário não se sentiu motivado a usar o vocalizador	<input type="checkbox"/> Houve problemas de execução (travamentos, sons falhando, etc)
<input type="checkbox"/> O usuário não entendeu como usar o vocalizador	<input type="checkbox"/> O visual confundiu o usuário (interface gráfica não era intuitiva)
<input type="checkbox"/> Foi difícil para o usuário manusear o tablet (dificuldade de segurar o equipamento)	<input type="checkbox"/> O som não me agradou ou não agradou ao usuário
<input type="checkbox"/> O usuário não conseguia pressionar com precisão as figuras que ele queria	<input type="checkbox"/> Não recebemos treinamento suficiente para utilizar o vocalizador corretamente
<input type="checkbox"/> O tamanho do tablet incomodou o usuário (Se aplicável, o usuário achou grande ou pequeno? Resposta: _____)	
<input type="checkbox"/> O usuário não tinha acesso à internet e, por isso, o gerenciamento remoto não foi utilizado como deveria	<input type="checkbox"/> Outro: _____

6. Sobre a criação e edição de pictogramas, responda:

Criei ou tentei criar pictogramas (figuras) pelo tablet	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
Consegui criar ou editar os pictogramas facilmente pelo tablet	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
Criei ou tentei criar pictogramas pela internet	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.

7. Sobre a caixinha de texto na parte superior do vocalizador, responda:

O usuário notou a presença da caixa de texto no vocalizador	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder. (se NÃO, ir para próxima pergunta)
O usuário entendeu como funciona a caixinha de textos	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.
O usuário utilizou pelo menos uma vez a caixa de textos para se comunicar	<input type="checkbox"/> Sim. <input type="checkbox"/> Não. <input type="checkbox"/> Não soube responder.

8. Em comparação com os outros métodos de comunicação alternativa que o sr(a). já utilizou com o usuário:

É mais fácil me comunicar utilizando o vocalizador do que com outros métodos que já utilizamos.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

O usuário se sentiu mais à vontade (mais seguro e/ou mais confiante) com o vocalizador do que com outros métodos que já utilizamos.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

Se possível, quero que o usuário continue a utilizar o vocalizador por mais tempo.

() Concordo totalmente. () Concordo parcialmente. () Indiferente. () Discordo parcialmente. () Discordo totalmente.

9. De um modo geral, o vocalizador auxiliou na sua comunicação com o usuário?

() Auxiliou muito () Auxiliou um pouco () Indiferente () Não auxiliou

IV. QUANTO AO QUESTIONÁRIO?

10. Mediante ao referente questionário, o entrevistado (relevante colaborador desta pesquisa) gostaria de expor algum apontamento, onde este não esteja inferido no presente questionário? Qual? _____.

Anexos

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE -
UERN



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Vocalizador digital baseado na computação sensível ao contexto

Pesquisador: CÍCILIA RAQUEL MAIA LEITE

Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

Versão: 1

CAAE: 33705114.3.0000.5294

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 735.770

Data da Relatoria: 29/07/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa tipo experimental quantitativa a ser apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade do Estado DO Rio grande do Norte em nível de mestrado. As pessoas com deficiência utilizarão o vocalizador desenvolvido e será analisada a eficiência do software como ferramenta de comunicação alternativa no cotidiano do usuário. As principais vantagens deste vocalizador são: a troca de contextos automatizadas com o uso de etiquetas de NFC, permitindo a mudança das figuras representadas na tela sem a necessidade de comandos por parte do usuário, agilizando a comunicação e simplificando o uso da ferramenta; a alta capacidade de armazenamento, utilizando a memória interna dos tablets; baixo custo para o usuário, entre outros fatores.

Objetivo da Pesquisa:

Primário: desenvolver um vocalizador digital para auxílio a pessoas com dificuldades de comunicação baseado na computação sensível ao contexto através do uso de Near-Field Communication (NFC).

Secundário: Verificar se o uso de inteligência computacional e de troca assistida de contextos representa um ganho de usabilidade da ferramenta, simplificando a sua utilização e agilizando a comunicação

Endereço: Rua Almino Afonso n°. 478

Bairro: Centro

CEP: 59.607-360

UF: RN

Município: MOSSORO

Telefone: (84)3315-2145

Fax: (84)3315-2108

E-mail: cep@uern.br

**UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE -
UERN**

Continuação do Parecer: 735.770

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Há possibilidade do sujeito da pesquisa se sentir cansada durante a utilização do tablet que contém o vocalizador, dada a condição de portado de esclerose lateral Amiotrófica. Este risco é contornado com descansos regulares entre a utilização.

Benefícios; o uso desse vocalizador beneficiará milhares de pessoas com essa doença, proporcionando maior facilidade para expressar as suas opiniões e vontades, sendo, ainda uma ferramenta de comunicação alternativa, ajudando na sua popularização.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Participarão da pesquisa dez pacientes do Hospital Universitário Onofre Lopes com idade igual ou superior a 18 anos e que sofram de Esclerose Lateral Amiotrófica. Para o estudo proposto não se faz necessária triagem mais rigorosa quanto as características étnicas, de gênero ou grupos sociais. Serão realizadas reuniões com os profissionais responsáveis pelo citado hospital, bem como com os pacientes que foram ou ainda estão sendo atendidos no referido local, esclarecendo sobre a Dissertação de Mestrado que gerou a demanda deste projeto de pesquisa. Nessas ocasiões, também será apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os profissionais e pacientes que aceitarem contribuir com a pesquisa e será de responsabilidade do aluno de mestrado e autor da dissertação que gerou essa demanda. Neste sentido, serão coletadas informações dos sujeitos, visando obter opiniões diversificadas que possam atestar a utilidade e vantagens da ferramenta desenvolvida. O desenvolvimento do vocalizador, bem como os testes de usabilidade, serão realizados nas dependências do Laboratório de Engenharia de Software – LES, localizado na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN. Todavia, para verificar o funcionamento da plataforma desenvolvida, o vocalizador será disponibilizado para os pacientes selecionados do hospital Onofre Lopes, que o utilizarão em seus tablets ou smartphones. A coleta de informações será realizada no próprio hospital. Serão realizadas uma média de 10 entrevistas que serão analisadas, criando um banco de dados histórico para comparação com outros métodos de comunicação alternativa utilizados pelos usuários. Os níveis de satisfação com o vocalizador e com as técnicas inteligentes utilizadas servirão também para apontar as melhorias que o vocalizador deverá receber. Após a análise dos testes realizados, será verificado se o vocalizador representa uma ferramenta de comunicação alternativa satisfatória para seus usuários e se realmente houve ganhos na sua comunicação com outras pessoas do seu dia-a-dia. Espera-se comprovar que o uso de técnicas de inteligência computacional e de trocas assistidas de contexto melhoraram a experiência do usuário com o vocalizador. Após testes de usabilidade feitos pela equipe de desenvolvimento, o aplicativo será testado com até dez pacientes com Esclerose Lateral

Endereço: Rua Almino Afonso n°. 478**Bairro:** Centro**CEP:** 59.607-360**UF:** RN**Município:** MOSSORO**Telefone:** (84)3315-2145**Fax:** (84)3315-2108**E-mail:** cep@uern.br