



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
MESTRADO E DOUTORADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Agebson Rocha Façanha

Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos
touchscreen.

FORTALEZA – CE

2012

AGEBSON ROCHA FAÇANHA

Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos
touchscreen.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Cavalcante Pequeno.

Coorientador: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho.

FORTALEZA – CE

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará

A000z Façanha, Agebson Rocha
Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos
touchscreen / Agebson Rocha Façanha. 2012.
XX f. : il. color., enc.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará,
Departamento de Computação, Programa de Pós-Graduação em Ciência
da Computação, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Engenharia de Software.
Orientação: Prof. Dr. Mauro Cavalcante Pequeno.
Coorientação: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho.

1. Dispositivos Móveis. 2. Interação Humano-Computador. 3.
Deficiência Visual. I. Prof. Dr. Mauro Cavalcante Pequeno. II.
Universidade Federal do Ceará – Mestrado e Doutorado em Ciência da
Computação. III. Título.

CDD: 000.00

AGEBSON ROCHA FAÇANHA

Uma proposta para acessibilidade visual e tátil em dispositivos
touchscreen.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software.

Aprovada em: ____ / ____ / ____ .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Cavalcante Pequeno (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dr^a. Rossana Maria de Castro Andrade
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr^a. Maria Elizabeth Sucupira Furtado
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Prof^a. Dr^a. Andréa Poletto Souza
Instituto Federal do Rio Grande do Sul
IFRS – Campus Bento

A Deus.
Aos meus pais, irmã e familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me capacitar a cada dia.

Aos meus pais Ageu e Terezinha, a irmã Agelane, aos familiares e amigos, pelo apoio incondicional, conselhos, força e amizade sem igual durante todos esses anos. Sem eles nada disto seria possível.

Ao Prof. Dr. Mauro Cavalcante Pequeno (orientador) e Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho (co-orientador) pela confiança em meu trabalho. Além da dedicação, paciência e acima de tudo pela orientação de como conduzir este trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora: Prof.^a Dr.^a. Rossana Maria de Castro Andrade, Prof. Dr.^a. Maria Elizabeth Sucupira Furtado e Prof.^a Dr.^a. Andréa Poletto Souza, pelo tempo dedicado a analisar este trabalho e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos demais profissionais, tanto do MDCC quanto do Instituto UFC Virtual, em especial à Prof.^a Dr.^a. Ana Teresa de Castro Martins pelo incentivo e apoio na decisão de ingressar no mestrado.

Ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), de modo especial à direção geral e coordenação técnico-pedagógica do IFCE - *Campus* Acaraú por entenderem a importância e apoiarem a Pós-Graduação. Neste caso, facilitando/condensando os horários de aula do pesquisador para que o desenvolvimento deste trabalho fosse possível.

Ao Projeto Acessibilidade Virtual, representado pela Gerente Nacional, Prof.^a Andréa Poletto Souza, e Gestores de Núcleo, Prof.^{os} André Luiz Rezende, Maurício Rosito e Woquiton Fernandes. Além de todos os bolsistas envolvidos em tornar os ambientes virtuais cada vez mais acessíveis.

À Rede de Pesquisa e Inovação em Tecnologias Digitais (RENAPI/SETEC/MEC) que mesmo com as dúvidas iniciais sobre o trabalho vem apoiando parcialmente o trabalho.

Ao Núcleo Fortaleza do Projeto Acessibilidade Virtual, através dos amigos Geila Maria, Marcos Vinícius, Maria da Conceição, Phyllipe do Carmo, Lívio Siqueira, Adonias Caetano, Sandro Lopes e Francisco Alves pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. Em especial ao Saulo Freitas e José Carlos Moreira pela ajuda técnica no desenvolvimento deste trabalho.

Às Instituições parceiras do Núcleo de Acessibilidade Virtual, ACEC - Associação de Cegos do Estado do Ceará, Setor Braille da Biblioteca Pública Governador Menezes Pimentel, Programa Acesso do Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura, Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (Napne) do IFCE, pela sempre disponibilidade e atenção dispensada a Acessibilidade e a este pesquisador.

Aos deficientes entrevistados, pelo tempo e contribuições concedidos nas entrevistas.

A todos que, de alguma forma, colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

E a você, leitor, pelo interesse e desafio em construir um mundo digital mais inclusivo e acessível!

"Para as pessoas, a tecnologia torna as coisas fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis."

(Mary Pat Radabaugh)

RESUMO

O uso de interfaces *touchscreen* em *smartphones* e *tablets* traz enormes benefícios de conectividade e usabilidade para seus usuários. Contudo, o acesso à informação através desses dispositivos representa um novo desafio de interação para os usuários com deficiência visual, afinal possuem uma superfície vítrea, com diversos elementos visuais, sem uma referência em relevo para exploração tátil. Nesse contexto, este trabalho de mestrado apresenta um estudo das principais tecnologias para facilitar a interação do deficiente visual com dispositivos móveis *touchscreen* e elucida aspectos considerados fundamentais em uma interface *touchscreen* acessível. Seguindo os requisitos de acessibilidade propostos, foi concebida e implementada uma suíte com três aplicativos (LêBraille - Editor de texto; LêBrailleTWT – Cliente *Twitter* e LêBrailleSMS – Software de envio/recebimento de mensagens SMS) com interface acessível através de *feedbacks* sonoros e tácteis, na plataforma *Android*. As propostas foram avaliadas por um grupo de usuários deficientes visuais. E apesar de percentuais a serem melhorados em relação ao tempo para execução de operações na entrada de dados, já foi possível obter avanços na utilização da tecnologia pelos mesmos.

Palavras-Chave: Interface Humano-Computador. Tecnologia Assistiva. Deficiente Visual. Dispositivos Móveis *Touchscreen*.

ABSTRACT

The use of touchscreen interfaces on smart phones and tablets bring tremendous benefits of connectivity and usability for their users. However, access to information via these devices represents a new challenge of interaction for users with visual impairments, after all, they have a glassy surface, with many visual elements, without reference to embossed tactile exploration. In this context, the study presents the main assistive technology to facilitate interaction of the visually impaired with touchscreen mobile devices and describes the fundamental aspects in an affordable touchscreen interface. From accessibility requirements found in the research, a group of three applications was designed and implemented (LêBraille - Text Editor; LêBrailleTWT - Twitter Client and LêBrailleSMS - Setting send / receive SMS) with accessible interface via audible and tactile feedback, the Android platform. The proposals were evaluated by a group of visually impaired users. Although there were rates to be improved with respect to time for performing operations on input data, was possible to obtain improvements in the use of the touchscreen technology.

Keywords: Human-Computer Interface. Assistive Technology. Visually Impaired. Mobile Touchscreen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Alfabeto Braille simplificado.....	24
Figura 2 - Célula Braille em modo de leitura.....	25
Figura 3 - Conjunto de escrita manual (Reglete(a) + Punção(b) + Prancha(c)).	26
Figura 4 - Escrita e leitura em Braille.....	26
Figura 5 - DrawBraille.....	33
Figura 6 - All in One Haptic Phone.....	34
Figura 7 – iSense.....	34
Figura 8 - Disney TeslaTouch, Senseg E-sense, Nokia Haptikos Tactile Touchscreen .	35
Figura 9 – Portátil.....	35
Figura 10 - Braille E-book.....	36
Figura 11 - <i>B-Touch</i>	36
Figura 12 - <i>Samsung Touch Messenger handset for the blind e Braille Concept Phone</i>	37
Figura 13 – Linha do tempo de soluções para entrada de dados acessíveis utilizando <i>touchscreen</i>	39
Figura 14 - Mobile Messenger for the Blind.....	40
Figura 15 - NavTouch.....	40
Figura 16 - RuleSlide.....	41
Figura 17 - Nokia Braille Reader.....	41
Figura 18 - Eyes-free Text Entry.....	42
Figura 19 - NavTilt.....	42
Figura 20 - No-Look Notes.....	43
Figura 21 - Eyes-Free.....	43
Figura 22 - BrailleType.....	44
Figura 23 - BrailleTouch.....	44
Figura 24 - Touchscreen Braille Writer.....	45
Figura 25 - TypeInBraille.....	45
Figura 26 – Arquitetura da Plataforma Android, retirada de IBM.....	47
Figura 27 - Etapas da metodologia adotada no desenvolvimento das soluções dessa dissertação.....	50
Figura 28 – Evolução dos protótipos de baixa fidelidade.....	52
Figura 29 – Interfaces de entrada de dados projetadas (iOS(a) e AndroidOS(b)).....	53
Figura 30- Método para conversão de caracteres em áudio.....	53

Figura 31 – Método para exploração dos elementos de interação na tela.....	54
Figura 32 - Ferramentas tradicionais de escrita em Braille e uma tela do serviço LêBraille.....	60
Figura 33 - Interface de entrada de dados do LêBraille mostrando a escrita do caractere “a”.....	60
Figura 34 - Visão geral das Aplicações Móveis Desenvolvidas.	64
Figura 35 - Interfaces de utilização do Software LêBrailleTWT.....	65
Figura 36 - Fluxo de execução do Software LêBrailleTWT.....	66
Figura 37 - Interfaces e Fluxo de execução do Software LêBrailleSMS.....	69
Figura 38 - Ambientação por modelo tátil.	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tempo para realização das atividades da Sessão 1: LêBrailleTWT.	80
Gráfico 2. Índices parciais do estudo de interação com a tecnologia.	81
Gráfico 3. Índices de aceitação dos sintetizadores de voz	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comandos disponíveis para o LêBraille	62
Tabela 2 - Comandos disponíveis para o LêBrailleTWT.....	67
Tabela 3 - Comandos disponíveis para o LêBrailleSMS.	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API - *Application Programming Interface*.

ACEC - Associação de Cegos do Estado do Ceará.

COMEPE/UFC - Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará.

CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações.

DM - *Direct Messages*.

DV - Deficiente Visual.

e-MAG v3.0 - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico.

IBC - Instituto Benjamin Constant.

IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

NVDA - *NonVisual Desktop Access*.

ONCE - Organización Nacional de Ciegos Españoles.

RENAPI - Rede de Pesquisa e Inovação em Tecnologias Digitais.

REST - *Representational State Transfer*.

SMS - *Short Message Service*.

TA - Tecnologia Assistiva.

TTS - *Text To Speech*.

VPAT - *Voluntary Product Accessibility Template*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contexto e Motivação	18
1.2	Objetivos e Contribuições	20
1.3	Estrutura do documento	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	Sistema Braille.....	24
2.1.1	Escrita em Braille	25
2.1.2	Dificuldades com a utilização do Braille	27
2.2	Redes Sociais.....	28
2.2.1	<i>Twitter</i>	29
2.2.1.1	Acessibilidade no <i>Twitter</i>	30
2.3	SMS (Short Message Service - serviço de mensagem curta).....	31
2.4	Tecnologia Assistiva	32
2.4.1	Adaptações de <i>Hardware</i>	32
2.4.2	Leitores de tela para dispositivos móveis com tela <i>touchscreen</i> (Gesto/Movimentação).....	37
2.4.3	Soluções de Entrada de dados via <i>software</i>	38
2.4.4	Análise crítica das abordagens	46
2.5	Acessibilidade e a Plataforma Android.....	46
3	PROPOSTA DE INTERFACE <i>TOUCHSCREEN</i> ACESSÍVEL	49
3.1	Estudo, Concepção e Refinamento	51
3.2	Pré-análise	54
3.3	Diretrizes pré-liminares.....	56
3.4	O Aplicativo LÊBRAILLE	59
3.5	LÊBRAILLETWT	63
3.5.1	Principais Características	65
3.6	LÊBRAILLESMS.....	68
4	AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL	70
4.1	Sessão 1: LêBrailleTWT	72
	Atividade 1.....	72
	Atividade 2.....	79
4.2	Sessão 2: LêBrailleSMS.....	81

	17
4.3 Discussão dos resultados obtidos	82
5 CONCLUSÃO	85
5.1 Trabalhos Futuros	87
5.2 Trabalhos Publicados	88
6 REFERÊNCIAS	90
APÊNDICES	97
APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PESSOAS CEGA	97
APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO COLETIVA UTILIZADO COM OS DEFICIENTES VISUAIS	102
APÊNDICE C - PERFIL INDIVIDUALIZADO DOS ENTREVISTADOS	104
ANEXOS	109
ANEXO A - Folha de Aprovação do Comitê de Ética	109

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e Motivação

A convergência tecnológica e a crescente demanda de compartilhamento de informações popularizaram soluções em comunicação portátil como *notebooks*, *tablets* e telefones celulares. Conforme pesquisa, realizada mundialmente em 2011, pelo IDG Global Solutions, essas tecnologias estão cada vez mais inseridas nas atividades humanas diárias [1]. Além disso, a pesquisa cita que mais de dois terços dos participantes revelaram que usam um *smartphone* para fins pessoais (73%) ou de negócios (69%); e no Brasil, 89,39% responderam usar *smartphones* para fins pessoais e 74% para o trabalho.

Os dados revelam que os proprietários de *smartphones* demonstram um novo comportamento: 70% deles navegam pela internet regularmente e usam aplicações móveis. No Brasil, 84,5% usam seus *smartphones* para acesso à Web, 74,6% diariamente, e 71,7% baixam e usam aplicações móveis. Assim, os novos padrões de comunicação e trocas de informações estabelecidas pelos *smartphones* e *tablets* são perceptíveis, sendo a adaptação de interfaces [56] e a disponibilização de conteúdos *Web* para os mesmos uma predisposição.

Considerando esses dados e de acordo com [2], aproximadamente 4 (quatro) em cada 5 (cinco) usuários de internet visitam redes sociais e *blogs*, 40% dos usuários de redes sociais utilizam dispositivos móveis como *smartphones* (celulares...) para acessar sua rede de relacionamentos. Com isso, os aplicativos para redes sociais ocupam a terceira posição entre os aplicativos mais utilizados em *smartphones*. O *Twitter* e *Facebook* lideram a lista das aplicações mencionadas, sendo citados em primeiro lugar por mais de 20% dos participantes.

Em paralelo, estudos de [3], referentes ao ano de 2010, mostram que 49% da população brasileira utiliza o celular para enviar mensagens de texto (SMS / mensagens torpedo), sendo assim, este é o segundo principal serviço utilizado, perdendo apenas para o serviço de ligação por voz. Assim, observa-se que o uso de dispositivos móveis

para acesso a internet, redes sociais e envio de SMS vem se disseminando entre a população brasileira.

Segundo os resultados do Censo Demográfico 2010, 45.606.048 milhões de pessoas declararam ter pelo menos um tipo de deficiência, correspondendo a 23,9% da população brasileira [51]. A partir desse índice, observa-se uma crescente demanda por acessibilidade, uma vez que usuários deficientes requisitam adaptações que lhes permitam também ter acesso as inovações tecnológicas citadas anteriormente.

A disponibilização de aplicativos acessíveis para dispositivos móveis também é uma tendência, uma vez que, conforme a Lei 5.296 de Dezembro/2004 [4], a acessibilidade deve ser provida a todos ou ao maior número possível de usuários em situações limitantes. Nesse contexto, observou-se que um dos principais recursos disponíveis para inclusão dos deficientes visuais, o sistema Braille, necessita ser adaptado para as novas tecnologias.

No caso dos dispositivos móveis, o preponderante enfoque visual das aplicações torna a interação mais complexa por parte dos deficientes visuais (DVs), principalmente nas telas *touchscreen*, na quais as interações ocorrem por meio de captura dos movimentos e gestos na tela. Esta problemática também é apontada por [5] uma vez que “a textura, na percepção tátil dos cegos, é fator essencial para o entendimento da existência de nuances ou diferença no objeto apreciado”.

Algumas empresas especializadas em *hardware* propõem, em sua maioria, soluções conceituais para tal problemática, de forma que poucas se tornam produtos comerciais ou ainda são extremamente caros. Já na linha de desenvolvimento de *software*, empresas que atuam na área de acessibilidade, vêm periodicamente apresentando novidades e lançamentos que impressionam até mesmo especialistas na área de reabilitação.

Assim, percebe-se que diversos outros recursos tecnológicos poderiam estar sendo adaptados às pessoas com deficiência visual [57]. Entretanto, muito desses trabalhos de pesquisas são empíricos e baseados na experiência da equipe envolvida.

Isso se deve a dificuldade e até mesmo a falta de orientações/recomendações para que a acessibilidade seja concebida durante o desenvolvimento dos sistemas, o que motivou essa dissertação.

Além de perceber no convívio com os deficientes visuais do Projeto de Acessibilidade Virtual as dificuldades no manuseio de dispositivos móveis, também observou-se a carência de softwares e interfaces capazes de facilitar sua interação. Ressaltando que até este momento, não existe uma solução de acesso ao Twitter e ao envio/recebimento de SMS que seja implementada em uma plataforma livre, como a que se pretende nesta proposta.

1.2 Objetivos e Contribuições

Dentro desse contexto ainda incipiente de tecnologia assistiva para dispositivos *touchscreen*. Esse trabalho tem como objetivos:

a) Objetivo Geral

Estudar, conceber, implementar e avaliar um conjunto de aplicações acessíveis que permitam a leitura e a entrada de dados em dispositivos *touchscreen*. Neste caso, a acessibilidade faz referência a pessoas com deficiência visual.

b) Objetivos Específicos

1. Realizar levantamento sobre o cenário da Computação aplicada à inclusão de pessoas com deficiência visual, abordando os recursos que permitem a acessibilidade digital às pessoas com deficiência visual;
2. Investigar, especificar e implementar elementos de interface homem-máquina que podem facilitar a acessibilidade no uso de dispositivos móveis *touchscreen* por pessoas com deficiência visual;
3. Propiciar, de forma acessível, o envio/recebimento de mensagens de texto (SMS) e acesso à rede social *Twitter* a pessoas com deficiência visual, na plataforma *Android*.
4. Avaliar, junto a um grupo de deficientes visuais, os produtos de *software* desenvolvidos.

A principal contribuição desta pesquisa é propor melhorias de acessibilidade e autonomia de pessoas com deficiência visual no que se refere ao uso de dispositivos móveis para envio de SMS e acesso à rede social *Twitter*. Nesse contexto, vale ressaltar o resgate do Sistema Braille, que foi utilizado para a escrita das mensagens visando estimular e aumentar seu uso e prática, ao mesmo tempo que viabiliza sua inserção ao mundo tecnológico.

Neste contexto, uma das propostas mais significativas é a concepção de um teclado virtual, que utiliza as nuances do Braille para a entrada de dados, em um aparelho de celular. O modelo utilizado para o teclado é diferente dos diversos estudos atuais, conforme se verá na seção 3.4, pois é baseado no conceito de Desenho Universal¹, fazendo com que tal teclado possa ser utilizado como um serviço por pessoas com ou sem deficiência visual, de forma indistinta.

Outra contribuição relevante é desenvolvimento de uma suíte de aplicativos com interface acessível através de *feedbacks* sonoros e tácteis, na plataforma Android: LêBraille - Editor de texto; LêBrailleTWT – Cliente Twitter e LêBrailleSMS – Software de envio/recebimento de mensagens SMS.

1.3 Estrutura do documento

O restante desta dissertação está organizada em 4 (quatro) capítulos. O **capítulo 2** apresenta uma visão geral sobre os principais temas relacionados à pesquisa, tais como: o Sistema Braille, Rede Social (Twitter), SMS, tecnologia assistiva aplicada aos dispositivos móveis e sobre a plataforma Android.

O **capítulo 3** discorre sobre a proposta e desenvolvimento de interfaces *touchscreen* acessíveis, expondo detalhes do estudo, da concepção e implementação de uma entrada de dados baseada em Braille, do cliente *Twitter* (LêBrailleTWT) e do software de envio de mensagens SMS (LêBrailleSMS).

O **capítulo 4** aborda os experimentos de utilização realizados com deficientes visuais e os resultados obtidos.

¹ “Concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade.” [4]

Por fim, o **capítulo 5** apresenta as conclusões desta pesquisa e discorre sobre trabalhos que poderão ser desenvolvidos a partir dos resultados obtidos.

Ainda como complemento, apresenta-se os apêndices com os instrumentos de avaliação utilizados pelos deficientes visuais, bem como o anexo com o documento de aprovação do Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (COMEPE/UFC).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em uma visão inicial pode parecer paradoxal um deficiente visual utilizar uma interface que é essencialmente visual, como por exemplo, uma interface *touchscreen*. Porém, essa é uma área de estudo que demanda cada vez mais estudos e pesquisas aplicadas.

Neste capítulo, são apresentados um levantamento bibliográfico e o estudo do referencial teórico que permite aprofundar os conhecimentos sobre Braille, *Twitter*, SMS, Tecnologia Assistiva, voltadas para dispositivos móveis *touchscreen*, e Android. Estes temas são de fundamental importância para a compreensão técnica do projeto de mestrado proposto, pois estão diretamente relacionados à forma adequada de implementá-lo.

Inicialmente, é apresentado um breve histórico do Sistema Braille e sua aplicação na leitura e escrita por pessoas cegas. São tecidos alguns comentários sobre seus instrumentos de escrita, a reglete e punção, essenciais nesse sistema, bem como sobre as maiores dificuldades enfrentadas na utilização do Sistema Braille.

Em seguida, o capítulo relata os principais empecilhos da acessibilidade virtual em redes sociais, e, em especial, a rede social *Twitter* que será utilizada nesta proposta.

Na subseção 2.3 é abordado o cenário dos serviços de SMS e sua difusão entre os usuários com deficiência visual.

Na subseção posterior são apresentados o conceito de Tecnologia Assistiva e como estas vêm sendo sistematizadas e classificadas; neste caso, com ênfase às soluções de dispositivos móveis com telas *touchscreen*. A finalidade é ampliar a comunicação, a mobilidade, o controle do ambiente, as possibilidades de aprendizado, trabalho e integração na sociedade em geral.

Ao término deste capítulo, discute-se sobre a evolução da acessibilidade no sistema operacional Android OS, plataforma na qual as propostas deste trabalho são implementadas.

2.1 Sistema Braille

O sistema Braille, utilizado universalmente na leitura e na escrita por pessoas cegas, foi inventado na França por Louis Braille, um jovem deficiente visual. O ano de 1825 foi o marco dessa importante conquista para a educação e integração dos DV's na sociedade. No Braille, o estímulo tátil substitui o visual, que a pessoa cega não dispõe [6].

O alfabeto Braille (

Figura 1) foi pensado a partir de seis pontos em relevo, dispostos em duas colunas de três pontos (matriz 3x2), com os quais é possível fazer 63 combinações sem repetição que podem representar letras simples e acentuadas, pontuações, algarismos, sin

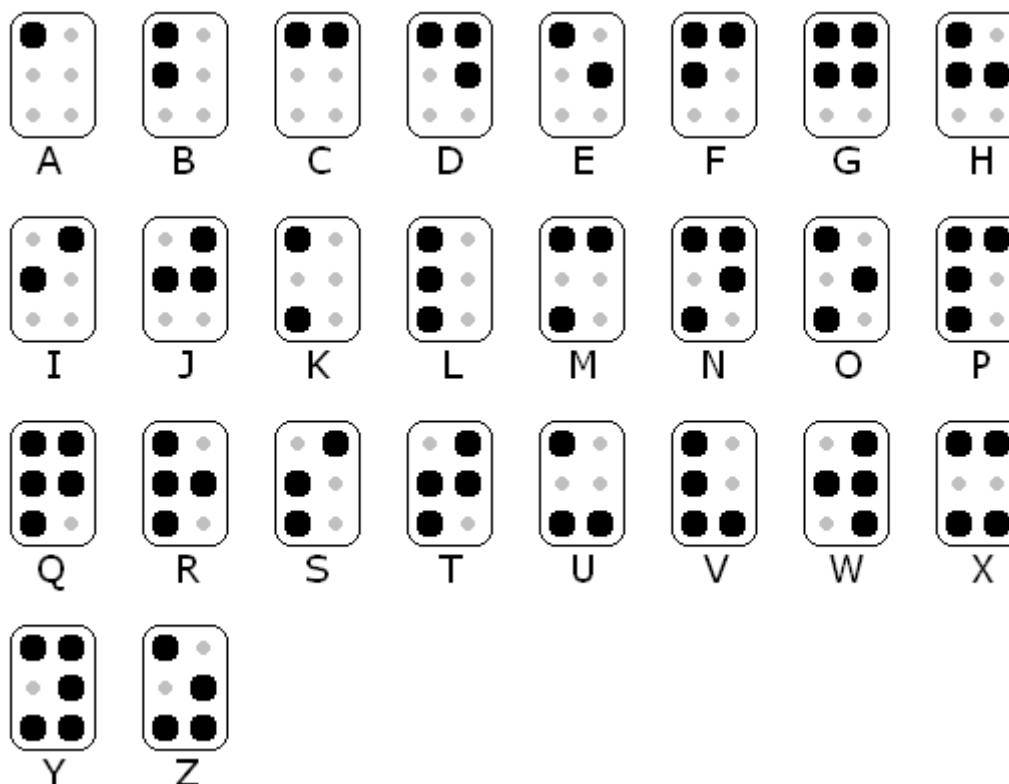


Figura 1- Alfabeto Braille simplificado.

Cada sinal consiste em uma “Cela ou célula Braille” (Figura 2) que pode ser explorado de forma tátil, sendo identificado com rapidez, pois, pela sua forma, adapta-se exatamente à polpa do dedo.

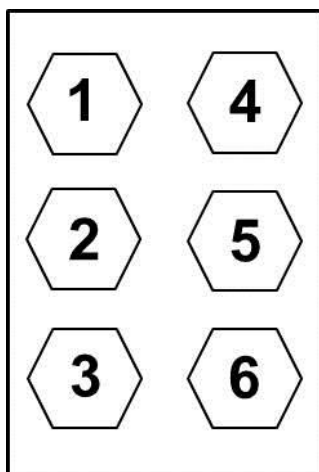


Figura 2 - Célula Braille em modo de leitura.

O Sistema Braille começou a ser utilizado no Brasil a partir de 1854, após a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, denominado atualmente, Instituto Benjamin Constant (IBC). O formato original do Sistema foi utilizado no país até a década de 1940, passou por várias alterações até ter seu formato definido após a publicação da Grafia Braille para a Língua Portuguesa, documento desenvolvido em conjunto pelas Comissões de Braille do Brasil e de Portugal [8].

2.1.1 Escrita em Braille

O Sistema Braille é utilizado por extenso, isto é, escrevendo-se a palavra letra por letra, ou de forma abreviada, adotando-se códigos especiais de abreviaturas para cada idioma ou grupo linguístico [7].

Os instrumentos frequentemente utilizados para a escrita manual do alfabeto no sistema Braille são a reglete, uma régua com orifícios retangulares vazados que servem como guia às celas Braille, e o punção, sendo este uma ponta de aço adaptada para a marcação dos pontos nos orifícios da reglete. Usa-se ainda uma prancha com ranhuras, para fixação de papel e apoio da reglete (Figura 3).

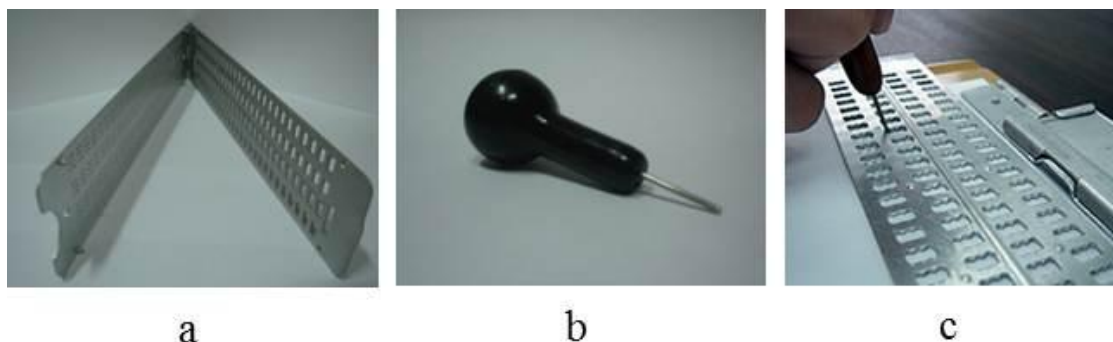


Figura 3 - Conjunto de escrita manual (Reglete(a) + Punção(b) + Prancha(c)).

O papel é introduzido entre as guias da reglete, o que permite à pessoa cega pressionar o papel com o punção (Figura 3c), escrevendo ao final os pontos em relevo. Ressaltando que o papel apropriado deve ter uma gramatura especial (120g/m^2), pois permite que o relevo seja feito sem perfurar o papel, porém isso acarreta um grande volume ao trabalho final dado a maior espessura do papel [9].

Na reglete, escreve-se o Braille da direita para a esquerda. Já para a leitura, parte-se do verso do papel em que a escrita foi produzida, da esquerda para a direita, apalpando-se, normalmente, com a ponta do dedo indicador, os relevos feitos pelo punção (Figura 4).



Figura 4 - Escrita e leitura em Braille.

A escrita na reglete pode se tornar tão automática para o DV quanto à escrita com o lápis para a pessoa de visão normal, diferenciando-se, porém, quanto ao esforço e desgaste físico, que, no caso do Braille, é maior.

Existem, ainda, outros instrumentos, tradicionalmente, usados para a escrita do Braille: a máquina de datilografia Perkins-Braille² e as impressoras Braille, sendo estas capazes de imprimir textos, previamente, digitados. Na atualidade, sistemas computacionais como, por exemplo, o Braille Fácil v3.5a [10] adaptam a ideia de máquina Perkins para a forma digital.

O Sistema Braille permitiu uma forma de escrita em que a pessoa cega pode satisfazer o seu desejo de comunicar-se e de expressar seus pensamentos. Abriu-lhe os caminhos de conhecimento literário, científico e musical. Permitiu-lhe, ainda, a possibilidade de manter uma correspondência pessoal e ampliou, também, suas atividades profissionais [6].

2.1.2 Dificuldades com a utilização do Braille

Desde sua criação, o Braille não teve nenhuma modificação na sua estrutura básica [9]. No entanto, não diminuindo os benefícios e avanços propiciados pelo Sistema Braille, observa-se que, atualmente, existe uma tendência a uma menor utilização e propagação desse sistema. Esse alerta foi dado quando o uso de tecnologias sonoras, como por exemplo, os livros falados e *softwares* com síntese de voz passaram a ser mais difundidos e se tornaram mais acessíveis economicamente.

Os livros sonoros e a informática são muito importantes para o desenvolvimento cultural dos DV's, mas nada poderá ou deverá substituir o Braille como sistema básico da sua educação. Tal como a leitura visual, a leitura em Braille leva os conhecimentos ao espírito através de mecanismos que facilitam a meditação e assimilação pessoal daquilo que se lê [11].

A utilização do computador em conjunto com *softwares* dotados de síntese de voz tem proporcionado independência na realização de atividades nunca antes cogitadas pelos DV's. "O microcomputador [...] amplia até um limite inimaginável as oportunidades do cego" [12]. Como exemplo dessa independência tem-se o acesso integral ao conteúdo de jornais diários ou livros em formato digital, o que até então só

² A máquina Perkins, é equivalente a uma máquina de datilografia. Possui tamanho portátil, mas pesa aproximadamente 5kg. Seu uso é mais fácil do que escrever na reglete, principalmente por não se inverter o caractere para a leitura, melhorar a qualidade do ponto Braille e exigir um menor esforço manual, agilizando a produção em escala manual [59].

era possível através da transcrição para o sistema Braille ou com o auxílio de um leitor (termo técnico utilizado para indicar pessoas com visão normal que se dispõem a ler para pessoas com deficiência visual). Também a comunicação entre o DV e o vidente³ tornou-se facilitada com o uso do computador, já que antes ambos teriam que conhecer a linguagem Braille.

2.2 Redes Sociais

O desenvolvimento das tecnologias da informação e da comunicação transformou nossa sociedade. Atualmente, vive-se em um mundo conectado onde compartilhar informação tornou-se uma necessidade, sendo o uso das redes virtuais uma das formas de criar e manter vínculos sociais. Com isso, a remodelagem das formas de interação social e dos instrumentos de mediação para tais relações devem ser inovados.

O surgimento e a difusão das redes sociais na Internet é um dos mais importantes fenômenos emergentes em relação ao uso de novas tecnologias digitais [50]. Atualmente, uma das formas de se criar e manter vínculos sociais é através da utilização dessas redes virtuais seja para a publicação de vídeos e de fotos (e.g., *Youtube*) ou simplesmente para compartilhar opiniões, conteúdos e status (e.g., *Facebook* e *Twitter*). Neste tipo de interação, cada indivíduo tem seu papel e identidade cultural. Mas o conjunto de relações, valores, crenças e interesses comuns com outros indivíduos é que vai configurar a complexa rede social na qual está inserido.

As redes sociais virtuais podem utilizar recursos diversos, tais como: *emails*, fóruns, *chats*, listas de discussão, *newsletters* e *softwares* sociais (*Orkut*, *Facebook*, *Twitter*, *Myspace*), como forma de aproximar sujeitos distantes, ampliar vínculos sociais e/ou fortalecer os já existentes [14].

O número de acessos e de usuários dos blogs, *Facebook*, *Twitter* e YouTube crescem a um ritmo acelerado. Essas ferramentas estão sempre se adaptando ao comportamento do seu público e inovando em suas funcionalidades. Houve também um aumento do interesse da própria comunidade científica em analisar e desenvolver novas

³ O termo vidente é utilizado como sinônimo de normo-visual.

tecnologias para essas redes, como pode ser visto em alguns trabalhos recentes da conferência nacional WebMedia [15][16].

No levantamento intitulado “Um Olhar Mais Atento para a Mídia Social no Brasil”, publicado em abril de 2011, 99% dos usuários de internet no Brasil acessam as redes sociais pelo menos uma vez no mês [17]. Neste mesmo documento, o Brasil é referido como o terceiro país em quantidade de usuários ativos do *Twitter* mundialmente. O resultado da pesquisa mostra ainda que mais de um em cada cinco internautas brasileiros acessa o *Twitter* no decurso do mês. Sendo tal grupo de internautas o segundo colocado no quesito de número de postagens em suas contas no *Twitter*.

2.2.1 *Twitter*

O *Twitter* é uma rede de informações que combina características de *blog* e rede social, onde seus usuários buscam, sobretudo, notícias, atualidades e compartilhar relatos de situações cotidianas, tudo isso em tempo real [18].

Ganhou bastante evidência nos últimos anos devido à expansão e ao uso de redes sociais, sendo uma das redes que mais cresce no Brasil. Diferente da maioria das redes, é um *microblog* que permite a cada usuário postar frases (*tweets*) de até 140 caracteres que serão vistas por seus contatos.

Segundo a porta-voz do *Twitter*, em janeiro de 2011, a rede de *microblogging* já passa dos 200 milhões de usuários registrados que postam 110 milhões de *tweets* por dia [19].

Devido ao seu formato e sucesso, muitas empresas passaram a usar o *Twitter* para se comunicar melhor com o cliente e ouvir uma opinião direta, informal e instantânea. Dessa forma, elas conseguem requisitos para mensurar o poder de sua marca no mercado. Além disso, o *Twitter* possibilita uma maior interação entre as pessoas públicas e seus fãs.

2.2.1.1 Acessibilidade no *Twitter*

Um dos principais problemas encontrados em redes sociais é a não garantia de acessibilidade. Resultados obtidos em relatório técnico da ONCE [20] apontam que o nível de acessibilidade nas principais plataformas de redes sociais é muito baixo. Esse estudo avalia resultados procedentes de análises técnicas, análises de experiências e contatos dos usuários com as plataformas.

A necessidade de acessibilidade se baseia no acesso crítico vivenciado por deficientes visuais, visto que estes são limitados ao uso dos *softwares* leitores de telas. Portanto, este público necessita que as redes sociais sigam as diretrizes internacionais de acessibilidade na *Web* [21], para que os leitores de telas permitam uma navegação mais satisfatória.

Em estudos preliminares a esta proposta, o grupo de pesquisa em Acessibilidade Virtual do IFCE – *Campus* Fortaleza⁴, no qual o aluno de mestrado é pesquisador-gestor, constatou que o site⁵ possuía *links* confusos, com conteúdo em inglês e que direcionam para outra janela sem prévio aviso, algumas imagens sem descrição, contraste não adequado e níveis de cabeçalho desordenados, gerando um pouco de dificuldade para que os leitores de tela conseguissem acessar as funcionalidades do sistema. Para tal, realizou-se uma validação manual com dois usuários deficientes visuais e um desenvolvedor web, seguindo as diretrizes de acessibilidade do e-MAG v3.0 - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico [22].

Apesar dos problemas elencados, a interface padrão do *Twitter* possui um nível aceitável de acessibilidade, afinal, o microblog *Twitter* utiliza-se de menos recursos visuais, pois o enfoque dessa rede é mais textual do que gráfico⁶. Ou seja, não impede, por completo, que usuários cegos a utilizem. E percebe-se a cada dia o aumento de DVs que usam o *Twitter*. Contudo, vale ressaltar que existem outras opções acessíveis de acesso ao *Twitter*.

A grande maioria dos deficientes visuais acessa ao *microblog Twitter* através do cliente QWITTER⁷, que fora desenvolvido para oferecer mais conforto e acessibilidade

⁴ <http://www.ifce.edu.br/extensao/acessibilidade-virtual.html>

⁵ <http://www.twitter.com>

⁶ http://www.uniritter.edu.br/graduacao/informatica/sistemas/downloads/tcc2k9/TCCII_Fernando_2009_2.pdf

⁷ <http://qwitter-client.net>

a esse público, não possuindo uma interface visual, sendo que todas as aplicações e mensagens são faladas em português através de um sintetizador de voz [43]. Outra opção seria o Bc_Tweeter⁸, também gratuito, que possui um ambiente gráfico em espanhol. Tem-se ainda como acessar a versão acessível do *Twitter*, através do site <http://www.easychirp.com/>.

Existe a expectativa do lançamento, de um aplicativo cliente do *Twitter* chamado de *twitvox*, que será uma possibilidade para acessar o *Twitter* através do *Dosvox*⁹, tornando essa rede social ainda mais acessível.

Existem também algumas soluções de acesso utilizando os *smartphones*, por exemplo o *TweetList*¹⁰ (plataforma Apple) e o *Tweet60*¹¹ (plataforma Nokia, com teclado físico). Contudo, até este momento, não existe uma solução para a plataforma Android.

2.3 SMS (*Short Message Service* - serviço de mensagem curta)

O SMS é um serviço para telefones celulares digitais, que disponibiliza ao usuário o envio de mensagens de texto curtas. Mesmo com a concorrência dos aplicativos de mensagens instantâneas, o envio de torpedos SMS ainda é o segundo serviço de telefonia mais utilizado [3].

O SMS foi projetado para entregar pequenos pedaços de dados (com tamanho máximo de 160 caracteres para cada mensagem) em páginas numéricas, para evitar a sobrecarga do sistema além da operação de enviar e responder padrão. Entretanto, o limite de 160 caracteres não é absoluto e os tamanhos máximos variam de rede para rede, de aparelho para aparelho e de operadora para operadora.

Alguns telefones não permitem que se continue digitando após o limite de 160 caracteres, fazendo com que se tenha que enviar a mensagem atual antes de poder

⁸ <http://bc-tweeter.juntosblog.info/>

⁹ Sistema computacional para microcomputadores que se comunica com o usuário através de síntese de voz, viabilizando, deste modo, o uso de computadores por deficientes visuais. Mais informações em: <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>

¹⁰ <http://itunes.apple.com/us/app/tweetlist-pro-twitter-client/id365198798?mt=8>

¹¹ <http://store.ovi.com/content/7606>

continuar. No entanto, outros serviços quebram, automaticamente, qualquer mensagem que se envie, permitindo que você digite e envie uma mensagem longa, pois ela será entregue como várias mensagens menores.

Nesse contexto e por tratar-se de um serviço telefônico difundido [60], com enfoque textual, objetivou-se neste projeto viabilizar sua utilização em plataforma Android, afim de acessibilizar esta função para pessoas deficientes visuais.

2.4 Tecnologia Assistiva

Tecnologia Assistiva (TA) emerge como uma área do conhecimento e de pesquisa pelas possibilidades de propiciar uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social das pessoas com deficiência. Para atingir esse objetivo, é necessário ampliar as habilidades funcionais das pessoas com necessidades especiais, aproveitar seus talentos e seus movimentos voluntários possíveis.

Um importante conceito no âmbito da inclusão é o de Desenho Universal, que pode ser entendido como uma forma de conceber produtos, meios de comunicação e ambientes a serem utilizados por todas as pessoas, o maior tempo possível, sem necessidades de adaptação por parte do usuário [23]. Esse modo de projetar ajuda a criar espaços e produtos usáveis por todos, inclusive por pessoas com deficiência.

Na sua maioria, as pesquisas e os produtos de tecnologia assistiva em dispositivos móveis podem ser classificadas em três grandes categorias: i) *hardwares* desenvolvidos especialmente para prover acessibilidade; ii) leitores de tela; e iii) aplicações para entrada de dados via *software*. Cabe ressaltar que a indicação da tecnologia mais apropriada para cada caso depende das características individuais de cada sujeito e da fase de aprendizagem do uso da TA.

2.4.1 Adaptações de *Hardware*

O desenvolvimento de aparelhos são soluções inovadoras e conceitos tecnológicos especificamente desenvolvidos para usuários com deficiência visual através de

adaptações de *hardware*, visando disponibilizar as funcionalidades habitualmente encontradas em *smarthphones*.

São exemplos dessas adaptações: o DrawBraille¹², All in One Haptic Phone¹³, iSense¹⁴, Disney TeslaTouch¹⁵, Senseg E-sense¹⁶, Nokia Haptikos Tactile Touchscreen¹⁷, Portáctil¹⁸, Braille E-Book¹⁹, B-Touch²⁰ e Samsung Touch Messenger handset for the blind e Braille Concept Phone²¹.

O DrawBraille (Figura 5) é um aparelho que possui área textual de 35 celas Braille, distribuídas em 5 (cinco) linhas, cuja principal característica é o designer inovador utilizando os pontos Braille na superfície do aparelho, sendo destinado especialmente para usuários com deficiência visual. Com este aparelho o usuário poderá utilizar vários recursos, tais como acessar menu e agenda de contatos, navegar na internet, verificar o nível da bateria, ler *e-mail*, mensagens e *e-books*.



Figura 5 - DrawBraille

O dispositivo All in One Haptic Phone (Figura 6) possui a frente e a traseira *touchscreen*, onde além da interface gráfica possibilita ao usuário uma interface que cria diversos estilos de botões.

¹²http://olhardigital.uol.com.br/produtos/mobilidade/noticias/drawbraille_o_telefone_celular_feito_sob_mediada_para_deficientes_visuais

¹³<http://www.yankodesign.com/2007/08/07/all-in-one-haptic-phone>

¹⁴http://olhardigital.uol.com.br/produtos/digital_news/noticias/isense_conceito_exibe_ipad_em_braille

¹⁵http://www.disneyresearch.com/research/projects/hci_teslatouch_drp.htm

¹⁶<http://senseg.com/technology/senseg-technology>

¹⁷<http://www.unwiredview.com/wp-content/uploads/2008/07/nokia-haptics.pdf>

¹⁸http://www.ufc.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12125&Itemid=90

¹⁹<http://www.yankodesign.com/2009/04/17/braille-e-book/>

²⁰<http://www.yankodesign.com/2009/06/15/touchphone-for-the-blind>

²¹<http://pinsim.com/samsung/samsung-touch-messenger.html>



Figura 6 - All in One Haptic Phone

O iSense (Figura 7) é um conceito de película que será acoplada na parte frontal do iPad. Quando os textos e imagens são exibidos na tela do aparelho a película reage aos níveis de luz e forma pontos Braille em relevo.



Figura 7 – iSense

A tecnologia de tela sensível ao toque que promove “feedback tátil”, difundida pela Disney TeslaTouch, Senseg E-sense e Nokia Haptikos Tactile Touchscreen (Figura 8), utiliza eletrovibração (diferenças de cargas elétricas) para criar uma sensação localizada de vibração e atrito, ao invés de um dispositivo mecânico. Com isso pode-se fornecer uma ampla variedade tátil de sensações como texturas, por utilizar uma tensão relativamente alta.



Figura 8 - Disney TeslaTouch, Senseg E-sense, Nokia Haptikos Tactile Touchscreen

O dispositivo óptico-mecânico, Portátil (Figura 9), em desenvolvimento pelo Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE), tem por finalidade a tradução para Braille em tempo real. Possui um dispositivo contendo 3 (três) células Braille, o qual é gerenciado por um *tablet* (com *Android*). Utiliza-se de uma capa de silicone para facilitar a interação do deficiente visual com a tela *touchscreen*, embora afirmem os desenvolvedores que o mesmo poderá ser utilizado sem a obrigatoriedade de tal película, através de retorno sonoro.



Figura 9 – Portátil

Os deficientes visuais demandam produção de livros em Braille, a fim de ter acesso facilitado à informação. No entanto, existe pouco material disponível em Braille, devido ao seu custo de produção e grande volume para armazenamento. A tecnologia Braille E-Book (Figura 10) permite alterar dinamicamente o padrão de superfície por meio de um sinal eletromagnético – simulando o texto em Braille.



Figura 10 - Braille E-book

O celular para cegos, celular *b-touch* (Figura 11), possui tela tátil para exibir as informações, um sistema de reconhecimento de voz, que ajudará na comunicação das pessoas com este dispositivo. Oferece, ainda, um serviço no qual o usuário pode passar o celular sobre um livro, por exemplo, e ele traduzirá esse trecho para Braille.



Figura 11 - B-Touch

Samsung Touch Messenger handset for the blind e Braille Concept Phone (Figura 12) é um conceito de celular universal capaz de oferecer liberdade aos deficientes visuais na hora de fazer suas próprias ligações. Esta tecnologia foi um dos vencedores do *Red Dot Awards* 2009, uma dos mais conceituados prêmios de design do mundo e tem o apoio da Samsung. Tal produto utiliza um plástico eletroativo que facilita a gravação das teclas em código Braille. Assim, é possível até mandar mensagens de texto.



Figura 12 - Samsung Touch Messenger handset for the blind e Braille Concept Phone

2.4.2 Leitores de tela para dispositivos móveis com tela *touchscreen* (Gesto/Movimentação)

Um leitor de tela é um *software* que interage com o sistema operacional do dispositivo, capturando informações apresentadas, textualmente, na tela e as transformam em uma resposta sonora utilizando um sintetizador de voz.

No caso específico de interfaces *touchscreen*, a leitura deverá ser baseada em gestos, ou seja, deverá permitir que pessoas com limitações visuais percorram e selecionem as opções através de toques na tela para ouvir uma descrição do item sob o seu dedo, podendo passar comandos para o seu dispositivo através de toques, arrastes ou deslizes.

Um exemplo desses *softwares*, *Voice Over*, lançado em junho de 2009, está integrado ao sistema operacional iOS dos aparelhos *iPod Touch*, *iPhone* (a partir da versão 3Gs), *iPad*. Segundo a *Apple*, fabricante do dispositivo, o leitor de tela *Voice Over* é o primeiro leitor de tela baseado em movimentos/gestos, que em vez de memorizar atalhos ou pressionar pequenas teclas, com apenas o toque na tela, é possível ouvir a descrição do item, dar dois toques, arrastar ou deslizar para controlar a navegação em seu dispositivo [24].

No ano de 2010, ao final do mês de março, a empresa NUANCE²², desenvolvedora do leitor de telas *Talks*, anunciou a versão 5.0 com suporte a quatro *smartphones touchscreen* da plataforma Symbian (Nokia 5800 XpressMusic, Nokia

²² <http://www.nuance.com/for-individuals/by-solution/talks-zooms/index.htm>

N97, Nokia N97mini, Nokia X6). Em março de 2011, foi lançado pela CODE FACTORY um leitor de telas para Android, o Mobile Accessibility²³, disponível em inglês e espanhol. Este é também baseado em movimento e passa a ser mais uma opção ao TalkBack²⁴, leitor de tela pioneiro para *Android* mas que não é totalmente gestual.

Em 2012, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) está realizando um estudo piloto para o lançamento do aplicativo VozMóvel²⁵, com objetivo de facilitar o uso de dispositivos móveis por pessoas cegas ou com deficiências visuais para realização das principais ações de um *smartphone* com *Android*, dentre estas: realizar chamadas, acessar histórico de chamadas, contatos, nível de sinal/bateria e data/hora.

Com isso pode-se observar que as principais iniciativas buscando propiciar acessibilidade através de uma interface *touchscreen* são bem recentes e ainda estão em desenvolvimento/aprimoramento, embora já possuam uma grande evolução no tocante a usabilidade neste curto período.

Portanto, analisando tal cenário é possível perceber que os equipamentos da *Apple* estão na vanguarda do desenvolvimento e ditam alguns padrões de interação para tais interfaces/dispositivos móveis. Porém, existe uma grande expectativa por parte dos usuários deficientes visuais para utilização da plataforma *Android*, pois além do fator financeiro há as opções de aparelhos que têm capacidade para dois chips – *dual chip*.

2.4.3 Soluções de Entrada de dados via *software*

Instituições, em especial as de telefonia, vêm investindo em pesquisas e desenvolvimento de produtos na área de acessibilidade, particularmente na área da deficiência visual.

Soluções via *software* (para entrada de dados) funcionam em dispositivos móveis com sistema operacional multitarefa, propiciando um equivalente sonoro a uma interface baseada no visual.

²³ <http://www.codefactory.es/en/press.asp?id=388&y=2011&n=88>

²⁴ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=pt_BR

²⁵ <http://www.cpqd.com.br/imprensa-e-eventos/press-releases/6124-cpqd-entrega-smartphones-com-a-aplicacao-vozmovel-a-deficientes-visuais.html>

Os principais sistemas para tais dispositivos móveis (*Android*, *Symbian*, *Windows Phone* e *iOS*) possuem *softwares* que abordam a temática em aplicativos disponíveis em suas lojas virtuais.

Algumas soluções encontradas para entrada de texto em dispositivos com tela *touchscreen* são: Nokia Braille Reader[25], NavTouch[26], NavTilt[27], BrailleType[28], BrailleTouch[29], No-Look Notes[30], Eyes-free Text Entry[31], Mobile Messenger for the Blind[32], RuleSlide[33], Eyes-Free[34], Touchscreen Braille Writer[35] e TypeInBraille[36].

A maioria dessas ferramentas são pesquisas acadêmicas recentes dos últimos cinco anos, conforme pode-se observar na Figura 13:

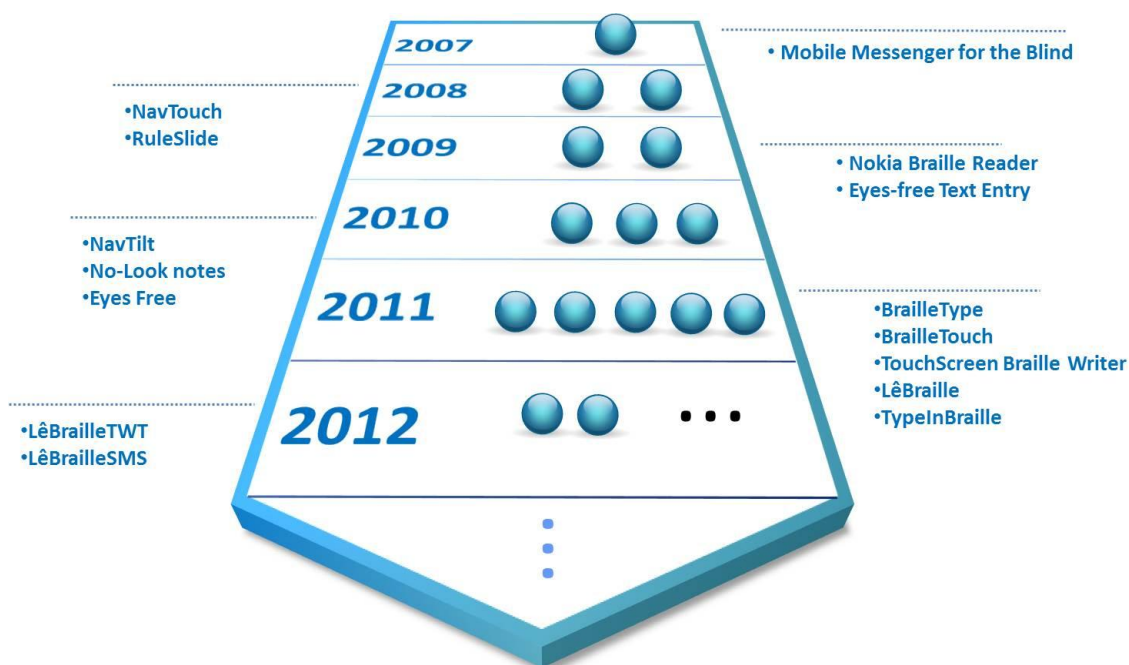


Figura 13 – Linha do tempo de soluções para entrada de dados acessíveis utilizando *touchscreen*.

A solução de entrada de dados *Mobile Messenger for the Blind* [32] (Figura 14) foi concebida para dispositivos do tipo *pocketPC*, enfatiza o uso de um teclado com 9 (nove) botões virtuais em uma interface de toque, utilizando um TTS espanhol da ACAPELA²⁶.

²⁶ <http://www.acapela-group.com/>



Figura 14 - Mobile Messenger for the Blind

O NavTouch, NavTilt e BrailleType foram desenvolvidos por pesquisadores portugueses da Universidade de Lisboa. O NavTouch [26] (Figura 15) é um aplicativo utilizado para entrada de texto através da interação do usuário através de movimentos direcionais (direita, esquerda, cima e baixo) e recurso sonoro.



Figura 15 - NavTouch

O RuleSlide [33] (Figura 16) provê uma interface não visual, com retorno sonoro ao (multi)toque na tela. Possui 4 (quatro) regras de movimentação e possibilita acesso a lista de contatos, e-mail e tocador de áudio.



Figura 16 - RuleSlide

O Nokia Braille Reader [25] (Figura 17) é um aplicativo, gratuito, para deficientes visuais, que serve para realizar leituras em Braille do serviço de mensagens curtas (em inglês *Short Message Service* - SMS) que chegam à caixa de entrada. Ao tocar em um ponto correspondente ao Braille, o aparelho vibra, ajudando a identificar a letra.

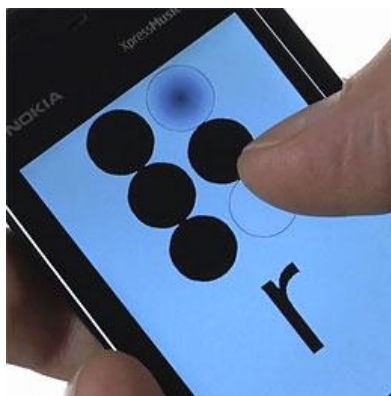


Figura 17 - Nokia Braille Reader

O Eyes-free Text Entry [31] (Figura 18) é uma entrada de dados inspirada na representação do alfabeto de *Graffiti*, onde o usuário com o dedo desenha o símbolo correspondente ao caractere desejado na tela e recebe retorno e confirmação através de áudio e vibrações.

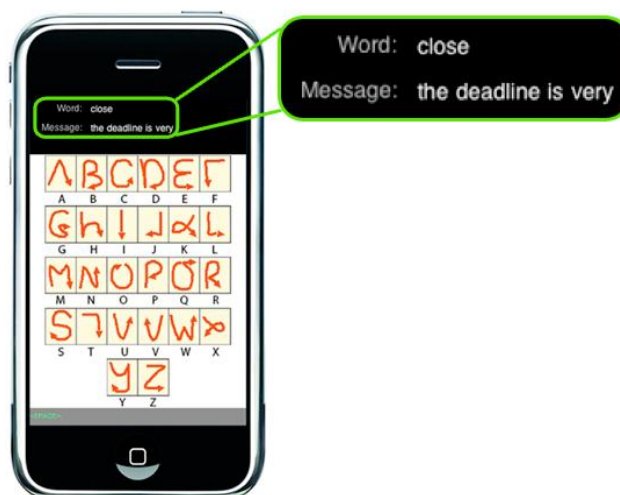


Figura 18 - Eyes-free Text Entry

O NavTilt [26] (Figura 19) diferencia-se dos métodos de introdução de texto tradicionais, baseados em abordagens *multitapping*, por possuir uma interação baseada em gestos 3D e uma nova organização do alfabeto.

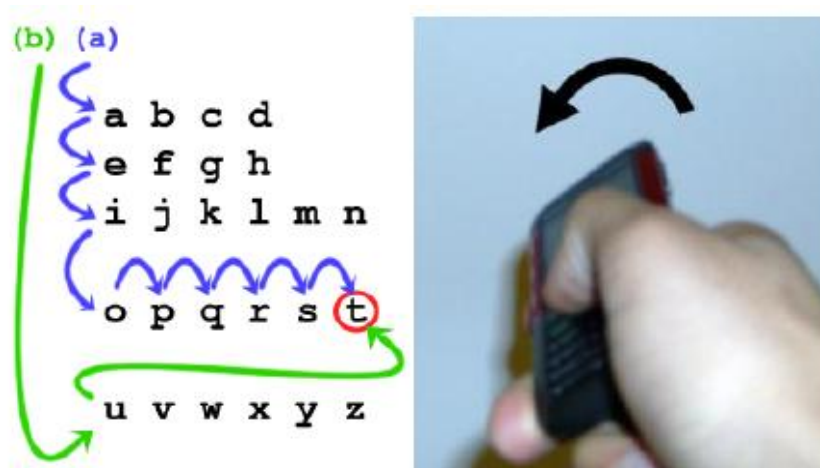


Figura 19 - NavTilt

O No-Look Notes [30] (

Figura 20) é um sistema de entrada de dados, usando *multi-touch* com retorno sonoro, implementado na plataforma *iPhone*, que mescla o conceito do tradicional teclado SMS com toques na tela. Inicialmente, o usuário deficiente visual explora a tela de forma giratória, encontrando grupos com até 4 (quatro) caracteres, depois explorando tal lista de caracteres seleciona o desejado.

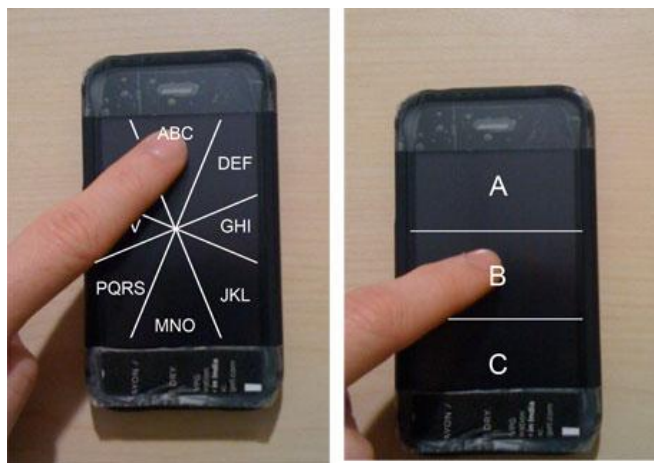


Figura 20 - No-Look Notes

O Eyes-Free [34] (Figura 21) é a proposta de um teclado que funciona a partir de posições relativas. Ele interpreta o primeiro toque em qualquer lugar na tela como um 5 (cinco), o centro de um teclado numérico normal de telefone. Para discar qualquer outro número, ele simplesmente desliza o dedo em sua direção - acima à esquerda para o 1 (um), abaixo à direita para o 9 (nove) e assim por diante. Comete-se um erro, pode apagar um dígito simplesmente balançando o telefone, que detecta movimento.



Figura 21 - Eyes-Free

O BrailleType [28] (Figura 22) é um aplicativo para entrada de texto através do toque baseado na representação gráfica do alfabeto Braille. O sistema foi desenvolvido para *Android*, onde as letras são codificadas em uma matriz de 6 (seis) pontos, com retorno sonoro através do sintetizador de voz SVOX.

O serviço LêBraille se assemelha em alguns princípios ao BrailleType e foi concebido, concomitantemente, ao projeto português.



Figura 22 - BrailleType

O BrailleTouch [29] (Figura 23) é um protótipo de teclado Braille virtual desenvolvido para *iPod Touch*. Permite entrada de dados sem a necessidade de olhar a tela, utilizando as duas mãos para digitação, semelhante uma máquina Perkins.



Figura 23 - BrailleTouch

O Touchscreen Braille Writer [35] (Figura 24) é semelhante ao de uma máquina Perkins. Inicialmente o usuário irá calibrar 8 (oito) teclas por debaixo dos dedos, não importando o tamanho nem a distância entre eles. Assim, quando o usuário digitar os pontos Braille, a aplicação irá acompanhar as letras, palavras, falando e soletrando em voz alta. Isso faz com que o usuário se sinta confortável e seguro de estar digitando as palavras corretamente, aumentando ainda mais a facilidade de uso e interação.

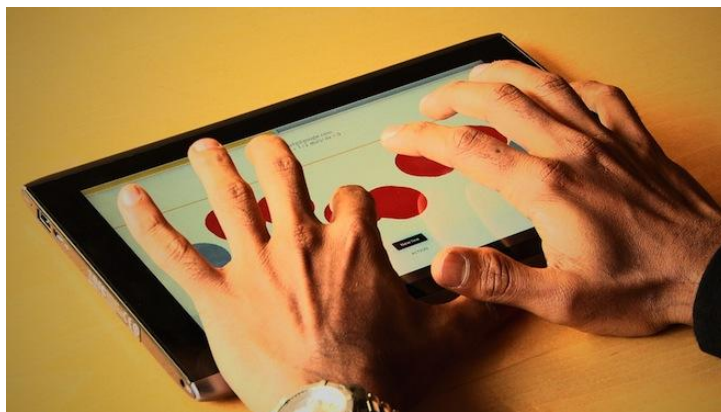


Figura 24 - Touchscreen Braille Writer

O TypeInBraille [36] (Figura 25) permite-lhe escrever em Braille no iPhone. Pode introduzir um carácter através da sua representação em Braille usando uma sequência de 3 (três) simples gestos. Cada gesto é utilizado para introduzir uma das 3 (três) linhas que formam um carácter Braille.

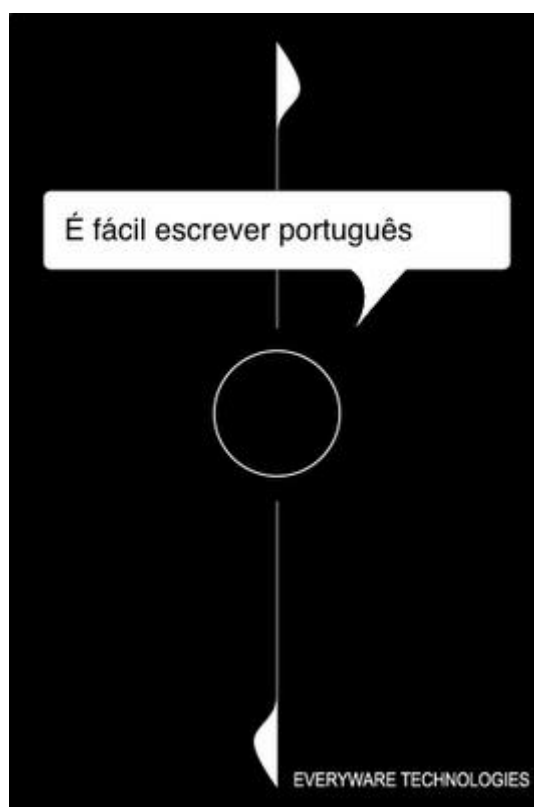


Figura 25 - TypeInBraille

2.4.4 Análise crítica das abordagens

Nas subseções anteriores, foram apresentadas diversas soluções de acessibilidade visual para uso de serviços e aplicativos em dispositivos móveis. Destacam-se duas grandes abordagens, as baseadas em *hardware* e as demais, semelhante a nossa proposta, baseada em *software*.

Em relação às abordagens baseadas em *hardware*, em paralelo ao alto nível de sofisticação está também o alto preço praticado na comercialização dessas tecnologias [13]. Muitas vezes este alto custo deve-se à busca, por parte das empresas desenvolvedoras, pela personalização e singularidade dos consumidores com deficiência.

Quanto às soluções baseadas apenas em *software*, pode-se observar que o grande salto de pesquisas nesta área vem ocorrendo nos últimos anos, de modo especial a partir do ano de 2011 (Figura 13) quando as primeiras versões dos aplicativos dessa proposta também já estavam em desenvolvimento. Muitos desses aplicativos se restringem apenas à entrada de dados e não permitem que estes dados sejam utilizados para outras aplicações. Dessa forma, não propiciam aos deficientes visuais outras experiências de interação com aplicativos distintos, a não ser a digitação.

Baseando-se nas insuficiências dessas interfaces e no potencial do uso do Braille como paradigma, resolveu-se desenvolver como parte desta dissertação uma entrada de dados baseada em Braille, o LêBraille, além de outras 2 (duas) interfaces: uma de acesso ao *Twitter*, o LêBrailleTWT, e outra de envio/recebimento de mensagens SMS de forma integrada, o LêBrailleSMS, fazendo com que o usuário possa realizar as ações de leitura e escrita de forma mais acessível.

2.5 Acessibilidade e a Plataforma *Android*

Dentre as plataformas existentes para *smartphones*, este trabalho adota a plataforma *Android* que se apresenta como uma alternativa livre e aberta, funcionando em aparelhos de diversos fabricantes e em muitos destes *smartphones* possuem preços mais acessíveis que os produtos de outras plataformas.

A plataforma *Android* utiliza a linguagem de programação Java e seu *kit* de desenvolvimento está disponível para Windows, Linux e Mac OS X. Possui máquina virtual própria, chamada Dalvik, bibliotecas e *runtime* diferenciados do que existe no Java SE, sendo que muitas das classes que formam o Java SE não estão presentes no Java para Android (Figura 26).

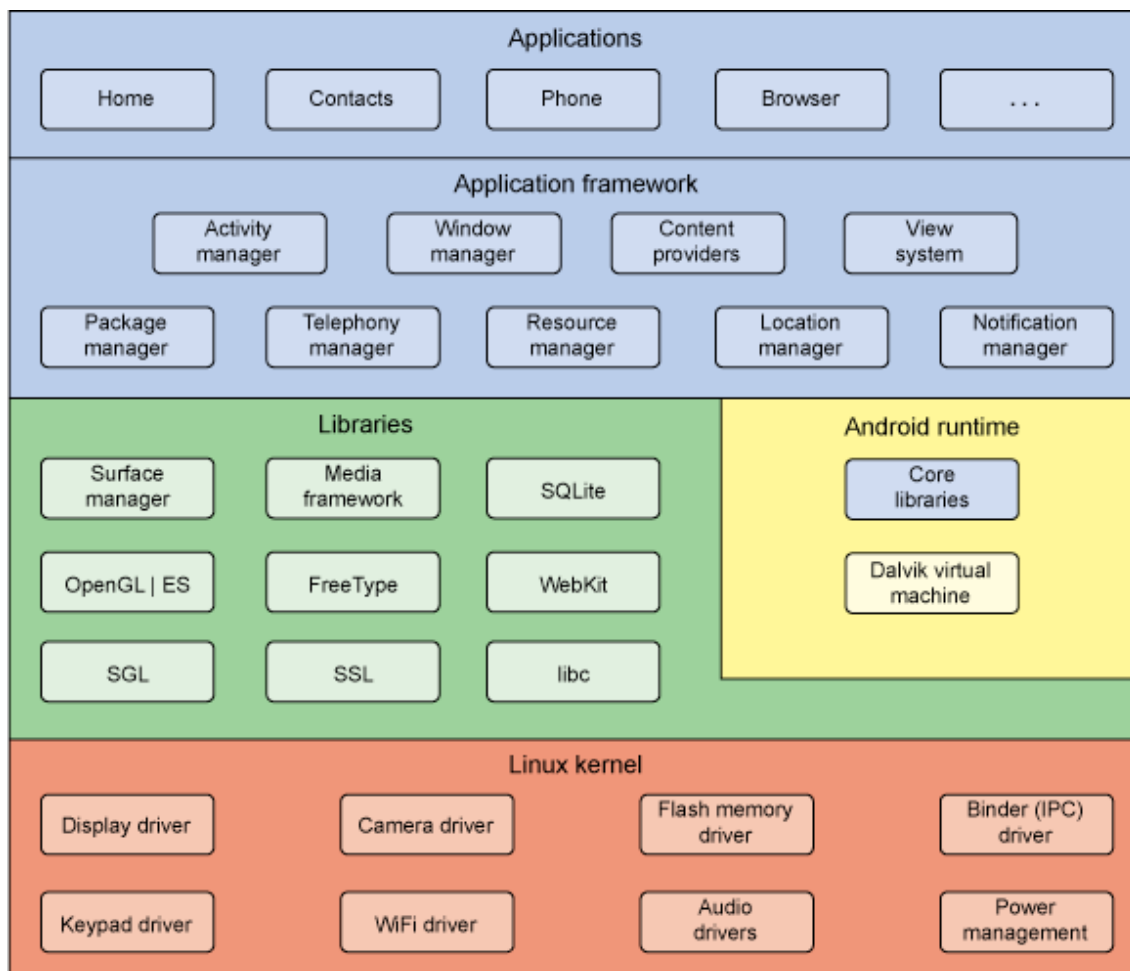


Figura 26 – Arquitetura da Plataforma Android, retirada de IBM²⁷.

A plataforma *Android* está em constante processo de amadurecimento e melhorias, mas algumas mudanças tiveram um grande impacto, principalmente, para os deficientes visuais, como a que ocorreu com o lançamento do segundo upgrade (versão 1.6, com codinome Donut) em 2009: o nível de acessibilidade foi melhorado com a inclusão de um sintetizador de voz, PicoTTS, que permitia que os dispositivos pudessem falar informações exibidas na tela em diversos idiomas.

²⁷Fonte: <http://www.ibm.com/developerworks/br/rational/library/model-driven-development-speed-delivery/index.html>

Mesmo com todas as melhorias incluídas na versão, ainda não existia suporte a um sintetizador de voz (TTS) em português e a qualidade de voz era considerada baixa. O grande salto veio com o lançamento da versão 2.2, pois houve melhoria na qualidade de voz, inclusão do Português e de novos sintetizadores, como SVox²⁸ e eSpeak²⁹. Esta é a versão base utilizada para criação de aplicações acessíveis em português para pessoas com deficiência visual.

Embora, a partir da versão 2.2, a Plataforma *Android* possa permitir a construção de aplicações com um nível de acessibilidade maior, ainda existem poucas aplicações que aproveitam esses recursos de acessibilidade disponíveis pela Interface de Programação de Aplicativos (API) dessa plataforma [37].

O problema, com a produção de *software* para deficientes visuais, é que as aplicações precisam informar todas as opções disponíveis na tela e também devem guiar o usuário durante o processo de navegação entre as diversas funcionalidades do sistema por meio de chamadas ao serviço de TTS. É preciso, ainda, ter um cuidado especial com o projeto de interface, utilizando um melhor arranjo dos componentes na tela.

Desta forma, buscando implementar as considerações anteriores, alguns procedimentos diferenciados acabaram sendo desenvolvidos neste trabalho, como por exemplo, adaptações no retorno sonoro implementado pelo sintetizador de voz.

Devido a limitações da plataforma *Android*, detalhadas no relatório de Voluntary Product Accessibility Template (VPAT) [38], qualquer proposta de leitura de tela só será funcional dentro da aplicação local, não sendo acessível a todas as aplicações do Sistema Operacional.

²⁸ <http://svoxmobilevoices.wordpress.com/>

²⁹ <http://espeak.sourceforge.net/>

3 PROPOSTA DE INTERFACE *TOUCHSCREEN* ACESSÍVEL

Este capítulo aborda o processo de estudo, concepção e implementação dos aplicativos que compõem uma suíte de soluções acessíveis aos usuários deficientes visuais no uso de dispositivos móveis *touchscreen*.

Esta suíte de aplicativos visa proporcionar acesso ao *Twitter* e no envio/recebimento de mensagens de texto, tendo como entrada de dados a virtualização de uma célula Braille.

No cenário de desenvolvimento de softwares, um aspecto fundamental é identificar os requisitos dos usuários. Assim, foram utilizadas técnicas da engenharia de requisitos [58], tais como: observação, *storyboard*, *brainstorming*, prototipação e entrevistas com grupos focais com aplicação de questionários, visando descobrir, analisar e validar requisitos do sistema.

Para o desenvolvimento da proposta, foi adotada uma adaptação da metodologia de co-design de Millard *et al.* [52] usada no desenvolvimento de aplicativos para *m-learning*³⁰. A metodologia é composta de 6 (seis) etapas.

Inicialmente a etapa de estudo e concepção, destinada à realização do *storyboarding*, a prototipação em baixa fidelidade da entrada de dados, baseada no Sistema Braille, e sua aplicabilidade. Em seguida, obteve-se o refinamento em alta fidelidade do protótipo, através da escolha da plataforma e do desenvolvimento de requisitos iniciais. Na terceira etapa, pré-análise, foi possível realizar uma sessão de *brainstorming* junto aos deficientes visuais de forma a elaborar diretrizes que auxiliam no desenvolvimento de aplicativos acessíveis para dispositivos *touchscreen*.

Nas fases seguintes, além da implementação dos demais requisitos para o editor de texto LêBraille, também iniciou-se a construção dos demais aplicativos: cliente *Twitter* e envio/recebimento de SMS. Finalmente no processo de avaliação, os aplicativos foram divididos em duas sessões e validados com um grupo com 10 deficientes visuais. A Figura 27 ilustra o fluxo destas etapas, seus processos e subprodutos.

³⁰ *M-Learning*, ou aprendizagem auxiliada por computação móvel, é uma das modalidades da Educação à distância, que faz uso das tecnologias de redes sem fio e dos novos recursos fornecidos pelos dispositivos móveis visando mediar o processo educacional.

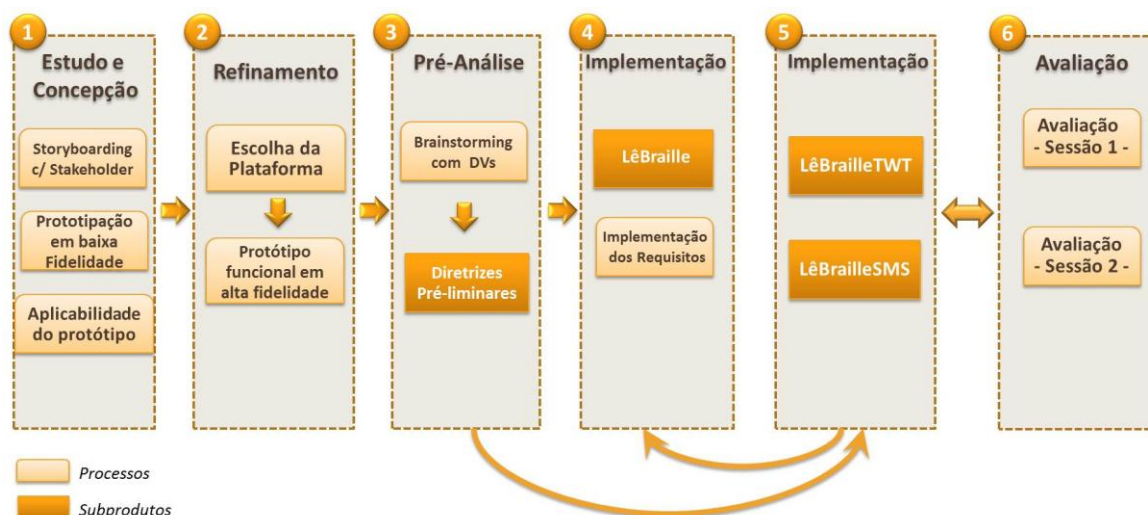


Figura 27 - Etapas da metodologia adotada no desenvolvimento das soluções dessa dissertação.

Nas próximas seções, descrevem-se em detalhes as etapas de 1 (um) a 5 (cinco), bem como os artefatos produzidos em cada uma delas. Inicialmente, apresentam-se as fases de estudo e concepção; e refinamento, nas quais relatam-se as observações realizadas para confecção dos experimentos e motiva-se a necessidade da confecção de um modelo funcional que possa ser apresentado a usuários DV's de forma que os mesmos possam orientar o desenvolvimento de outras soluções acessíveis.

A seção 3.2 relata a metodologia e os primeiros resultados através de uma experiência de pré-análise do protótipo desenvolvido.

Na seção 3.3 faz-se conhecer os primeiros resultados desta dissertação com a formulação de 9 (nove) recomendações para construção de interfaces *touchscreen* acessíveis.

Na sequência, as seções 3.4, 3.5 e 3.6 apresentam cada um dos aplicativos propostos, LêBraille, LêBrailleTWT e LêBrailleSMS, que juntamente com as recomendações compõem os subprodutos desta dissertação.

O capítulo 4 (quatro) apresenta a sexta etapa, que consiste em avaliar a suíte de software proposta nesta dissertação.

3.1 Estudo, Concepção e Refinamento

A fase inicial de estudos consistiu em observações, em sessões individuais de 30 minutos, da interação dos deficientes com aparelhos celulares e interfaces *touchscreen* de terminais eletrônicos. A finalidade dessas observações foi levantar requisitos para o desenvolvimento de uma interface acessível.

O grupo observado era formado por 3 (três) DV's voluntários da Associação de Cegos do Estado do Ceará (ACEC), com cegueira adquirida, que possuíam 18 anos de idade ou mais. O objetivo desta experiência foi reunir as principais orientações sobre as necessidades de acessibilização fornecidas pelos próprios DV's, a partir de suas experiências pessoais.

Neste momento constatou-se a grande influência do Sistema Braille para a acessibilidade e inclusão das pessoas cegas, pois ele se constitui como uma das formas que melhor viabiliza o processo de comunicação. Contudo, também foi possível verificar algumas dificuldades enfrentadas na inserção do Sistema Braille frente às novas tecnologias digitais.

Dessa forma, esta dissertação optou por disseminar o Sistema Braille, considerado natural para leitura e escrita das pessoas cegas, como forma de entrada de dados nos dispositivos móveis. Além disso, visa estimular a interação e comunicação através de interfaces de troca de mensagens, de forma contextualizada e atraente ao deficiente, propiciando acesso a tais informações em um dispositivo *touchscreen*.

Para a formulação de um conceito de interface acessível, foram, ainda, realizadas reuniões de *storyboarding* com 3 (três) desenvolvedores experientes em sistemas móveis, os quais possuíam noções de acessibilidade. O objetivo principal foi visualizar as necessidades e as expectativas das pessoas com deficiência visual na interação com essas interfaces e, com isso, elaborar um protótipo de *software* em baixa fidelidade. Este é um modo rápido de simulação, execução, teste e identificação de problemas que demanda poucos recursos e produz um *feedback* mais rápido [39].

Na Figura 28, é apresentado o esboço do protótipo com a representação das telas e do fluxo do sistema.

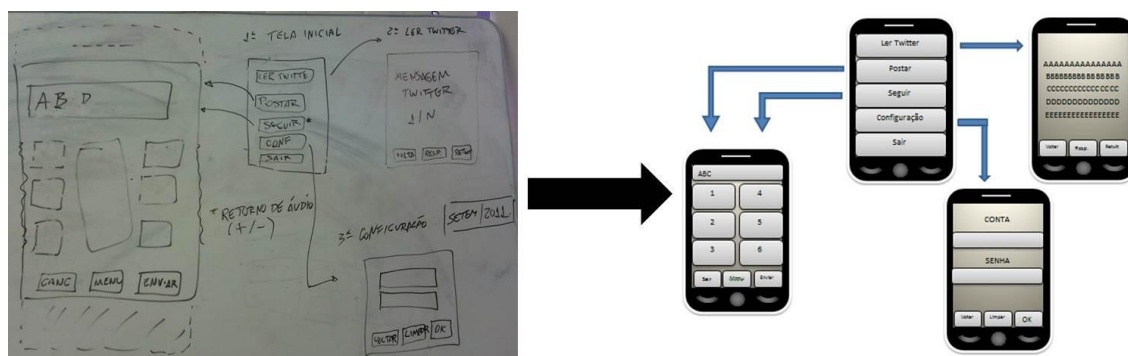


Figura 28 – Evolução dos protótipos de baixa fidelidade.

A limitação fundamental do esquema gerado pelos desenvolvedores consistiu na ausência de validação dos requisitos enumerados inicialmente através dos usuários deficientes, devido à impossibilidade de interação do DV com o protótipo de baixa fidelidade, dado a sua essência visual.

Desta forma, definiu-se a necessidade de um protótipo de alta fidelidade que implementasse o que foi discutido e pudesse ser validado por usuários com deficiência visual.

Assim iniciou-se a discussão para escolha da plataforma na qual seria desenvolvido o protótipo. Despreendeu-se esforços na plataforma iOS (Figura 29.a) por entender que nela já haviam iniciativas no que se refere a acessibilidade, porém deparou-se com uma arquitetura de desenvolvimento proprietária e complexa.

Por decorrência, percebeu-se que o desafio desta pesquisa seria tentar desenvolver algo em uma plataforma livre, flexível e aberta, como o *Android*, mesmo se tratando de um sistema operacional incipiente no quesito acessibilidade, mas utilizado em aparelhos de diversos fabricantes.

Desse modo, o protótipo foi desenvolvido³¹ em parceria com 2 (dois) bolsistas do Projeto de Acessibilidade Virtual – Núcleo Fortaleza (Figura 29.b).

³¹ 17 classes java, 4 pacotes e 2 interfaces.



Figura 29 – Interfaces de entrada de dados projetadas (iOS(a) e AndroidOS(b)).

Esta figura apresenta a primeira versão do protótipo de alta fidelidade. A disposição dos elementos de interface segue a estrutura de uma célula Braille, ou seja, os botões correspondem à formação dos pontos em Braille e tem a funcionalidade de ser convertido (em texto e áudio) nos caracteres alfanuméricos.

Além disso, apresenta as 3 (três) opções do sistema (sair/cancelar, configurar/menu e confirmar/enviar) horizontalmente no canto inferior e uma caixa de texto disposta horizontalmente na parte superior. A área quente central, com destaque em azul, corresponde ao elemento no qual são iniciados os movimentos de comando (inserir espaço, apagar caractere e navegação entre os caracteres digitados) na tela do dispositivo.

Para a implementação do retorno sonoro, foi adaptado um método que realiza a conversão de caracteres em áudio (Figura 30).

```

public void falar(String texto) {
    if (texto != null) {
        tts.speak(texto.replace("Ã§", "ss"),
TextToSpeech.QUEUE_FLUSH, null);
    }
}

```

Figura 30- Método para conversão de caracteres em áudio.

Além disso, merecem destaque os ajustes realizados para confecção de um modo de exploração/varredura dos elementos de interação na tela (Figura 31):

```
public void onInterceptTouchEvent(MotionEvent ev) {  
  
    int x = (int) ev.getX(), y = (int) ev.getY();  
  
    switch (ev.getAction()) {  
        case MotionEvent.ACTION_CANCEL:  
        case MotionEvent.ACTION_UP:  
        case MotionEvent.ACTION_OUTSIDE:  
            ultima = null;  
            return;  
    }  
  
    for (View view : touchables) {  
  
        view.getGlobalVisibleRect(retanguloView);  
  
        if(retanguloView.contains(x, y) && ultima != view) {  
            ultima = view;  
            TextView tView = (TextView) view;  
  
            speakManager.falarSincronizado(tView.getText().toString());  
        }  
    }  
}
```

Figura 31 – Método para exploração dos elementos de interação na tela.

Nas próximas seções serão apresentados os resultados da fase inicial, visando elicitare os requisitos necessários para desenvolver uma interface acessível.

3.2 Pré-análise

Nesta fase utilizou-se técnicas da engenharia de requisitos objetivando melhorar a modelagem de sistemas e a capacidade de analisá-los, o que possibilitou maior entendimento de suas características.

Dentre as técnicas selecionadas temos o método de *Brainstorming*, frequentemente usado no desenvolvimento de produtos, por facilitar a obtenção de novas ideias e sugerir melhoramentos aos produtos existentes [53].

Esse método consiste na realização de reuniões com pessoas de diferentes níveis de informação e conhecimento sobre a temática abordada, em que cada sessão deve durar cerca de 30 minutos e o grupo é conduzido por um mediador.

Neste contexto, realizou-se entrevistas não estruturadas com os deficientes visuais voluntários, em sessões de 30 minutos, apresentando a entrada de dados descrita na seção 3.1 para teste:

- **0-5 minutos:** Observação das condutas dos sujeitos em condições naturais, sem intervenção significativa do pesquisador. Momento onde o deficiente explora o ambiente para tentar ambientar-se com a interface e mentalizar a estrutura de *layout*.
- **5-10 minutos:** É apresentado ao deficiente visual o sistema proposto como entrada de dados, repassando informações de uso, principais comandos e ações do sistema, fazendo com que ele passe por um período de utilização guiada.
- **10-20 minutos:** Novamente são realizadas observações de conduta dos mesmos, em condições naturais, sem intervenção significativa do pesquisador, porém com uma atividade específica a ser desenvolvida, no caso, a escrita do nome do voluntário.
- **20-30 minutos:** Momento para uma entrevista, visando obter uma análise geral do processo ao qual o voluntário foi inserido.

Os deficientes visuais que participaram dessa experiência possuíam o seguinte perfil:

- 04 (quatro) Homens e 01 (uma) Mulher;
- 03 (três) de Bento Gonçalves/RS e 02 (dois) de Fortaleza/CE;
- Possuíam 18 anos de idade ou mais;
- 01 (um) possuía baixa visão;
- 01 (um) não tinha conhecimentos em Braille;
- 02 (dois) já haviam tido rápido contato com interfaces de toque, usando o *iPhone*.

Dessa forma, as sessões foram filmadas e o foco das gravações estava nos sujeitos do grupo experimental, em suas interações com o aparelho, condutas motoras (durante o uso de recursos utilizados), verbalizações e tomadas de consciência do processo de uso da ferramenta [40].

As experiências gravadas, com autorização dos envolvidos, visavam facilitar uma posterior análise, que buscava observar a interação destes usuários com os

dispositivos *touchscreen* e identificar que aspectos poderiam ser implementados para melhorar a usabilidade. E foi desse modo que extraímos alguns resultados preliminares:

- 40% dos deficientes conseguiram atingir o que lhes foi solicitado, que seria escrever o nome (dentre eles um com baixa visão, que foi além do solicitado e o outro foi a mulher);
- 20% escreveram letras aleatórias (por não saberem Braille), ficando na tentativa e erro das letras.
- 20% foram prejudicados por decorrência do sistema não está totalmente finalizado, dando um *bug* durante sua atividade.
- 20% estavam dispersos e não conseguiram cumprir a atividade.

Considerações relatadas pelos deficientes:

- Um usuário propôs sugestões voltadas à interface tradicional com uso de botões virtuais ou físicos, pois não se sentia seguro na utilização de tal interface. Porém, alertou para a importância do uso não só do som, mas da vibração que o aparelho dispõe.
- Dois usuários informaram que para um iniciante, que estivesse inserido no processo de alfabetização essa seria uma ferramenta de auxílio excelente. Entretanto, eles afirmaram que demoraria demais para escrever mensagens. Sugeriram o uso do teclado QWERT ou SMS com *feedback* sonoro para melhorar a usabilidade da entrada de dados.
- Outro usuário sugeriu mudanças no retorno sonoro como informar o tipo do botão, informar quando o botão está marcado, confirmação para sair da tela.
- Todos os envolvidos apreciaram a experiência e aprovaram como estava implementado o sistema. Algo notório foi o destaque positivo que deram à maneira de apagar caracteres, utilizando o *shake*.

A partir das análises apresentadas foi possível determinar algumas diretrizes que nortearam o amadurecimento do protótipo, inicialmente, validado e a construção das demais interfaces propostas.

3.3 Diretrizes pré-liminares

A partir da avaliação inicial do protótipo e de alguns experimentos encontrados na literatura [46][41][47][48][22][42][32], foram estabelecidos 9 requisitos para a garantia de acessibilidade em dispositivos *touchscreen*, são eles:

a) Sempre fornecer *feedback* para todas as ações e os elementos de interação.

Justificativa: Preferencialmente, as aplicações devem iniciar informando automaticamente, através de recursos sonoros, o título da aplicação e possíveis dicas de navegação, que podem ser paradas ao momento em que o deficiente toque a tela [46]. É sugerido que haja também um retorno tátil/vibração, por ser essencial quando o dispositivo for utilizado em ambientes com poluição sonora.

b) Preferencialmente utilizar interação baseada em movimentos, pois as ações realizadas através de gestos diminuem as barreiras impostas pela interface.

Justificativa: Realizar um gesto pela tela, ou com o uso de recursos como acelerômetro e giroscópio, é bem mais simples que a busca para acionar um botão virtual, principalmente para usuários que estão em condição móvel.

c) Na utilização de elementos de interação, deve-se incluir um modo de exploração da tela, pois os mesmos devem ser identificáveis de forma tátil e/ou sonora (vibração/som).

Justificativa: A exploração da tela requer um modo de identificação que propicie o reconhecimento dos elementos de interação com a interface. Através de funções com base no simples contato com a tela, deve-se sonorizar o conteúdo dos elementos, podendo os mesmos serem selecionados através de pressão exercida sobre a tela/botão, este é o mecanismo usado para confirmar a execução de uma ação. E no que se refere à disposição de objetos na tela, os mesmos devem estar dispostos de modo intuitivo. Além disso, sugere-se convencionar que as funções de navegação estejam localizadas na parte inferior da tela e as operações que aguardam por processamento/conexão devem informar o status de progressão da mesma. Esta recomendação foi adaptada a partir da *Section 508 Standards Guide, Subpart B - Technical Standards, 1194.23 Telecommunications products (k.1)*[41].

d) Os elementos de interação com as interfaces devem ser apresentados em forma de lista ou em duas colunas, utilizando como referência para os usuários as laterais dos dispositivos, evitando a diagramação em tabelas.

Justificativa: Os botões devem possuir uma grande área de cobertura para seleção, preferencialmente com espaço entre os elementos [47]. Não se deve limitar outras possibilidades de design, porém é preciso validá-las com deficientes a fim de manter um mesmo *layout* padrão de disposição das telas [48]. É interessante que seja informada a existência de outras páginas a serem navegadas (área de rolagem), por exemplo, “Página 1 de 3”. Essa disposição dos elementos foi adaptada conforme a recomendação 40 do e-MAG [22], que estabelece uma ordem lógica de navegação e localização dos ícones. Além disso, os deficientes visuais já estão adaptados a uma estrutura linearizada de menu e navegação, através da utilização do leitor de tela [42].

e) Avisos de alerta e Pop-ups devem ocupar toda a tela, com opções de saída.

Justificativa: Atender ao item b, ou c e d.

f) Evitar uso de tempo de expiração (*time out*), pois podem confundir e desorientar os usuários, principalmente os usuários iniciantes, que necessita de mais tempo para interação com a aplicação.

Justificativa: Caso seja essencial o uso de *time out*, deve ser fornecido um retorno sonoro e tátil para alertar o usuário ou ainda uma alternativa para alteração do limite de tempo. Ação esta adaptada da Recomendação 13, do e-MAG [22].

g) Caso não seja possível um *design* adaptado à rotação de tela do dispositivo, é aconselhável fixar uma orientação do layout (preferencialmente vertical e de cima para baixo).

Justificativa: Isso simplifica o uso da interface para o deficiente visual, tendo em vista que a modificação da orientação da tela (paisagem ou retrato) pode ocasionar mudanças quanto à disposição dos elementos para a navegação.

h) Utilização de cores que propicie um contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano se faz necessário.

Justificativa: Proporcionar a harmonia entre as cores, fontes, animações e outros recursos digitais para usuários com baixa visão. Sugestão de [32] e ratificada pela Recomendação 28 do e-MAG [22].

i) As simulações devem ser realizadas, sempre que possível, diretamente no dispositivo móvel.

Justificativa: A maioria dos simuladores/emuladores é limitada quando se refere aos requisitos de acessibilidade, em especial, os de sonorização e de vibração.

3.4 O Aplicativo LÊBRAILLE

Após o levantamento dos requisitos descritos anteriormente, foi reformulada a proposta de interface acessível visando, através do Braille, facilitar o manuseio de interfaces *touchscreen* por deficientes visuais. O aplicativo que provê essa interface foi denominado LêBraille.

A solução consiste na utilização de *smartphones* que utilizam recurso *touchscreen*, para simular os instrumentos utilizados para escrita no Sistema Braille (i.e., reglete, punção e papel). O papel utilizado na escrita Braille é substituído pela tela sensível ao toque, os pontos da célula Braille são elementos desta tela e a punção corresponderá à pressão exercida pelo dedo do usuário na tela do dispositivo portátil.

Ao capturar as informações puncionadas, ocorrerão manipulações no sistema para reprodução de um retorno perceptível ao usuário, seja por meio de uma saída sonora e/ou tátil. A Figura 32 ilustra os instrumentos tradicionais de uso da escrita em Braille e a tela de exibição do LêBraille em um *smartphone*, exibindo uma célula Braille.



Figura 32 - Ferramentas tradicionais de escrita em Braille e uma tela do serviço LêBraille.

A concepção dessa interface baseou-se nos conceitos de Desenho Universal [23] que procura promover a inclusão digital dos deficientes visuais, sem realizar mudanças que contemplem somente esse público. Desta forma, o sistema pode ser utilizado por deficientes visuais, pessoas com baixa visão e videntes.

Como tela principal, Figura 33, o LêBraille dispõe de uma célula Braille virtual com o *layout* adaptado, automaticamente, ao tamanho da tela do dispositivo. Por padrão, a ordem de disposição dos pontos segue o modo de leitura em Braille. O sistema interage com o *software* de síntese de voz disponível para o dispositivo móvel utilizando a função (`android.speech.tts.TextToSpeech`) nativa do *Android* que fará a comunicação com o sintetizador de voz configurado como padrão do dispositivo (e.g., SVOX, eSpeak). O aplicativo LêBraille funciona a partir na plataforma *Android 2.2*.



Figura 33 - Interface de entrada de dados do LêBraille mostrando a escrita do caractere “a”.

O aplicativo desenvolvido, além de ser acessível, implementa as principais funcionalidades de um editor de texto:

- Incluir caractere;
- Editar caractere;
- Excluir o caractere;
- Confirmar a combinação dos pontos;
- Configurar o *software*;
- Ler Texto gerado.

Após a instalação do *software*, o usuário o inicia através de um atalho instalado no dispositivo ou o mesmo é requisitado por outros aplicativos do aparelho (e.g., LêBrailleTWT, LêBrailleSMS), utilizando a comunicação entre processos baseadas em intenções (*Intents*) provida pela Plataforma *Android*.






Por oferecer interatividade sonora, cada ação do usuário no sistema é respondida com avisos de áudio, identificando qual ação foi realizada. Para utilizar o sistema, o usuário seleciona um ou mais pontos da célula Braille. Após a seleção dos pontos, os quais são sonorizados, o usuário deve deslizar o dedo, horizontalmente, no sentido da esquerda para a direita a fim de confirmar a combinação dos pontos.

Em seguida, o sistema fará a comparação da combinação dos pontos, caso a combinação corresponda a algum caractere em Braille, então, o aplicativo retornará em áudio a identificação deste caractere e o mesmo será exibido na caixa de texto.





No caso da exclusão de um caractere, o usuário deve percorrer os caracteres digitados na caixa de texto e, ao encontrar o símbolo desejado, o usuário deve balançar o aparelho (função *shake*).

A lista de comandos disponíveis para o sistema, apresentada na Tabela 1, baseou-se nas ações de entrada de dados de aparelhos com teclado físico já existentes e utilizado por DV's, além de gestos adotados em aplicações citadas anteriormente neste trabalho, facilitando a orientação dos DV's no uso do LêBraille.

Tabela 1 - Comandos disponíveis para o LêBraille

Comando	Movimentação ³²	Ação do Sistema
Selecionar os pontos da célula Braille e em seguida tocar e arrastar horizontalmente no sentido da esquerda para a direita		Confirmar a inserção do caractere
Tocar a área da tela com arrasto horizontal, no sentido da direita para esquerda ou da esquerda para direita		Navegar entre os caracteres digitados. Se o comando for da direita para a esquerda a seleção do caractere move-se para a esquerda, caso contrário o cursor move-se para a direita
Após navegar entre os caracteres, marcar/desmarcar um ou mais pontos da célula Braille		Sobrescrever o caractere selecionado, visualmente estará com um destaque em negrito
Após navegar entre os caracteres, toque com arrasto na diagonal principal		Inserir um espaço em branco à direita do caractere
Balançar (shake) o aparelho		Apagar um caractere e selecionar o caractere à esquerda

³² Adaptação do Touch Gesture Reference Guide, de Luke Wroblewski. < <http://www.lukew.com/ff/entry.asp?1071> >

Tocar longamente no campo de edição		Sonorizar tudo que está digitado na caixa de texto
Tocar duas vezes no botão “Enviar”		Armazenar na memória o conjunto de caracteres digitados
Tocar duas vezes no botão “Cancelar”		Solicitar confirmação para fechar a aplicação
Tocar duas vezes no botão “Menu”		Entrar nas opções para selecionar a forma de edição dos pontos entre modo de leitura ou modo de escrita. Além de possuir opção para habilitar/desabilitar <i>feedback</i> através de vibração

3.5 LÊBRAILLETWT

A aplicação LêBrailleTWT foi desenvolvida como uma proposta de interface acessível visando facilitar o processo de inclusão de deficientes visuais no acesso ao *Twitter*.

A principal funcionalidade fornecida por esta solução é um modelo de entrada de dados que favorece a autonomia do deficiente visual na utilização do *software* através do toque de tela no dispositivo móvel *smartphone*. O retorno sonoro dos dados apresentados na tela é fornecido pelo sintetizador de voz instalado no celular. Podem ser utilizadas diversas vozes de acordo com a preferência do usuário. O LêBrailleTWT, como citado anteriormente, foi implementado para a plataforma *Android* e utiliza

recursos como o acesso ao acelerômetro do dispositivo para reconhecer alguns gestos e comunicação com os servidores do *Twitter* através de chamadas a Serviços Web.

O *software* provê acesso ao *Twitter* através de uma entrada de dados baseada em gestos e na formação de caracteres semelhantes aos do Sistema Braille, inseridos através do toque de tela. Esses caracteres formados pelos toques do usuário são dados de entrada tratados pelo *software* e posteriormente traduzidos para o alfabeto comum a fim de construir as mensagens enviadas ao *Twitter*.

A Figura 34 apresenta uma visão geral da arquitetura³³ e os diversos modos de comunicação entre componentes do sistema (via REST, via Intents³⁴ e via API).

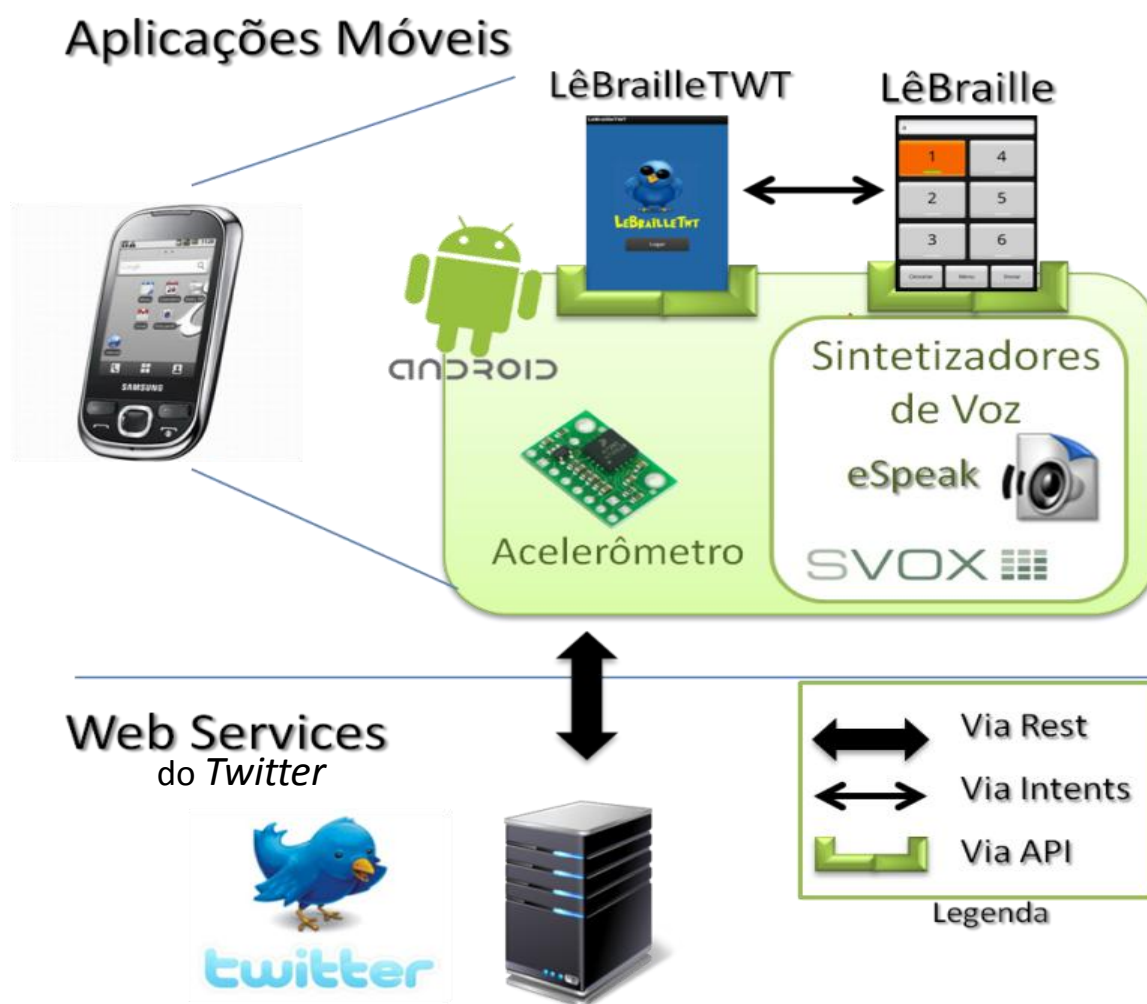


Figura 34 - Visão geral das Aplicações Móveis Desenvolvidas.

³³ Para tal, foram utilizados 20 classes java, 4 libs, 10 pacotes e 1 interface.

³⁴ A plataforma *Android* oferece um modelo de a comunicação entre “processos” (as *Activities*) baseado na declaração e busca de intenções (*Intents*).

3.5.1 Principais Características

A interface, inicialmente, planejada (Figura 35) segue as recomendações sugeridas na seção 3.3, visando prover um bom nível de acessibilidade às principais funcionalidades do *Twitter*.

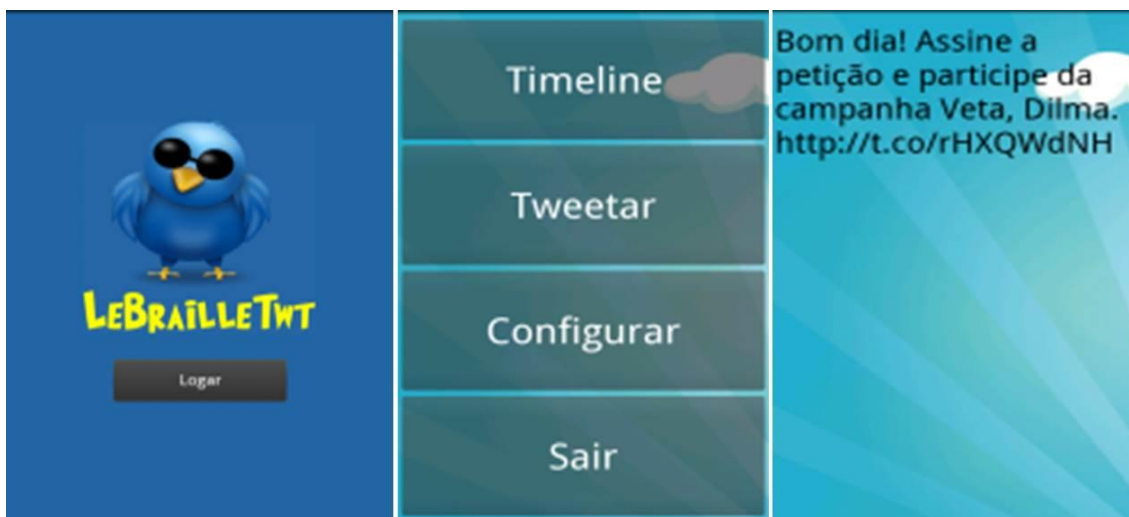


Figura 35 - Interfaces de utilização do Software LÊBrailleTWT.

As principais funcionalidades do *Twitter* implementadas foram:

- *Timeline*: para ambientar quais foram as 20 últimas postagens dos usuários.
- *Tweet*: é a postagem de uma mensagem de até 140 caracteres.
- *Retweet*: reencaminha um *tweet* de um contato para sua lista de contatos.
- Configurações: login e senha de acesso ao sistema. Esta opção é pré-configurada durante a instalação.

Após a instalação do software, o aplicativo é inicializado juntamente com o *Android* em um suíte de aplicativos, contendo outras ferramentas de acessibilidade com retorno sonoro.

Para usar o aplicativo LÊBrailleTWT é necessário possuir um cadastro no *Twitter*, pois durante a inicialização do aplicativo, em sua primeira execução, o usuário fornece informações da sua conta e senha. O aplicativo móvel se comunica, então, com os servidores do *Twitter* através de chamadas a Web Services do tipo REST disponíveis na API da rede social³⁵.

³⁵ <https://dev.twitter.com/docs/api>

A opção *Timeline* acessa a Internet, busca os últimos 20 *posts*, e fornece acesso a tais mensagens na tela. Com o arrasto horizontal ocorre a navegação entre as mensagens e um toque longo em qualquer ponto da tela dispara o *retweet* da mensagem. Para voltar ao menu inicial, o usuário pode utilizar a movimentação do acelerômetro (função *shake*) do aparelho.

A opção *Tweetar* dispara a entrada de dados LêBraille (ver Figura 33), que traduz os caracteres da forma de escrita Braille para os caracteres do alfabeto, a fim de gerar a mensagem de texto a ser postada.

O fluxo de execução principal é determinado pela sequência a seguir:

1. Após a seleção da opção “Tweetar”, o usuário será redirecionado ao LêBraille para digitar a mensagem;
2. Uma vez terminada a escrita, o usuário envia a mensagem através da conexão de rede e a aplicação volta ao Menu principal;
3. O usuário pode selecionar a opção “Timeline” e conectar à Internet em busca de novos posts; e
4. Acessar a mensagem que foi postada de forma sonora e escrita (Figura 36).

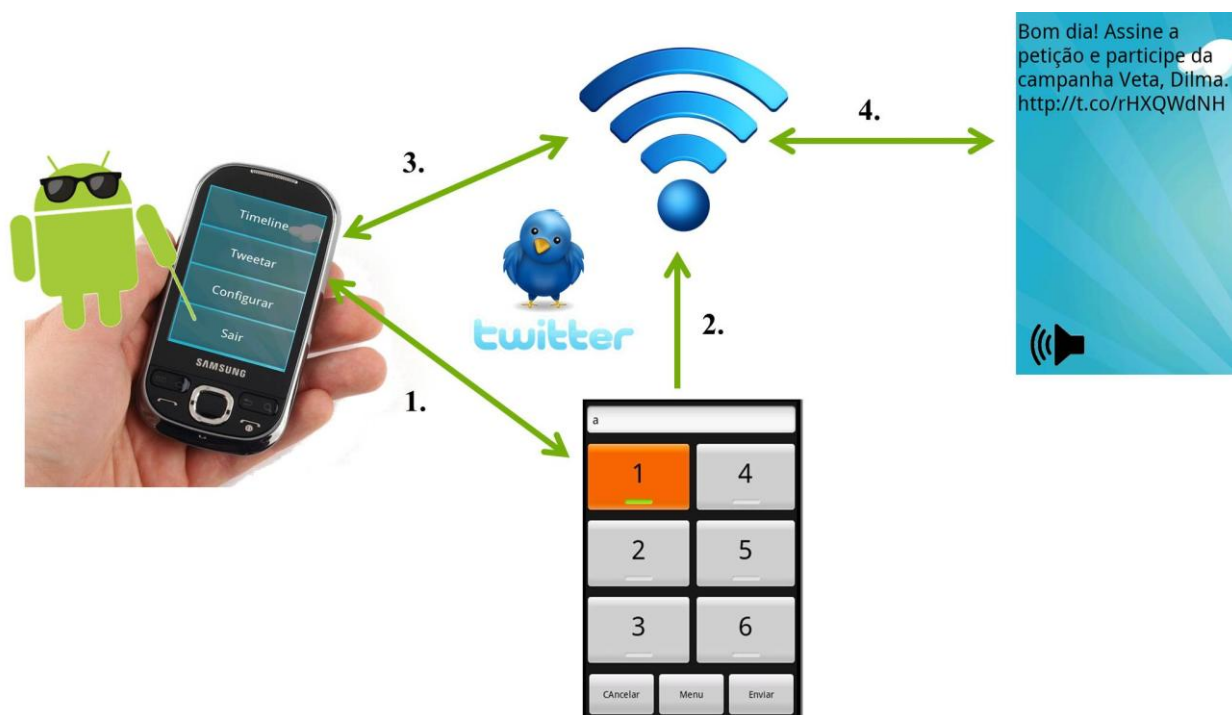







Figura 36 - Fluxo de execução do Software LêBrailleTWT.

A Tabela 2 contém detalhes dos principais comandos, gestos a serem realizados pelo deficiente visual e da ação desencadeada pelo sistema quando o gesto é detectado. Um vídeo ilustrando a utilização do aplicativo se encontra disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=IY8cgd-jh8g&feature=plcp>.

Tabela 2 - Comandos disponíveis para o LêBrailleTWT.

Comando	Movimentação	Ação do Sistema
Tocar com arrasto vertical no sentido cima para baixo ou o inverso na área central da tela		Permitir a navegação entre as 4 opções do menu: <i>Timeline</i> , <i>Tweetar</i> , <i>Configurar</i> e <i>Sair</i>
Após localizar a opção do menu que desejar, o usuário deverá dá um duplo toque na tela		Confirmar acesso à opção selecionada
Tocar com arrasto horizontal na tela de <i>timeline</i> , no sentido da direita para esquerda ou da esquerda para direita		Navegar entre as mensagens
Tocar longamente em uma mensagem do <i>Timeline</i>		<i>(Re)Tweetar</i> a mensagem
Balançar (shake) o aparelho, dentro da opção de <i>Timeline</i>		Retornar ao Menu Principal da Aplicação

3.6 LÊBRAILLESMS

Ao iniciar a triagem das informações para extrair o perfil do deficiente visual através do instrumento de avaliação individual (Apêndice A) percebeu-se que o serviço de SMS não foi apontado como uma grande problemática no que tange a acessibilidade, porém o fato instigante para inclusão deste serviço neste trabalho de mestrado foi observar que dos 10 entrevistados, todos afirmaram enviar entre 1 (uma) a 5 (cinco) mensagens de texto por semana, no mínimo.

Constatou-se ainda que a principal forma de entrada de dados é através do teclado 3x4 com o uso das teclas físicas associadas a um leitor de tela, no caso o Talks³⁶.

Nesse sentido, a aplicação LÊBrailleSMS destina-se a facilitar o envio e recebimento de mensagens de texto para os usuários deficientes visuais. Para tanto, o *software* foi desenvolvido em conjunto com pessoas cegas, em um processo iterativo, para facilitar a integração do usuário do dispositivo e a comunicação via mensagens de texto curtas.

Esta aplicação possui arquitetura³⁷ semelhante a do aplicativo LÊBrailleTWT (ver Figura 34), diferenciando por não possuir uma solicitação REST ao Web Service do *Twitter*, e sim uma chamada pré-estabelecida para o envio de mensagens de texto via o próprio SDK do Android.

A Figura 37 apresenta o fluxo principal das telas do programa. Após navegar nas 3 (três) opções de menu do LÊBrailleSMS (“Enviar Mensagens”, “Caixa de Entrada” e “Sair”), e selecionar a opção de “Enviar mensagens” o sistema será direcionado para uma segunda tela (Passo I). Nesta tela, serão apresentadas mais 3 (três) opções: “Informe o número”, “Escreva a mensagem” e “Enviar mensagem”. Ao selecionar as opções Informe o número e/ou Escreva a mensagem será invocado o LÊBraille (Passo II e III, respectivamente). Neste momento, já foi informado o número do destinatário e a mensagem a ser enviada. Deve-se então selecionar a opção de enviar mensagem para iniciar uma comunicação com a rede de telefonia para finalizar o envio do SMS (Passo

³⁶ Leitor de tela proprietário, maiores detalhes em <http://www.nuance.com/for-individuals/by-solution/talks-zooms/index.htm>

³⁷ Foram desenvolvidas 20 classes Java, 12 pacotes, 1 (uma) interface e 1 (uma) lib.



IV). E caso deseje checar as mensagens recebidas, escolha no menu principal “Caixa de Entrada” (Passo V).






Figura 37 - Interfaces e Fluxo de execução do Software LêBrailleSMS.

A Tabela 3 contém detalhes dos principais comandos, os gestos a serem realizados pelo deficiente visual e a ação desencadeada pelo sistema quando o gesto é detectado.

Tabela 3 - Comandos disponíveis para o LêBrailleSMS.

Comando	Movimentação	Ação do Sistema
Tocar com arrasto vertical no sentido cima para baixo ou o inverso		Navegar entre as 3 opções do menu: Enviar Mensagem, Caixa de Entrada e Sair
Após selecionar a opção do menu, o usuário deverá tocar duas vezes na tela		Confirmar acesso à opção selecionada

<p>Tocar com arrasto horizontal a tela de Caixa de Entrada, no sentido da direita para esquerda ou da esquerda para direita</p>		<p>Navegar entre as mensagens SMS recebidas</p>
<p>Tocar longamente em uma mensagem da Caixa de Entrada</p>		<p>Excluir a mensagem</p>
<p>Balançar (<i>shake</i>) o aparelho</p>		<p>Retornar ao menu principal da aplicação</p>

4 AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

Para avaliação da acessibilidade das aplicações desenvolvidas, foi utilizada a técnica de experimentos com grupos focais³⁸ [54], buscando uma validação inicial dos sistemas junto a um grupo de teste com 10 (dez) pessoas em duas sessões distintas, uma para análise do cliente *Twitter* e outra para a interface de envio/recebimento de SMS, cada sessão com duração média de 2 (duas) horas cada.

A amostra foi composta de forma não-probabilística, selecionada por conveniência, conforme [44], com deficientes visuais maiores de 18 anos, com conhecimento prévio de Braille e noções de informática, que se voluntariaram a participar da pesquisa.

³⁸ Processo que visa obter informações de caráter qualitativo, e em profundidade, dado as percepções relatadas pelos participantes durante a discussão.

O objetivo principal desta estruturação é obter informações de caráter qualitativo, e em profundidade, dado as percepções relatadas pelos participantes durante uma entrevista.

Os testes foram realizados por voluntários através de uma entrevista semi-estruturada com debates e preenchimento de um questionário, com requisitos adaptados de [45][49][55], o mesmo contém 9 (nove) métricas para avaliação de tecnologia assistiva (*APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO COLETIVA UTILIZADO COM OS DEFICIENTES VISUAIS*). O preenchimento do questionário foi aplicado após o primeiro e o último desafio propostos, visando verificar a evolução das ponderações.

Foram utilizados para os testes um aparelho Galaxy 5 I5500B³⁹, tela resistiva de 2.8", com o sistema *Android 2.2*, além de instalados e configurados para síntese de voz em português os aplicativos eSpeak TTS v 1.0 e SVOX Classic Text To Speech Engine.

Antes da interação inicial com os aplicativos LêBraille, os deficientes submeteram-se a testes práticos para comprovação de habilidades com o sistema Braille, no qual transcreveram algumas frases para este sistema de escrita.

Durante as primeiras entrevistas com os DVs, percebeu-se a dificuldade de compreensão da localização/distribuição dos elementos na tela. Então decidiu-se confeccionar um material tátil a ser utilizado no contato inicial do DV com o aplicativo proposto (Figura 38). Esta solução tenta facilitar a orientação física quanto à posição dos botões virtuais do aplicativo na tela do dispositivo móvel.



Figura 38 - Ambientação por modelo tátil.

³⁹ Aparelho robusto em processamento, tela resistiva, bom alto falante externo, boa relação custo x benefício, mas não possui *multi-touch*.

Após o período de ambientação, o grupo foi dividido pela metade e, desse modo, foram avaliados 5 (cinco) deficientes por vez. A estes participantes foi apresentado o *layout* de cada uma das três aplicações funcionando no *smartphone*: LêBraille, LêBrailleTWT e LêBrailleSMS. Todo o procedimento foi registrado através de filmagens.

Os deficientes visuais que participaram dessa experiência possuíam, resumidamente, o seguinte perfil:

- 07 (sete) Homens e 03 (três) Mulheres;
- Possuíam entre 21 e 41 anos de idade;
- 01 (um) possuía baixa visão;
- Todos tinham conhecimentos em Braille e noção do funcionamento do *Twitter*;
- 01 (um) utiliza o aparelho *iPhone* e outros 2 (dois) já haviam tido rápido contato com interfaces de toque usando o *iPhone*.

Para visualizar o perfil completo de cada participante, acesse o *APÊNDICE C - PERFIL INDIVIDUALIZADO DOS ENTREVISTADOS*.

Os testes foram compostos de 3 (três) atividades, conforme descritas nos itens seguintes. Logo em cada sessão, foram propostas atividades com níveis crescentes de dificuldade, visando obter melhores resultados quantitativos de validação e aceitação da ferramenta.

As próximas seções apresentam as etapas de avaliação da solução proposta para cliente *Twitter* e envio/recebimento de SMS e relata os resultados obtidos em cada fase.

4.1 Sessão 1: LêBrailleTWT

O aplicativo LêBrailleTWT, conforme exposto, é direcionado a um público de deficientes visuais que vem cada vez mais utilizando as redes sociais virtuais. Por este motivo, a avaliação da utilidade prática do *software* se faz necessária através de avaliações voltadas para o público alvo e estão descritas a seguir em duas atividades.

Atividade 1

Em um primeiro momento, pediu-se aos usuários que navegassem no aplicativo, lessem *tweets* e reenviassem alguns *tweets* (*retweetar*). Em um segundo momento, um

desafio prático foi proposto para cada participante no qual o tempo de execução da tarefa foi medido. O desafio era *tweetar* o alfabeto completo através da interface de entrada de dados. O objetivo do desafio era avaliar o serviço LêBraille, que até o momento, não havia sido avaliado com deficientes visuais letrados em Braille.

Os resultados parciais obtidos a partir da interação com a aplicação encontram-se descritos abaixo:

ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO

Definição: É determinado pela forma de apresentar a tecnologia. Envolve, portanto, a organização geral, estrutura, estratégia de apresentação, coerência e suficiência. O termo suficiência refere-se a quantidade de informação/conteúdo repassado ao entrevistado. Por exemplo, repasse das informações para uso, principais comandos e ações do sistema.

Objetivo no experimento: Apresentar os aplicativos de forma lúdica, desafiadora e clara. Fazendo, assim, com que o deficiente passe por um período de utilização guiada. Compreendendo rapidamente a interação com software.

Como foi medida: Foram feitos os seguintes questionamentos:

- a) As informações estão claras e os termos compreensíveis?
 - b) Toda a informação foi previamente necessária para o acesso às tecnologias?
 - c) A forma de apresentação das tecnologias contribuiu para o aprendizado?
 - d) O material está apropriado?
 - e) O tempo de apreciação está adequado?
-

Resultados: Os voluntários relataram que todas as informações e materiais repassados para ambientar o acesso às tecnologias apresentadas foram necessários, os termos utilizados estavam compreensíveis e contribuíram para o aprendizado dos mesmos. E 40% dos envolvidos gostariam de mais tempo disponível para apreciação da tecnologia, não demonstrando segurança no uso do sistema, mas interessados na temática.

MOTIVAÇÃO

Definição: É determinada pela capacidade da tecnologia em causar impacto, motivação e/ou interesse.

Objetivo no experimento: Evidenciar que o aluno aprende mais quando participa ativamente do processo de aprendizado e não fica apenas passivamente recebendo informações. Obtendo um *feedback* dos entrevistados se o uso de interfaces/dispositivos *touchscreen* é algo que é desafiador para o mesmo, e se é instigante/interessante para ele interagir com o que está sendo proposto, ou se está participando daquilo simplesmente por uma formalidade.

Como foi medida: Foram feitos os seguintes questionamentos:

- a) A tecnologia é atraente? Estimula a mudança de atitude e comportamento?
- b) A tecnologia tem o formato interessante para uma pessoa cega?
- c) O tema retrata aspectos-chaves importantes?
- d) Trouxe novos conhecimentos sobre os aspectos e paradigmas da interface *touchscreen*?

Resultados:

- 60% dos entrevistados disseram que a tecnologia é atraente.
- 70% consideraram os aspectos abordados (*Twitter*, *smartphone touchscreen* e Braille) importantes.
- Apesar das necessidades de adaptações sugeridas, 90% relataram que a tecnologia tem o formato interessante para uma pessoa cega, provendo a quebra de paradigmas no uso de interfaces *touchscreen*.

DESIGN

Definição: É determinado pelo desenho apresentado no aplicativo.

Objetivo no experimento: Avaliar a facilidade dos usuários em localizar informações/elementos importantes na tela.

Como foi medida: Os voluntários responderam ao seguinte questionamento: “O aplicativo está organizado de maneira clara e lógica, a fim de facilitar a localização e operação eficiente dos elementos de interface?”

Resultados: 80% dos usuários deficientes visuais disseram que o aplicativo possui um layout que propicia a fácil localização e a operação eficiente dos elementos da interface.

ESTILO DO ÁUDIO

Definição: É determinado pela compreensão e estilo do áudio apresentado.

Objetivo no experimento: Apresentar recursos sonoros de forma adequada.

Como foi medida: Foram feitos os seguintes questionamentos:

- a) O tamanho do áudio está bom, é amigável e interessante?
 - b) Seria melhor o sintetizador espeak ou svox?
 - c) A interface apresenta um som atrativo que induz a exploração/acesso do sistema?
-

Resultados: A aplicação é portátil para o sintetizador de voz que esteja definido como padrão no *smartphone*. Com isso, uma investigação foi realizada, utilizando os sintetizadores de voz eSpeak e SVOX, verificando que 80% dos entrevistados optaram pela utilização do eSpeak devido à rapidez no tempo de resposta propiciado por esse sintetizador, gerando uma maior segurança na utilização do sistema proposto. Porém, 90% não consideraram o som tão atrativo para a exploração/acesso ao sistema quando comparado com a qualidade da voz sintetizada pelo SVOX.

NAVEGABILIDADE

Definição: Determinada pela facilidade do usuário navegar nas páginas e conteúdos correspondentes.

Objetivo no experimento: Permitir ao DV navegar livremente pelos elementos e interfaces, ou seja, o usuário deve possuir o controle da sequenciação durante a utilização do software. Possuindo assim retorno fácil às localizações anteriores.

Como foi medida: Foram feitos os seguintes questionamentos:

- a) A interface está clara e suficientemente capaz de ser manipulados com sucesso?
 - b) Tem facilidade de navegação na página a página, ou de um link para outro sem ficar perdido?
 - c) A navegação têm sequência lógica?
-

Resultados: 60% citaram que a interface está compreensível e de fácil navegação, porém a mesma necessita de adaptações. E 90% ratificaram que a navegação possui uma sequência lógica.

CONTEÚDO

Definição: Relaciona-se ao assunto abordado na tecnologia.

Objetivo no experimento: Verificar se a abordagem dos conteúdos está de forma lógica, ordenada e seqüencial.

Como foi medida: Os voluntários responderam ao seguinte questionamento: “A tecnologia corresponde ao seu nível de conhecimento?”

Resultados: Todos os entrevistados, após a manipulação do aplicativo, afirmaram que a tecnologia apresentada corresponde ao seu nível de conhecimento. O que confirma que todos os envolvidos conseguiram entender o intuito da pesquisa na qual estavam inseridos.

Definição: É determinado pela agilidade de acesso à página e aos conteúdos inseridos na mesma.

Objetivo no experimento: Avaliar se o tempo de resposta das ações e acesso aos objetos é eficiente.

Como foi medida: Foram feitos os seguintes questionamentos:

- a) O tempo de resposta propiciado pelo sintetizador de voz é satisfatório?
 - b) Qual o tempo médio para escrita de uma mensagem padrão?
-

Resultados: Para realização da atividade proposta, o tempo médio para escrita e postagem da mensagem foi de 05 min e 23 seg, com um coeficiente de variação⁴² de 39,26. Porém, deve-se levar em consideração que as dificuldades de navegação são decorrentes da falta de experiência do testador neste ambiente. Alguns resultados demonstraram tempos menores, como 3min e 02 seg, o que sugere que com o tempo e familiarização com a ferramenta os mesmos diminuam significativamente.

VELOCIDADE

EFICÁCIA

Definição: É determinado pelos propósitos, metas ou finalidade que se deseja com a utilização da tecnologia.

Objetivo no experimento: Investigar os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e quando eles ocorrem. Estes mecanismos devem favorecer a sua correção. Inclui proteção contra erros, qualidade das mensagens de erro, correção dos erros e reversão fácil das ações.

Como foi medida: Os voluntários responderam ao seguinte questionamento: "Os recursos de acessibilidade estão adequados? E são suficientes?"

Resultados: Todos os participantes conseguiram realizar a atividade proposta, porém 70% dos mesmos afirmaram que os recursos de acessibilidade necessitam de reformulações. Essas serão detalhadas a seguir, no item COMENTÁRIOS GERAIS E SUGESTÕES.

EDUCAÇÃO ESPECIAL

Definição: Refere-se à inclusão de tal tecnologia no processo educacional de pessoas com necessidades especiais.

Objetivo no experimento: Buscar referência ao universo cotidiano dos DVs, em uma perspectiva de formação e de cidadania utilizando as novas tecnologias.

Como foi medida: Os voluntários responderam ao seguinte questionamento: "A tecnologia aborda assuntos necessários para incentivar o usuário ao aprendizado Braille e interação em redes sociais?"

Resultados: 70 % informaram que tal recurso poderá incentivar o deficiente visual ao aprendizado Braille e estimulá-los a uma maior participação/interação nas redes sociais.

COMENTÁRIOS GERAIS E SUGESTÕES DOS PARTICIPANTES:

A partir da análise dos dados obtidos, pode-se classificar as sugestões propostas pelos DV's, de acordo com seu grau de complexidade e resolutividade determinadas pelo pesquisador. Segue:

- a) **SIMPLES:** A ferramenta deve melhorar ainda mais o retorno ao usuário, afinal a aplicação de uma infraestrutura existente para acesso ao *Twitter* está funcional. Ou seja, melhorar a usabilidade do sistema. Desse modo, seguem alterações citadas como necessárias:
 - “Durante a inserção de uma nova mensagem é impossível saber quantos caracteres ainda restam para serem digitados (dos 140 permitidos)”.
 - “Após a realização de algumas ações não há um retorno claro da obtenção de sucesso, por exemplo: o momento do carregamento das mensagens, do envio da mensagem, o retorno de qual caractere foi apagado, se uma determinada ação gestual foi aceita”.

- b) **MODERADA:** Proporcionar autonomia a controladores externos à aplicação, o que é um pouco complicado, dado a não acessibilidade do Sistema Operacional. Então, deve-se estudar uma forma na própria aplicação criar tais controles, pois esta proposta, a princípio, não permite a utilização de botões físicos. Deve-se proporcionar uma forma que, dentro do aplicativo, o usuário deficiente visual possa alterar/personalizar a velocidade e a fala do sintetizador.

- c) **COMPLEXO:** Repensar a utilização e a importância do *multi-touch*, para a resolução do “conflito entre o momento de exploração da tela e o gesto que realiza uma ação”. Daí a *Apple* utilizar tal recurso em seus aparelhos para também proporcionar uma melhor acessibilidade aos usuários DVs. Nesse sentido, foram sugeridas correções de alguns erros na ferramenta avaliada, por exemplo, o conflito entre o momento de exploração da tela e o gesto que realiza uma ação.

Além das sugestões propostas, é possível destacar que para os entrevistados a maior contribuição apresentada, neste projeto, foi a inclusão do Sistema Braille nas

novas tecnologias. Afinal, esta aliança entre o tradicional e o tecnológico é inovadora e incentiva sua usabilidade.

Atividade 2

O segundo desafio prático consistiu-se na postagem de uma mensagem “padrão” para um *Twitter*. Esta padronização seguiu os informes de *Socialmediatoday*⁴⁰ e *Oxford*⁴¹, que cita a média de palavras por *tweet*, considerando sua variação entre 13 e 15 palavras, contendo aproximadamente 69 caracteres.

Assim, foi proposta a escrita de um dito popular⁴² que se encaixa nas especificações citadas e que fosse de fácil memorização. Durante esta atividade, observou-se além da escrita, o sucesso e a facilidade dos usuários no acesso às demais mensagens via *Timeline* e em *retweetar* uma mensagem. O fluxo de execução da atividade proposta segue os passos detalhados na Figura 36.

Cada usuário teve um período para realizar uma postagem aleatória para relembrar os passos de submissão e indagar ao pesquisador em caso de dúvidas. Após este momento, a atividade teve início.

O tempo médio para escrita da frase e postagem no *Twitter* foi de 11 min e 36 seg e o coeficiente de variação⁴³ de 33,99. Esse resultado sugere um tempo relativamente alto se comparado a outras formas de entrada de dados, citadas na seção 2.4.3. Isso se deve ao fato de considerarem outras métricas baseadas em desempenho, tais como, a velocidade por caractere e a taxa de erro. Contudo, demonstra uma melhoria relativa em relação ao que foi obtido na métrica velocidade da atividade 1.

Os tempos individualizados das duas atividades estão expressos no Gráfico 1:

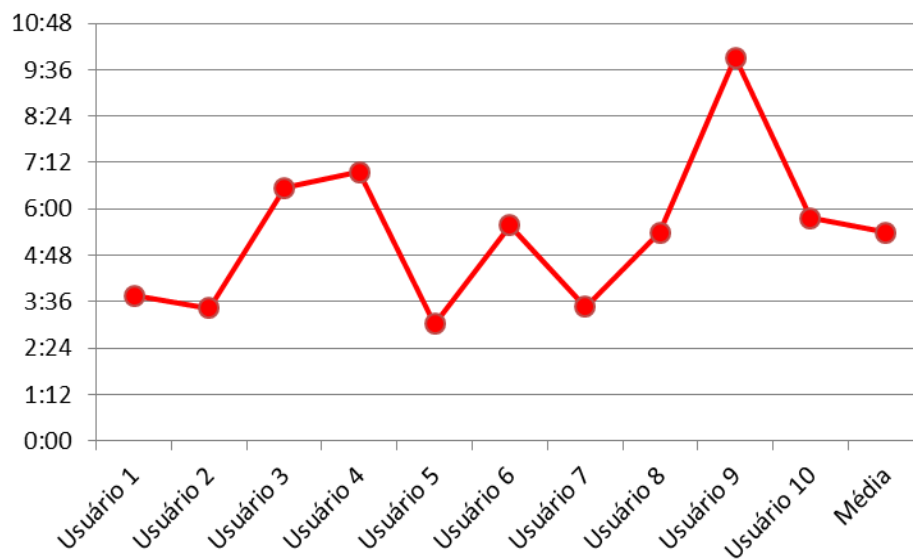
⁴⁰ <http://socialmediatoday.com/joshgordon/253668/content-marketing-lessons-top-10-retweets-2010>

⁴¹ <http://blog.oup.com/2009/06/oxford-twitter/>

⁴² “Antes de dar comida a um mendigo, dá-lhe uma vara e ensina-lhe a pescar.”

⁴³ É uma medida relativa de dispersão, útil para a comparação em termos relativos do grau de concentração em torno da média.

a) TWETTAR O ALFABETO



b) TWETTAR UMA FRASE PADRÃO

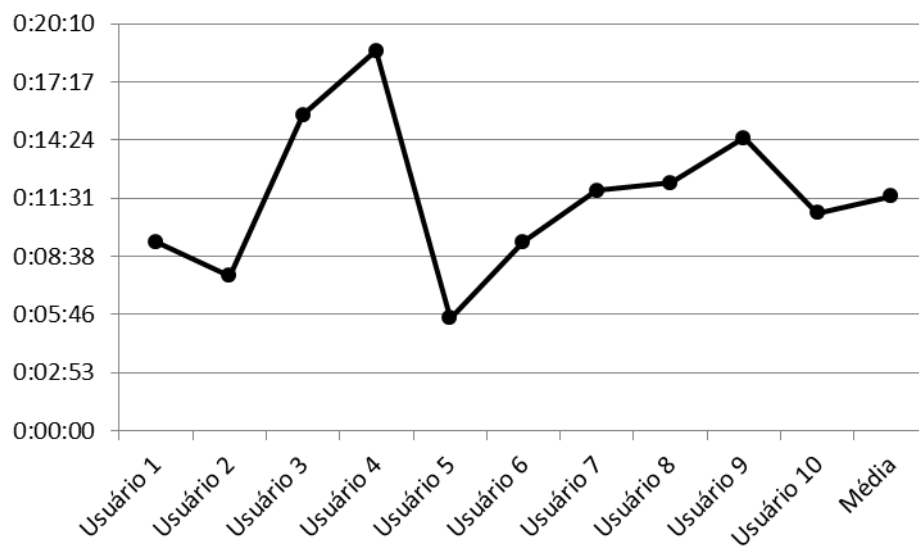


Gráfico 1. Tempo para realização das atividades da Sessão 1: LêBrailleTWT.

4.2 Sessão 2: LêBrailleSMS

A atividade feita para a avaliação da **terceira atividade** foi enviar uma mensagem SMS a critério do participante, com pelo menos 10 palavras, sendo a última o nome do mesmo como forma de identificação. Essa mensagem era destinada ao número do celular do pesquisador.

Com a aplicação dos critérios de avaliação usados no aplicativo anterior, é possível afirmar que todos os entrevistados aprovaram o aplicativo nos quesitos referentes à forma de apresentar a tecnologia (estratégia, estrutura e organização de apresentação); ao assunto/conteúdo abordado na tecnologia; ao layout da interface (design) e estilo do áudio utilizado no aplicativo; além do objetivo da atividade prática proposta, que neste caso foi acessar a caixa de entrada das mensagens e enviar uma mensagem SMS para o celular do pesquisador.

A grande maioria dos entrevistados, 90%, conforme Gráfico 2, ratificou que a tecnologia proposta é interessante e tem a capacidade de causar impacto e/ou motivação. Já 80% relataram a facilidade do usuário navegar nas páginas e conteúdos correspondentes do aplicativo e 70%, consideraram aceitável a agilidade de acesso à página e aos conteúdos inseridos na mesma. Ainda, cerca de 70% aceitaram a ideia de tal tecnologia ser utilizada como ferramenta de apoio ao ensino de Braille.

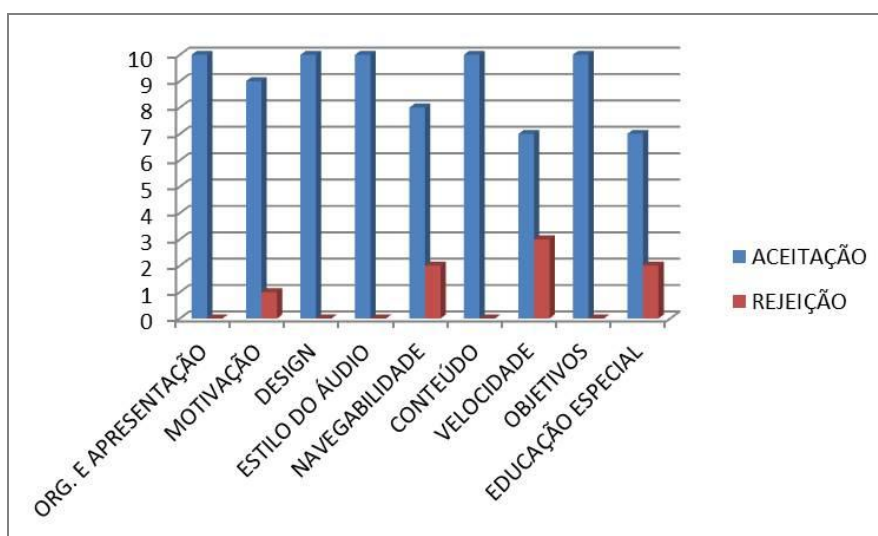


Gráfico 2. Índices parciais do estudo de interação com a tecnologia.

4.3 Discussão dos resultados obtidos

O objetivo desta etapa foi observar o desempenho dos DV's na interação com a interface *touchscreen* e a funcionalidade do suíte de aplicativos. Ressaltando que a meta foi alcançada, uma vez que todos conseguiram executar as três atividades propostas: *twitar* o alfabeto, *twitar* uma mensagem padrão e enviar SMS com uma frase a escolha do usuário.

Vale ressaltar que este trabalho concentra-se em preocupações relacionadas à disposição espacial dos elementos de interação, alavancando a usabilidade e o uso em diversos cenários. Nesse sentido, deve-se levar em consideração na análise dos resultados que os sujeitos envolvidos tiveram contato com a ferramenta apenas durante as entrevistas, pois o sistema *Android*, mesmo com o uso do TalkBack, ainda não propicia total autonomia para que sozinho o usuário deficiente visual possa utilizar o sistema operacional.

Logo, um dos problemas visualizados foi a insegurança aos momentos de silêncio do aplicativo. Assim, espera-se que com um maior tempo de utilização da ferramenta, as postagens sejam mais intuitivas diminuindo significativamente a demora de todo o ciclo de postagem.

Embora a pesquisa não objetive, especificamente, as questões relativas ao tempo de uso/velocidade, é necessário avaliar como isso influencia na interação com o projeto proposto. Além disso, é essencial verificar como pode contribuir e repercutir em trabalhos futuros, em que esse detalhe poderá ser melhor analisado.

Com relação às dificuldades e imposições relatadas pelos deficientes visuais, foi possível dividi-las nas seguintes categorias:

Motivação

Trata-se de um sistema interessante e com aplicabilidade, contudo foi ressaltado que sua utilização por deficientes visuais depende de um maior período de adaptação com o aplicativo.

Foi possível constatar uma grande expectativa por parte desses usuários deficientes visuais para utilização da plataforma *Android* (com ou sem *touchscreen*), pois além dos aparelhos terem um custo mais acessível, alguns aparelhos têm

capacidade para dois chips. Inclusive um dos entrevistados demonstrou interesse em adquirir/testar outros dispositivos *touchscreen*.

Sintetizadores de voz

Os resultados evidenciaram a importância deste tipo de software para os deficientes visuais, contudo, houve algumas ressalvas quanto à utilização do eSpeak ou SVOX, como se pode observar no Gráfico 3.

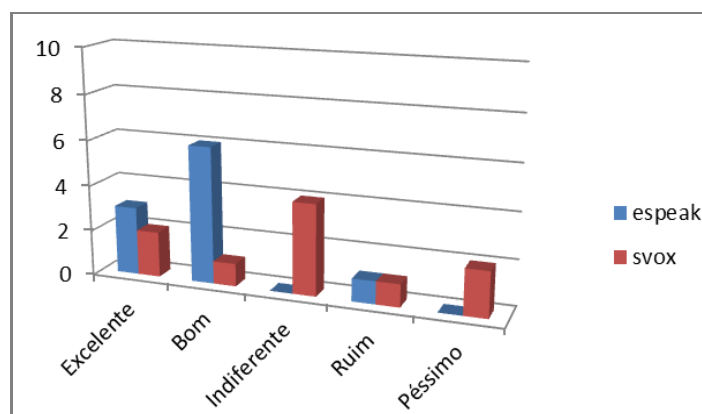


Gráfico 3. Índices de aceitação dos sintetizadores de voz

A síntese de voz do SVOX é menos robotizada o que agradou há alguns entrevistados, porém o tempo de resposta propiciado pelo sintetizador não foi tão satisfatório, tornando mais lento a exploração do sistema.

Já o eSpeak não pode ser considerado tão atrativo/interessante por ser o mesmo sintetizador utilizado em outros programas de uso comum dos deficientes (e.g., Leitor de Tela para desktop, NVDA), mesmo assim obteve bons índices de aceitação por prover um bom tempo de resposta, propiciando mais segurança no uso das aplicações.

Navegação

Alguns entrevistados ponderaram melhorias a serem implementadas para facilitar a navegação. No que refere-se ao LêBrailleSMS, foi sugerido que na mudança de página, envio dos dados e status da barra de progressão, o usuário fosse informado a medida que isso fosse sendo carregado.

O usuário classificado como de baixa visão, relatou que gostou do contraste dos aplicativos, de forma que o esquema de cores facilitou sua orientação. Sua principal dificuldade refere-se ao tamanho das letras, a qual foi compensada pelo retorno sonoro do aplicativo.

Devido a limitações da plataforma *Android*, detalhadas [38], referentes aos aplicativos no *Android*, qualquer proposta de leitura de tela só será funcional dentro da aplicação local, não sendo acessível a todas aplicações do Sistema Operacional. Porém, deve-se levar em consideração que as dificuldades de navegação são influenciadas pela falta de experiência do usuário neste ambiente. Logo, o pouco tempo de uso pelos deficientes, geraram complicações ao descreverem sobre a aceitabilidade ou não da navegação, pois alguns dos entrevistados confundiram a acessibilidade das aplicações propostas com o baixo nível de acessibilidade nos menus do AndroidOS.

Velocidade de escrita

A ideia de incluir o uso do Braille nas novas tecnologias foi ressaltada como uma contribuição deste projeto. Contudo, alguns ressaltaram dificuldade no uso de tela de toque, pela necessidade de identificar/localizar de forma tátil os botões. O que evidencia a falta de um maior tempo de treinamento desta funcionalidade.

Foram sugeridas algumas alterações que facilitariam o manuseio do LÊBraille, como por exemplo: informar qual caractere foi apagado; falar a palavra quando dá espaço entre uma palavra e outra; interromper a leitura e atualizar a fala de acordo com o local do novo toque, até comentou-se na possibilidade da utilização de *multi-touch* para evitar um problema de ler as informações da tela quando na verdade desejaria inserir um comando, recurso já adotado pela Apple.

5 CONCLUSÃO

Os estudos investigativos sobre a interação do deficiente visual com interfaces de apelo estritamente visual, como é a de toque, é uma demanda latente que requer cada vez mais estudos e pesquisas aplicadas.

Diante do exposto este projeto desenvolveu um suíte de aplicativos acessíveis para dispositivos com interface *touchscreen* direcionado aos deficientes visuais e que forneceu orientação aos desenvolvedores na implementação dos requisitos de acessibilidade.

Um fator diferencial, deste projeto, é a utilização do conceito de Desenho Universal nas interfaces, onde estas possam ser utilizadas por todos, ou seja, trazer o deficiente para o mundo dos videntes e não o contrário. Neste contexto, optou-se pela mescla na utilização de botões e gestos, usualmente, utilizados.

No editor de texto do LêBraille, proposto nesta dissertação, além dos retornos sonoros e tácteis, há um campo de edição que mostra os caracteres da mensagem digitada, facilitando a comunicação entre pessoas com e sem deficiência. Esse recurso não substituirá a reglete tradicional, pelo contrário, o uso deste instrumento servirá para estimular as pessoas ao uso do sistema Braille e, conseqüentemente, da reglete.

Ressalta-se que o trabalho proposto não pretende oferecer soluções personalizadas com mudanças estruturais nos dispositivos móveis. O LêBraille, assim como os aplicativos para SMS e *Twitter*, possuem somente alterações que foram consideradas necessárias para a adaptação das necessidades gerais dos DV's, o que não impossibilita o uso destes dispositivos por pessoas videntes.

Nesse contexto, a suíte de aplicativos concebido e implementado, somente atendeu seus objetivos após um longo processo de interação cuidadosa e contínua entre o pesquisador e o grupo de DV's. Isso permitiu que durante o processo de desenvolvimento do trabalho de mestrado houvesse uma melhor compreensão de suas necessidades e limitações, de suas habilidades, facilidades e dificuldades de uso, podendo assim melhorar cada vez mais a técnica de abordagem.

Desse modo, o objetivo deste projeto foi alcançado à medida que conseguiu identificar um conjunto de estratégias de interface que permite o acesso para pessoas com deficiência visual para interfaces *touchscreen*, seguindo o conceito de Desenho Universal, sem alterar seu *layout* ou a operação para os usuários que não têm deficiências visuais.

Outro aspecto interessante foi o alto nível de aceitação quanto ao uso dos aplicativos desenvolvidos e ao grau de acessibilidade implementada nestes dispositivos, dados constatados durante o processo de avaliação descritos no capítulo 4 (quatro).

Vale destacar que encontrar uma grande quantidade de avaliadores deficientes visuais para testar o sistema proposto não foi uma tarefa simples. Inicialmente, pelo perfil exigido para o deficiente que deveria participar deste estudo (deficiente visual com experiência em Braille e com bons conhecimentos de informática, idealmente que já utilizasse *Twitter* e sistemas *touchscreen*).

Além disso, há a necessidade de um mediador presente durante todo período de interação, pois o sistema *Android*, mesmo com o uso do TalkBack, ainda não propicia total autonomia para que sozinho o usuário deficiente visual possa utilizar o sistema operacional.

Neste sentido, é possível que os resultados obtidos, neste projeto, possam ter sido influenciados pelo pequeno número de usuários avaliadores ou ainda pela pouca experiência dos entrevistados. Contudo, isso não invalida os resultados obtidos, uma vez que foi possível promover a acessibilidade às pessoas com deficiência visual no uso de dispositivos móveis para envio de SMS e acesso à rede social *Twitter*, conciliando a linguagem Braille ao mundo tecnológico.

Por fim, este trabalho implementou soluções acessíveis e aceitáveis pelos DV's, porém há necessidade de implementar as modificações sugeridas. Nesse sentido, o projeto deve continuar desenvolvendo novas soluções e realizando novos testes comparativos com usuários.

Os aplicativos serão disponibilizados à comunidade deficiente visual através da loja virtual do *Android* (Google Play) e aos desenvolvedores que queiram contribuir com o projeto, o código fonte poderá ser solicitado aos autores, sem ônus, nos termos da Licença Creative Commons ([CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)): Atribuição - NãoComercial - CompartilhaIgual 3.0 Não Adaptada.

5.1 Trabalhos Futuros

No campo da educação, os dispositivos *touchscreen* estão sendo inseridos nos ambientes de aprendizagem para facilitar a interação entre o aluno e o conteúdo a ser aprendido.

Cada vez mais, os pesquisadores estão explorando ativamente maneiras de integrar as telas de toque em ambientes *M-Learning*. Assim, estudos investigativos da interação do deficiente com interfaces de apelo estritamente visual, como é a de toque, comprovam a necessidade de aprofundamento de pesquisas aplicadas que levem ao desenvolvimento de novas tecnologias digitais acessíveis.

Nesse contexto, o desenvolvimento do LêBraille poderá servir como um instrumento que estimula, significativamente, a escrita do estudante deficiente visual, principalmente no contexto das tecnologias móveis, tendo aplicabilidade em atividades extracurriculares em escolas de alfabetização desses deficientes.

Diante da contribuição deste projeto, que integra a tradicional escrita Braille às tecnologias digitais, ainda são necessárias adaptações que venham a melhorar cada vez mais a sua usabilidade pelos usuários DV's.

Assim, para o LêBraille ser finalizado é necessário implementar o segundo modo de escrita em Braille (estilo reglete) e registrá-lo como um aplicativo de teclado virtual, podendo assim ser acionado por qualquer outro aplicativo. Para o LêBrailleTWT está prevista a adição de novas funcionalidades do *Twitter*, como gerenciar os contatos (*follow-unfollow*) e enviar mensagens por DM (Direct Messages). Para o LêBrailleSMS a possibilidade de responder um SMS recebida, importando os dados do remetente.

Desse modo, torna-se instigante realizar mais avaliações com foco em outras métricas, como taxa de erros, comparando com soluções mais conhecidas. Destaca-se que novos testes de usabilidade em aparelhos de diferentes tamanhos de tela é um dos trabalhos a serem realizados.

A médio prazo, existe a possibilidade de tais soluções serem portadas para a plataforma iOS e os testes serem realizados com um público alvo mais abrangente, incluindo pessoas sem deficiência e crianças deficientes visuais. O que propiciará uma melhor investigação do impacto e da aceitação de tal tecnologia na utilização do Braille.

Conforme citado anteriormente, os aplicativos podem ser disponibilizados aos desenvolvedores que tenham interesse em contribuir com o projeto. Assim, estima-se que em longo prazo seja possível revisar, adicionar recomendações e métricas através de novas experiências vinculadas ao desenvolvimento de outros aplicativos de *M-Learning* que usem como sua entrada de dados o LêBraille.

5.2 Trabalhos Publicados

Como resultado desta pesquisa, até o momento foram publicados três trabalhos, um em periódico nacional, um em uma conferência internacional e o outro em uma conferência nacional (com publicação na *ACM Digital Library*):

- FAÇANHA, Agebson R.; LIMA, Lívio S.; ARAÚJO, Maria da Conceição C.; VIANA, Windson; PEQUENO, Mauro C.. Auxiliando o processo de ensino-aprendizagem do Braille através de dispositivos *touchscreen*. Revista de Informática na Educação: Teoria & Prática – PGIE/UFRGS, Edição Especial: Tecnologias Assistivas. (no prelo)
- FAÇANHA, Agebson R.; VIANA, Windson; PEQUENO, Mauro C.. Estudo de interfaces acessíveis para usuários com deficiência visual em dispositivos móveis *touchscreen*. XVI Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE 2011), Santiago Chile.
- FAÇANHA, A. R. ; VIANA, Windson ; ARAÚJO, M. C. C. ; PEQUENO, M. C. . LêbrailleTWT: acessibilidade visual e tátil para Twitter em dispositivos *touchscreen*. 2012. Companion Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. ACM, New York, NY, USA. (no prelo)

Tais trabalhos consolidam as fases de evolução desta pesquisa. O primeiro com um enfoque mais de aplicação educacional, visando a inserção de dados do LêBraille como ferramenta de auxílio à alfabetização em Braille. O que depois tornou-se a qualificação deste pré-projeto, apresentado ao programa.

A segunda publicação advém da necessidade de críticas e sugestões feitas pelo público deficiente visual, durante o desenvolvimento dos primeiros protótipos. E de posse dessas informações, o resultado foi, também, o desenvolvimento da pré-proposta.

A terceira publicação é referente aos resultados obtidos com os testes por usuários na aplicação LêBrailleTWT.

E, para finalizar, existe outra publicação submetida e aguardando aceite. A mesma aborda com maiores detalhes o *feedback* dado por usuários deficientes visuais para a aplicação de troca de mensagens através de SMS.

Além disso, o trabalho LEBRAILLETWT: Interface *touchscreen* acessível para *Twitter* foi classificado como um dos finalistas do Primeiro Prêmio Nacional de Acessibilidade na Web - Todos@Web, organizado pelo W3C Brasil, em 2012. Tal prêmio não tem caráter científico, priorizando a divulgação de ações na área de acessibilidade virtual, o que demonstra comprometimento social do autor desta dissertação em desenvolver e melhorar soluções móbil acessível.

6 REFERÊNCIAS

- [1] CARSTENSEN, Christina. **Is your marketing ‘mobile ready’?**. IDG Global Solutions, 2011. Disponível em: <<http://www.idgglobalsolutions.com/download/file/fid/190671>>. Acesso em: 05 jan. 2012.
- [2] NIELSEN. **State of The Media: The Social Media Report Q3 2011**. 2011. Disponível em: <<http://blog.nielsen.com/nielsenwire/social/>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- [3] CETIC.BR. **Pesquisa sobre uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil**. Disponível em: < <http://www.cetic.br/tic/2010/index.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2011.
- [4] BRASIL. **Decreto 5.296/04, que regulamenta as Leis 10.098/00 e 10.048/00**. 2004. Disponível em <https://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: 22 abr. 2011.
- [5] FILHO, Sérgio, F.M. de Camargo; BICA, Fancine. **Acessibilidade digital para cegos: Um modelo de interface para utilização do mouse**. XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Fortaleza, 2008.
- [6] SAC. **Sociedade de Assistência aos Cegos**. Disponível em: <http://www.sac.org.br/APR_BR2.htm>. Acesso em: 30 mar. 2011.
- [7] MEC. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2011.
- [8] INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT (IBC). **Grafia Braille da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=348>>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- [9] NAPNE, IFRS/BG. **Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Especiais**. Disponível em: <<http://www.bento.ifrs.edu.br/acessibilidade>>. Acesso em: 19 fev. 2011.

- [10] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Braille Fácil 3.5a**. 2002. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/>>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- [11] APADEV - Associação dos Pais e Amigos dos Deficientes Visuais de Caxias do Sul. **Workshop: O Sistema Braille**. Disponível em <<http://www.apadev.org.br/?id=13>>. Acesso em: jun. 2010.
- [12] BORGES, J. A.; PAIXÃO, B. R.; BORGES, S. **Projeto DEDINHO - Alfabetização de crianças cegas com ajuda do computador**. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/textos/dedinho.doc>>. Acesso em: 17 out. 2010.
- [13] CAMPOS, A.; BRANCO, P. **3GM-INSIGHT: uma interface tátil para introdução de texto num PDA, para utilizadores portadores de deficiência visuais**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2003. 109 f.. Disponível em: <<http://immi.inesc.pt/~pjgb/3gm/pt/actividades/relatoriofinal/3gm-relatoriofinal.pdf>>. Acesso em 18/03/2007. Acesso em: 17 out. 2010.
- [14] MACHADO, J. R.; TIJIBOY, A.V. **Redes Sociais Virtuais: um espaço para efetivação da aprendizagem cooperativa**. 2005. Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS, V. 3 Nº 1, Maio, 2005.
- [15] RODRIGUES, T., BENEVENUTO, F., ALMEIDA, V., ALMEIDA, J., GONÇALVES, M. **A contextual analysis of the YouTube duplicate content**. 2009. Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '09). ACM, New York, NY, USA, , Article 23 , 8 pages.
- [16] KHRON, F., CAZELLA, S. **A framework for social networks new relationships recommendation from the use of folksonomies**. 2009. Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '09). ACM, New York, NY, USA, , Article 45 , 4 pages.
- [17] AGÊNCIA RS. **Webinar da comScore mostra dados relevantes sobre as redes sociais no Brasil – Veja gráficos**. 2011. Disponível em: <<http://www.agenciars.com.br/blog/webinar-da-comscore-mostra-dados-relevantes-sobre-redes-socias-brasil-veja-graficos/>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- [18] RODRIGUES, Carla. **O que você está fazendo agora? Três contribuições para o debate sobre microblogs**. Alceu, v.9 – nº18, p.148-161, jan./jun. 2009. Disponível em: <[publique.rdc.puc-rio.br/revistaalceu/media/Alceu_18_artigo_11_\(pp148_a_161\).pdf](http://publique.rdc.puc-rio.br/revistaalceu/media/Alceu_18_artigo_11_(pp148_a_161).pdf)>. Acesso em: 05 set. 2011.

- [19] FORBES. **Twitter Hits Nearly 200M Accounts, 110M Tweets Per Day, Focuses On Global Expansion.** 19 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/oliverchiang/2011/01/19/twitter-hits-nearly-200m-users-110m-tweets-per-day-focuses-on-global-expansion/>>. Acesso em: 01 jul. 2011.
- [20] ONCE. **Accesibilidad de Plataformas de Redes Sociales. Observatorio Accesibilidad TIC – discapnet.** 2010. Relatório Técnico. Dec. 2010. 78 p.
- [21] W3C. **WCAG 2.0.** 2008. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/WCAG/>>. Acesso em: 18 out de 2010.
- [22] PROGRAMA DE GOVERNO ELETRÔNICO BRASILEIRO. **Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico – e-MAG 3.0.** 22 set. 2011. Disponível em: <<http://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos/e-mag-3.0/download>>. Acesso em: 25 set. 2011.
- [23] GABRILLI, Mara. **Desenho Universal.** Disponível em: <http://www.vereadoramara gabrilli.com.br/files/universal_web.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.
- [24] APPLE. **Acessibilidade – iPhone - Visão.** Disponível em: <<http://www.apple.com/br/accessibility/iphone/vision.html>>. Acesso em: 10 ago. 2011.
- [25] NOKIA BETA LABS, **Nokia Braille Reader.** 17 mar. 2010. Disponível em: <<http://betalabs.nokia.com/apps/nokia-braille-reader>>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- [26] GUERREIRO, T., LAGOÁ, P., NICOLAU, H., GONÇALVES, D., JORGE, J. A. **From Tapping to Touching: Making Touchscreens Accessible to Blind Users.** 2008. IEEE MultiMedia, v.15 n.4, p.48-50.
- [27] LUCAS, David; NICOLAU, Hugo; GUERREIRO, Tiago; JORGE, Joaquim. **NavTilt: Interface gestual para cegos. Proceedings of Interação.** Portugal, 2010. Disponível em: <http://vimmi.inesc-id.pt/~tjvg/amc/navtilt/files/NavTilt_final.pdf>. Acesso em: 02 out. 2011.
- [28] OLIVEIRA, João; GUERREIRO, Tiago; NICOLAU, Hugo; JORGE, Joaquim; GONÇALVES, Daniel. **BrailleType: Unleashing Braille over Touchscreen Mobile Phones.** 2011. Human-Computer Interaction – INTERACT 2011. Lecture Notes in Computer Science, pp 100-107. ISBN: 978-3-642-23773-7.

- [29] FREY, Brian; SOUTHERN, Caleb; ROMERO, Mario. **BrailleTouch: Mobile Texting for the Visually Impaired**. Universal Access in Ambient Intelligence Environments. Volume 6767/2007, p.19-25, 2011. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/q6311214n4620115/>>. Acesso em: 01 out. 2011.
- [30] BONNER, M.N., BRUDVIK, J.T., ABOWD, G.D., EDWARDS, W.K. **No-look notes: Accessible eyes-free multi-touch text entry**. 2010. In: Floréen, P., Krüger, A., Spasojevic, M. (eds.) Pervasive Computing. LNCS, vol. 6030, pp. 409-426. Springer, Heidelberg.
- [31] TINWALA, H., MACKENZIE, I. S. **Eyes-free text entry on a touchscreen phone**. 2009. Proceedings of the IEEE Toronto International Conference – Science and Technology for Humanity – TIC-STH 2009, 83-89. New York.
- [32] SANCHEZ, Jaime; AGUAYO, Fernando. **Mobile Messenger for the Blind**. 2007. Universal Access in Ambient Intelligence Environments. Volume 4397/2007, p.369-385.
- [33] KANE, Shaun K.; BIGHAM, Jeffrey P.; WOBBROCK Jacob O. **Slide rule: making mobile touchscreens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques**. Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility. ACM, Nova Iorque, Estados Unidos, p.73-80, 2008. Disponível em: <http://delivery.acm.org/10.1145/1420000/1414487/p73-kane.pdf?ip=200.17.33.220&acc=ACTIVE%20SERVICE&CFID=56813692&CFTOKEN=74959414&__acm__=1318262503_6b4112afcec0a467c6e80188f0c62e5a>. Acesso em: 05 set. 2011.
- [34] EYES-FREE. **Speech Enable Eyes-Free Android Applications – Google Project Hosting**. Disponível em: <<http://code.google.com/p/eyes-free/>>. Acesso em: 22 jul. 2011.
- [35] STANFORD UNIVERSITY. **Stanford summer course yields touchscreen Braille writer**. 2011. Disponível em: <<http://news.stanford.edu/news/2011/october/touchscreen-braille-writer-100711.html>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

- [36] MASCETTI, Sergio; BERNAREGGI, Cristian; BELOTTI, Matteo. **TypeInBraille: a braille-based typing application for touchscreen devices**. 2011. The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (ASSETS '11). ACM, New York, NY, USA, 295-296.
- [37] ANDROID DEVELOPERS. **TextToSpeech**. 2012. Disponível em: <<http://developer.android.com/reference/android/speech/tts/TextToSpeech.html>>. Acesso em: 02 jul. 2012.
- [38] ACCESSIBILITY FAQ'S. **Voluntary Product Accessibility Template for CourseSmart eTextbooks for Android v.1.0**. 20 abr. 2011. Disponível em: <http://www.coursesmart.com/go/accesshelp/afbc_cs_android_vpat.pdf>. Acesso em: 20 set. 2011.
- [39] CYBIS, Walter. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Novatec, 2010.
- [40] BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SILVA, Bruno Santana da. **Interação Humano-Computador**. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2010. ISBN 978-85-352-3418-3.
- [41] SECTION 508. **Standards Guide**. Jun. 2010. Disponível em: <<http://www.section508.gov/index.cfm?fuseAction=stdsdoc>>. Acesso em: 28 ago. 2011.
- [42] WEBAIM. **Visual Disabilities**. Disponível em: <<http://webaim.org/articles/visual/blind>>. Acesso em: 05 ago. 2011.
- [43] ESPAÇO BRAILLE. **Acessibilidade na prática - Deficiência Visual: formas de leitura e acessibilidade à informação**. 2011. Disponível em: <http://www.brailu.com/2011_03_01_archive.html>. Acesso em: 02 jul. 2012.
- [44] MATTAR, F. **Pesquisa de marketing**. Ed. Atlas. 1996. p. 133.
- [45] OLIVEIRA, Paula M. P. **Avaliação de uma tecnologia assistiva sobre amamentação para pessoas cegas**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Enfermagem.
- [46] VANDERHEIDEN, G.C. **Use of audio-haptic interface techniques to allow nonvisual access to touchscreen appliances**. Proc. HFES 40, (1996), 1266.

- [47] KANE, Shaun K., WOBROCK, Jacob O., LADNER, Richard E. **Usable gestures for blind people: understanding preference and performance.** 2011. *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems (CHI '11)*. ACM, New York, NY, USA, 413-422.
- [48] KANE, Shaun K., MORRIS, Meredith R., PERKINS, Annuska Z., WIGDOR, D., LADNER, Richard E., WOBROCK, Jacob O.. **Access overlays: improving non-visual access to large touchscreens for blind users.** 2011. *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '11)*. ACM, New York, NY, USA, 273-282.
- [49] NBR ISO 9126-1. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 9126: Engenharia de software – Qualidade de produto - Parte 1: Modelo de qualidade.** 2003. ABNT. Rio de Janeiro. (versão brasileira da Norma ISO/IEC 9126, 2001).
- [50] SOUZA, Sérgio Augusto Freire de. **As redes sociais e a liquidez na Sociedade 140 bytes: sob os olhos da Coruja de Minerva.** 2009. Artigo apresentado sob a forma de palestra na XIV Semana de Letras da Universidade Federal do Amazonas - UFAM.
- [51] IBGE. **Censo Demográfico.** 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 27 jul 2012 e <www.ibge.gov.br> acesso em 26 jul 2012.
- [52] MILLARD, D., HOWARD, Y., GILBERT, L., WILLS, G.. **Co-design and Codeployment Methodologies for Innovative m-Learning Systems.** 2009. *Multiplatform E-Learning Systems and Technologies: Mobile Devices for Ubiquitous ICT-Based Education*, IGI Global.
- [53] GODOY, Maria Helena Coelho. **Brainstorming.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.
- [54] TECNOLOGIA DE PROJETOS. **A técnica de grupos focais para obtenção de dados qualitativos.** 1999. Disponível em: <http://www.tecnologiaprojetos.com.br/banco_objetos/%7B9FEA090E-98E9-49D2-A638-6D3922787D19%7D_Tecnica%20de%20Grupos%20Focais%20pdf.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.

- [55] SANTOS, R. C., GASSENFERTH, W., MACHADO, M. A. S. **Systems usability evaluation metrics review**. 2008. Trabalho apresentado no Global Business and Technology Association Conference - GBATA, Systems Usability Evaluation Metrics Review, Madri, Espanha.
- [56] VIANA, W., ANDRADE, Rossana M.C.. **XMobile: A MB-UID environment for semi-automatic generation of adaptive applications for mobile devices**. Março 2008. Journal of Systems and Software. Volume 81, pags. 382-394.
- [57] SONZA, A. P. **Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuários com limitação visual**. UFRGS, Doutorado – RS, 2008.
- [58] LEITE, J. C. S. P.. **Livro Vivo: Engenharia de Requisitos**. 2007. Disponível em: <<http://livrodeengenhariaderequisitos.blogspot.com.br/>>. Acessado em: 14/04/2012.
- [59] REILY, Lúcia Helena. **ESCOLA INCLUSIVA: Linguagem e mediação**. 2 ed. São Paulo: Papirus, 2004. ISBN: 85-308-0752-9.
- [60] TELECO. **Estatística de Celulares no Brasil**. 06 out. 2011. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>. Acesso em: 08 out. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PESSOAS CEGA

Pesquisa referente a interação de usuários deficientes visuais em dispositivos móveis com Android e com *touchscreen*, através de uma interface acessível de entrada de dados e de acesso ao *Twitter*/SMS.

Nome da Tecnologia: Interação através de dispositivos *touchscreen*.

IDENTIFICAÇÃO

1. Dados para contato:

- e-mail:

- *Twitter*:

- Estado onde mora:

2. Idade:

3. Sexo:

() Masculino

() Feminino

4. Qual o grau da deficiência?

() Baixa visão

() Cegueira

5. Causa da cegueira:

nascença;

adquirida.

6. Estado Civil:

Solteiro(a);

casado(a);

casado/ união estável;

viúvo(a);

outro.

7. Grau de escolaridade:

Ensino fundamental;

Ensino médio;

Ensino Superior;

Pós-graduação.

8. Renda familiar em salários: R\$

9. Profissão:

10. Nível de domínio de leitura e escrita utilizando o SISTEMA BRAILLE:

Básico

Intermediário

Avançado

11. Nível de conhecimento em informática:

- Básico
- Intermediário
- Avançado

12. Você utiliza o serviço de envio de SMS:

- Não
- Sim

13. Se sim, qual sua frequência de mensagens enviadas por semana?

- 0
- 1-5
- 5-10
- acima de 10

14. Sobre o domínio do Microblog *TWITTER*, você é um usuário:

- Básico
- Intermediário
- Avançado

15. Qual sua frequência de tweets postados por semana?

- 0
- 1-5
- 5-10
- acima de 10

16. Você acessa o *Twitter* pelo seu computador:

Não

Sim

17. Se sim, qual a interface de acesso ao sistema você utiliza:

QWITTER

Diretamente pelo site TWITTER.COM

BC_TWEETS

OUTRO:

18. Acessa o *Twitter* pelo celular:

Não

Sim

19. Se sim, qual a interface de acesso ao sistema você utiliza:

TWEET60

TweetList

OUTRO:

20. Você é usuário do Iphone?

Não

Sim

21. Se sim, qual o nível de domínio através da interação com tal dispositivo:

- Básico
- Intermediário
- Avançado

22. Se não, qual leitor de tela você utiliza para interagir com seu celular:

- Oratio
- Talks
- Mobile Accessibility
- Outro:

23. ESCREVA O QUE CONSIDERA IMPORTANTE PARA O CONHECIMENTO DO PESQUISADOR (OPCIONAL):

Data:

APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO COLETIVA UTILIZADO COM OS DEFICIENTES VISUAIS

INSTRUÇÕES:

Utilize o aplicativo e interaja com o dispositivo de toque através das interfaces que usam o LêBraille. Após isso, responda algumas perguntas para o grupo de forma a ponderar suas considerações para melhorar a acessibilidade dado os critérios abaixo:

Valoração

- 1 – Plenamente adequado;**
- 2 – Adequado, mas necessita de reformulações;**
- 3 – Inadequado;**
- 4- Não se aplica.**

1. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO – É determinado pela forma de apresentar a tecnologia. Envolve, portanto, a organização geral, estrutura, estratégia de apresentação, coerência e suficiência.

- a) As informações estão claras e os termos compreensíveis?
- b) Toda a informação foi previamente necessária para o acesso às tecnologias?
- c) A forma de apresentação das tecnologias contribuiu para o aprendizado?
- d) O material está apropriado?
- e) O tempo de apreciação está adequado?

2. MOTIVAÇÃO – É determinada pela capacidade da tecnologia em causar impacto, motivação e/ou interesse.

- a) A tecnologia é atraente? Estimula a mudança de atitude e comportamento?
- b) A tecnologia tem o formato interessante para uma pessoa cega?
- c) O tema retrata aspectos-chaves importantes?
- d) Trouxe novos conhecimentos sobre os aspectos e paradigmas da interface *touchscreen*?

3. DESIGN – É determinado pelo desenho apresentado no aplicativo.

- a) O aplicativo está organizado de maneira clara e lógica, a fim de facilitar a localização e operação eficiente dos elementos de interface?

4. ESTILO DO ÁUDIO – É determinado pela compreensão e estilo do áudio apresentado.

- a) O tamanho do áudio está bom, é amigável e interessante?
- b) Seria melhor speak ou svox?
- c) A interface apresenta um som atrativo que induz a exploração/acesso do sistema?

5. NAVEGABILIDADE– É determinada pela facilidade do usuário navegar nas páginas e conteúdos correspondentes.

- a) A interface está clara e suficientemente capaz de ser manipulada com sucesso?
- b) Tem facilidade de navegação na página a página, ou de um link para outro sem ficar perdido?
- c) A navegação têm seqüência lógica?

6. CONTEÚDO – Relaciona-se ao assunto abordado na tecnologia.

- a) A tecnologia corresponde ao seu nível de conhecimento?

7. VELOCIDADE – É determinada pela agilidade de acesso à página e aos conteúdos inseridos na mesma.

- a) O tempo de resposta propiciado pelo sintetizador de voz é satisfatório?
- b) Qual o tempo médio para escrita de uma mensagem padrão?

8. OBJETIVO – É determinado pelos propósitos, metas ou finalidade a que se deseja com a utilização da tecnologia.

- a) Os recursos de acessibilidade estão adequados? E são suficientes?

9. EDUCAÇÃO ESPECIAL – Refere-se à educação de pessoas com necessidades especiais.

- a) A tecnologia aborda assuntos necessários para incentivar o usuário ao aprendizado Braille e interação em redes sociais?

10. COMENTÁRIOS GERAIS E SUGESTÕES:

APÊNDICE C - PERFIL INDIVIDUALIZADO DOS ENTREVISTADOS

USUÁRIO 1	
Estado	Ceará
Idade	27 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Adquirida (8 anos)
Estado Civil	Casado
Grau de escolaridade	Ensino Superior Incompleto
Renda Familiar	R\$ 2.000,00
Profissão	Guarda Municipal
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Rápido

USUÁRIO 2	
Estado	Ceará
Idade	25 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Solteiro
Grau de escolaridade	Ensino Médio
Renda Familiar	R\$ 620,00
Profissão	Auxiliar Administrativo
Domínio Braille	Avançado
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 3

Estado	Ceará
Idade	21 anos
Sexo	Feminino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Adquirida (19 anos)
Estado Civil	Solteiro
Grau de escolaridade	Ensino Fundamental
Renda Familiar	R\$ 620,00
Profissão	Estudante
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Básico
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 4

Estado	Ceará
Idade	34 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Adquirida (6 anos)
Estado Civil	Casado
Grau de escolaridade	Ensino Médio
Renda Familiar	R\$ 700,00
Profissão	Estudante
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 5

Estado	Ceará
Idade	26 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Baixa Visão
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Solteiro
Grau de escolaridade	Ensino Superior Incompleto
Renda Familiar	R\$ 620,00
Profissão	Auxiliar Administrativo
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Rápido

USUÁRIO 6

Estado	Ceará
Idade	22 anos
Sexo	Feminino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Solteiro
Grau de escolaridade	Ensino Superior Incompleto
Renda Familiar	R\$ 620,00
Profissão	Professora de Espanhol e Auxiliar Administrativo
Domínio Braille	Avançado
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 7

Estado	Ceará
Idade	45 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Casado
Grau de escolaridade	Ensino Médio
Renda Familiar	Não informado
Profissão	Auxiliar de Radiologia e Revisor Braille
Domínio Braille	Avançado
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Utiliza iPhone

USUÁRIO 8

Estado	Ceará
Idade	41 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Casado
Grau de escolaridade	Ensino Médio
Renda Familiar	Não informado
Profissão	Auxiliar de Radiologia e Atendente Braille
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 9

Estado	Ceará
Idade	28 anos
Sexo	Feminino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Solteiro
Grau de escolaridade	Ensino Médio
Renda Familiar	R\$ 2.000,00
Profissão	Atendente Braille
Domínio Braille	Intermediário
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

USUÁRIO 10

Estado	Ceará
Idade	26 anos
Sexo	Masculino
Grau da deficiência	Cego
Causa da cegueira	Nascença
Estado Civil	Casado
Grau de escolaridade	Ensino Superior Incompleto
Renda Familiar	Não informado
Profissão	Transcritor Braille
Domínio Braille	Avançado
Conhecimento em informática	Intermediário
Contato com interface de toque	Nenhum

ANEXOS

ANEXO A - Folha de Aprovação do Comitê de Ética



Universidade Federal do Ceará
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 123/12

Fortaleza, 20 de Abril de 2012.

Protocolo COMEPE nº: 51/12

Pesquisador responsável: Agbson Rocha Façanha.

Título do Projeto: "Estudo das interfaces acessíveis para usuários com deficiência visual em dispositivo móvel touch screen".

Levamos ao conhecimento de V.S^a. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o protocolo e o TCLE do projeto supracitado na reunião do dia 19 de abril de 2012.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório final do referido projeto.

Atenciosamente,


Dr. Fernando A. Frota Bezerra
Coordenador do Comitê
de Ética em Pesquisa
COMEPE/UFC