

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE MARÍLIA
Faculdade de Filosofia e Ciências**

JOÃO BATISTA BEZERRA FROTA

USABILIDADE DA PLATAFORMA PORTÁCTIL: avaliação de professores e alunos

Marília – SP

2017

JOÃO BATISTA BEZERRA FROTA

USABILIDADE DA PLATAFORMA PORTÁCTIL: avaliação de professores e alunos

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Área de concentração: Ensino na Educação Brasileira.

Linha de pesquisa: Educação Especial no Brasil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lúcia Maria Presumido Braccialli.

**Marília – SP
2017**

Frota, João Batista Bezerra.

F941u Usabilidade da plataforma portáctil: avaliação de professores e alunos / João Batista Bezerra Frota. – Marília, 2017.

134 f. ; 30 cm.

Orientador: Lígia Maria Presumido Braccialli.

Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, 2017.

Bibliografia: f. 107-113

1. Equipamentos de autoajuda para deficientes. 2. Braille – Sistema de escrita. 3. Design centrado no usuário. 4. Deficientes visuais. I. Título.

CDD 362.41

JOÃO BATISTA BEZERRA FROTA

USABILIDADE DA PLATAFORMA PORTÁCTIL: avaliação de professores e alunos

Tese para obtenção do título de Doutor em Educação, da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, na área de concentração: Ensino na Educação Brasileira, linha de pesquisa: Educação Especial no Brasil

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: _____
Prof^a. Dr^a. Lígia Maria Presumido Bracciali
Departamento de Educação Especial/ Unesp - Marília

1º Examinador: _____
Profa. Dra. Célia Regina Vitaliano
Departamento de Educação/Universidade Estadual de Londrina

2º Examinador: _____
Profa. Dra. Adriana Garcia Gonçalves
Departamento de Psicologia / Universidade Federal de São Carlos

3º Examinador: _____
Profa. Dra. Jáima Pinheiro de Oliveira
Departamento de Educação Especial/ Unesp - Marília

4º Examinador: _____
Prof. Dr. Nilson Rogério da Silva
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ Unesp - Marília

Marília, ___ de _____ de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força que me deu para superar as dificuldades e concluir este trabalho, pela saúde que me presenteia e pela família amada com que me abençoou.

Aos meus pais pela ajuda, incentivo e amor de toda uma vida.

À minha amada e dedicada esposa Tatiane que está ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus filhos Gabriela, Isabele, Rafaela e João Pedro que me impelem a lutar por um futuro de amor, dignidade e conquistas para todos.

À professora Lígia Bracciali pela paciência e dedicação e por acreditar na minha capacidade e na minha sincera vontade de querer alcançar meus objetivos.

Ao professor Anaxágoras Girão, grande amigo e idealizador do Portactil.

RESUMO

Este estudo aborda aspectos relativos à contribuição da Tecnologia Assistiva para a educação, acesso à informação e processos sociais para pessoas cegas. Apresenta o Portactil, plataforma de acessibilidade baseada em dispositivos móveis (*tablets*) associado a um dispositivo para leitura em *Braille* chamado *Mouse Braille*. O objetivo principal do estudo foi avaliar a usabilidade do Portactil enquanto plataforma para a escrita e a leitura de textos em áudio e em *Braille*. A pesquisa foi dividida em dois estudos: Estudo 1: Avaliação da usabilidade do Portactil: opinião de professores das Salas de Recursos Multifuncionais de escolas públicas municipais; Estudo 2: Avaliação da usabilidade do Portactil: opinião de alunos e professores cegos de Associação de Apoio a cegos. No estudo 1 participaram 68 professores das Salas de Recursos Multifuncionais de escolas públicas. Para a coleta de dados desse estudo foi realizado um minicurso de formação com os professores e a seguir eles responderam a um questionário de usabilidade com perguntas fechadas e abertas. Os dados do questionários foram tabulados e transformados em notas, sendo a pontuação máxima dez pontos. Os dados qualitativos foram classificados quanto aos aspectos positivos e negativos da plataforma. A análise quantitativa da usabilidade indicaram as seguintes médias: eficiência de uso 6,71; facilidade de aprendizado 5,94; facilidade de memorização 5,65; baixa taxa de erros 5,43; satisfação subjetiva 6,46; ergonomia 7,32 e usabilidade geral 6,24 pontos. A análise qualitativa mostrou que a plataforma necessita de modificações, principalmente em relação ao *Mouse Braille* e ao processo de edição de textos e manipulação de arquivos. No estudo 2 participaram 2 professores cegos e 7 alunos cegos de Associação de Auxílio aos cegos. Inicialmente foi realizado o minicurso de formação e a seguir utilizado questionário e entrevista para a coleta de dados. Os dados do questionários foram tabulados e transformados em notas, sendo a pontuação máxima dez pontos. Os dados qualitativos foram classificados quanto aos aspectos positivos e negativos da plataforma. Os resultados do estudo 2 indicaram médias: eficiência de uso 7,0; facilidade de aprendizado 4,5; facilidade de memorização 5,3; baixa taxa de erros 4,5; satisfação subjetiva 4,5; ergonomia 6,3 e usabilidade geral 5,4 pontos. A análise qualitativa indicou a necessidade de modificações principalmente em relação ao uso integrado entre o Tablet e o *Mouse Braille*. Conclui-se que existe necessidade de melhorias no aplicativo e sugere-se o uso do *Mouse Braille* como ferramenta de auxílio à alfabetização e a realização de pesquisa sobre a quantidade mínima de células *Braille* que permitam a leitura e escrita com eficiência e satisfação.

Palavras-Chave: Educação Especial. Cegos. Braille. Tecnologia Assistiva. Usabilidade.

ABSTRACT

This study approaches aspects related to Assistive Technology for education, access to information and social processes to the blind. It presents Portactil, an accessibility platform based upon tablets associated to a device named Braille Mouse. The main objective of this research was to evaluate the usability of Portactil as a platform for writing and reading audio texts in Braille. The thesis was divided into two studies: Study 1: Evaluation of Portactil usability: teachers' opinions from public schools multifunctional resource classrooms; Study 2: Evaluation of Portactil usability: Opinions of blind students and teachers from Blind Support Association. In Study 1, 68 public school multifunctional resource classroom teachers took part. To collect data, a teacher training short term course was offered and after they answered a usability questionnaire contained closed and open questions. Questionnaire data were tabled and transformed into grades up to ten scores. Qualitative data were ranked as negative or positive. Usability quantitative analysis showed the following averages: 6,71 use efficiency; user friendly; 5,94; memorization propensity: 5,65; low error range: 5,43; subjective satisfaction: 6,46; ergonomic: 7,32 and general usability: 6,24. Qualitative analysis showed that the platform needs modifications mainly when it comes to the Braille Mouse and to editing text process and file manipulation. There were 2 blind teachers and 7 blind students from Blind Support Association. At first, a short term course was offered and then, a questionnaire and an interview were applied to collect data. Data questionnaire were tabled and transformed into grades up to ten scores. Qualitative data were ranked as platform positive and negative aspects. Results of Study 2 indicated the following averages: use efficiency: 7,0; Learning propensity: 4,5; Memorization propensity: 5,3; Low error range: 4,5; Subjective satisfaction: 4,5; ergonomic: 6,3 and general usability: 5,4. Qualitative analysis indicated modification need mainly related to integrated use between tablet and Braille Mouse.

Keywords: Special Education. Blind. Braille. Assistive Tecnology. Usability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	O Portactil e o <i>Mouse Braille</i>	26
Figura 2	Display <i>Braille</i>	34
Figura 3	<i>Braille Interpreter</i>	36
Figura 4	Mouskie	36
Figura 5	Top <i>Braille</i>	37
Figura 6	Relógio <i>Braille The Dot</i>	38
Figura 7	O <i>tablet</i> tátil Blitab	38
Figura 8	Estrutura de usabilidade	41
Figura 9	Diagrama de blocos da estrutura de usabilidade	42
Figura 10	Diferentes versões do Portactil	46
Figura 11	Arquitetura do Portactil	47
Figura 12	Página inicial do Portal Web Colaborativo	48
Figura 13	Tela inicial do Aplicativo embarcado no <i>tablet</i>	49
Figura 14	Comandos hápticos do aplicativo embarcado no <i>tablet</i>	50
Figura 15	Tela do editor de texto do aplicativo embarcado no <i>tablet</i>	50
Figura 16	O <i>Mouse Braille</i>	51
Figura 17	Colméia QWERTY para edição de textos	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Classificação de Tecnologia Assistiva por área funcional, descrição e exemplos	31
Quadro 2	Exemplo de medidas de usabilidade	43
Quadro 3	Observações relativas ao aplicativo: navegação e leitura por áudio ...	71
Quadro 4	Observações relativas ao aplicativo: escrita de texto e manipulação de arquivos	71
Quadro 5	Observações dos avaliadores relativas à Plataforma Web	72
Quadro 6	Observações dos avaliadores relativas à colméia	73
Quadro 7	Observações dos avaliadores em relação ao <i>Mouse Braille</i>	74
Quadro 8	Observações dos avaliadores relativas à Facilidade de Aprendizado	75
Quadro 9	Observações dos avaliadores relativas à Facilidade de Memorização	76
Quadro 10	Observações dos avaliadores relativas a Falhas e Erros	76
Quadro 11	Observações dos avaliadores relativas à Satisfação	77
Quadro 12	Observações dos avaliadores relativas à Ergonomia	80

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACEC	Associação de Cegos do Estado do Ceará
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CAA	Comunicação Alternativa ou Aumentativa
CEN	<i>European Committee for Standardization</i>
FR	Frequência
GPS	Global Positioning System
IEA	<i>International Ergonomic Association</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
OCR	Optical Character Recognition
QWERTY	Modelo do teclado alfanumérico padrão do computador
RESNA	<i>Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North</i>
SRM	Sala de Recursos Multifuncionais
TA	Tecnologia Assistiva
TC	<i>Technical Committee</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TTS	Text to Speech
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
WTDC	<i>World Telecommunication Development Conference</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Demonstrativo dos avaliadores – por gênero	58
Tabela 2	Demonstrativo do tempo de atividade (meses) em Salas de Recursos Multifuncionais	59
Tabela 3	Demonstrativo do número de alunos atendidos por professor de SRM	59
Tabela 4	Demonstrativo do número de alunos com baixa visão em atendimento por professor	59
Tabela 5	Demonstrativo do número de alunos cegos em atendimento por professor	60
Tabela 6	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no <i>tablet</i> referente às questões de navegação e retorno por áudio	61
Tabela 7	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no <i>tablet</i> referente as questões de criação e leitura de arquivos por áudio	62
Tabela 8	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo em relação a edição e deleção de arquivos e plataforma web	63
Tabela 9	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso da colméia QWERTY	63
Tabela 10	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do <i>Mouse Braille</i>	64
Tabela 11	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do <i>Mouse Braille</i>	64
Tabela 12	Distribuição de frequência para o domínio facilidade de aprendizado	65
Tabela 13	Distribuição de frequência para o domínio facilidade de memorização	66
Tabela 14	Distribuição de frequência para o domínio taxa de erros	66
Tabela 15	Distribuição de frequência para o domínio satisfação subjetiva	67
Tabela 16	Distribuição de frequência para o domínio ergonomia	68
Tabela 17	Notas parciais e total do domínio eficiência de uso	68

Tabela 18	Notas por domínio	69
Tabela 19	Usabilidade da Plataforma Portactil: opinião dos professores das SRM	70
Tabela 20	Demonstrativo dos avaliadores cegos por gênero	83
Tabela 21	Demonstrativo dos avaliadores cegos – utilização de recursos computacionais – computadores pessoais	85
Tabela 22	- Demonstrativo dos avaliadores cegos – utilização de recursos computacionais – smartphones	86
Tabela 23	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no <i>tablet</i> referente às questões de navegação e retorno por áudio	87
Tabela 24	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no <i>tablet</i> referente às questões de criação e leitura de arquivos por áudio	87
Tabela 25	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso da colméia QWERTY	88
Tabela 26	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do <i>Mouse Braille</i> de funções com retorno através do tablete	88
Tabela 27	Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do <i>Mouse Braille</i> sem retorno através do tablet	89
Tabela 28	Distribuição de frequência para o domínio facilidade de aprendizado	89
Tabela 29	Distribuição de frequência para o domínio facilidade de memorização	90
Tabela 30	Distribuição de frequência para o domínio baixa taxa de erros	91
Tabela 31	Distribuição de frequência para o domínio satisfação subjetiva	91
Tabela 32	Distribuição de frequência para o domínio eficiência ergonomia	92
Tabela 33	Notas parciais e total do domínio eficiência de uso	93
Tabela 34	Notas por domínio	93
Tabela 35	Usabilidade da Plataforma Portactil: opinião dos professores e alunos cegos da ACEC	94

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	24
1. TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A ESCRITA E LEITURA PARA PESSOAS CEGAS	28
1.1 Definição e objetivo de Tecnologia Assistiva no Brasil	28
1.2 Classificação de Produtos de Tecnologia Assistiva	30
1.3 Produtos de Tecnologia Assistiva para a leitura e escrita por pessoas cegas	32
1.4 Equipamentos portáteis com saída em <i>Braille</i>	35
2. USABILIDADE	40
2.1 Conceito de usabilidade	40
2.2 Métodos de avaliação da usabilidade	41
3. PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE PORTÁCTIL	44
3.1 Portáctil	44
3.2 Desenvolvimento do Portactil	45
3.3 Arquitetura do Portactil	47
4. ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	53
4.1 Desenho	53
5. ESTUDO 1 - AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO PORTACTIL: OPINIÃO DE PROFESSORES DAS SALAS DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS DE ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS	54
5.1 Método	54
5.1.1 Participantes	54
5.1.2 Local	54
5.1.3 Instrumento	54
5.1.4 Procedimento de coleta de dados	55
5.1.5 Procedimento de análise dos dados	56
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 1	58
6.1 Perfil dos professores de Salas de Recursos Multifuncionais	58
6.2 Opinião dos professores de SRM sobre a usabilidade por domínio	60
6.2.1 Eficiência de uso.....	61
6.2.2 Facilidade de aprendizado	65

6.2.3 Facilidade de Memorização	65
6.2.4 Baixa Taxa de Erros	66
6.2.5 Satisfação	66
6.2.6 Ergonomia	67
6.3 Cálculo da nota por domínio e da usabilidade	68
6.3.1 Cálculo da nota por domínio	68
6.3.2 Cálculo da usabilidade	69
6.4 Opinião subjetiva dos professores de SRM sobre a usabilidade	70
6.4.1 Eficiência de uso	70
6.4.2 Facilidade de aprendizado	74
6.4.3 Facilidade de Memorização	75
6.4.4 Baixa Taxa de Erros	76
6.4.5 Satisfação	77
6.4.6 Ergonomia	79
7. ESTUDO 2 - AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO PORTACTIL: OPINIÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DA ASSOCIAÇÃO DE CEGOS DO ESTADO DO CEARÁ	81
7.1 Método	81
7.1.1 Participantes	81
7.1.2 Local	81
7.1.3 Instrumento	81
7.1.4 Procedimento de coleta de dados	82
7.1.5 Procedimento de análise dos dados	82
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 2	83
8.1 Perfil dos professores e alunos cegos da ACEC	83
8.2 Opinião dos professores e alunos cegos da ACEC sobre a usabilidade por domínio	86
8.2.1 Eficiência de uso	87
8.2.2 Facilidade de aprendizado	89
8.2.3 Facilidade de Memorização	90
8.2.4 Baixa Taxa de Erros	90
8.2.5 Satisfação	91
8.2.6 Ergonomia	92

8.3 Cálculo da nota por domínio e da usabilidade	92
8.3.1 Cálculo da nota por domínio	92
8.3.2 Calculo da usabilidade	94
8.4 Opinião subjetiva dos avaliadores da ACEC sobre a usabilidade	94
8.4.1 Eficiência de uso	94
8.4.2 Facilidade de Aprendizado	97
8.4.3 Facilidade de Memorização	97
8.4.4 Falhas e erros	98
8.4.5 Satisfação	98
8.4.6 Ergonomia	99
9. CONCLUSÃO	100
9.1 Contribuição	101
9.2 Trabalhos Futuros	102
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICES	110
APÊNDICE A – Estudo Exploratório - opinião de pessoas cegas em eventos e associações durante o desenvolvimento da plataforma	111
APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista Survey	116
APÊNDICE C – Questionário de avaliação da usabilidade	121
APÊNDICE D – Roteiro de entrevista sobre a usabilidade da Plataforma Portátil para pessoas cegas	126
APÊNDICE E - Dados brutos coletados dos Professores das SEM	128

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), incluindo a introdução de *smartphones* e *tablets* tem revolucionado a forma de acesso à informação, relações sociais e aplicações em todas as áreas do conhecimento humano. Na saúde, aplicações e serviços por meio das TIC tem crescido em quantidade e resultados desde o primeiro *World Telecommunication Development Conference* (WTDC), em 1994. Em 2005, o *World Health Assembly* recomendou *e-health* como uma forma eficiente de utilizar TIC, em aplicações de saúde, e sugeriu aos países membros a criação de planos para desenvolver e implementar aplicações de *eHealth*¹ (ITU, 2008).

Na educação, a utilização de dispositivos móveis, sua disseminação junto à população e sua aplicação em *eLearning*² demandou uma nova área de pesquisa e desenvolvimento chamada *mLearning* (GSMWORLD, 2012), que trata da aplicação de dispositivos móveis (*Smartphones, Tablets*) em aplicações voltadas para o ensino. Ao redor do mundo, $\frac{3}{4}$ da população têm acesso às tecnologias móveis e a quantidade de aplicativos que são baixados para estas plataformas superaram 30 bilhões em 2011 (WORD BANK, 2012). No Brasil, o número de smartphones em uso chegou a 168 milhões em 2016 com expectativa de crescimento de 40% em dois anos, quando atingirá um total de 236 milhões de aparelhos (FGV, 2016).

Tecnologia Assistiva se refere a produtos ou serviços que visem proporcionar autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social à pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida. Produtos de Tecnologia Assistiva acompanham o usuário em seus ambientes do dia-a-dia, portanto, recursos tecnológicos utilizados em um ambiente clínico para melhorar o equilíbrio ou força muscular não se trata de um recurso de tecnologia assistiva, e sim, de um recurso de tecnologia médica ou de reabilitação. No contexto educacional, um produto é de Tecnologia Assistiva quando se propõe a permitir que um aluno com deficiência seja capaz de suplantar barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitem ou impeçam seu acesso à informação. O uso de um computador que permita o acesso

¹ eHealth é qualquer aplicação de Internet, utilizada em conjunto com outras tecnologias de informação, focada na melhoria do acesso, da eficiência, da efetividade e da qualidade dos processos clínicos e assistenciais necessários a toda a cadeia de prestação de serviços de saúde. (Nota do Autor)

² eLearning E-learning é uma modalidade de ensino a distância que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes tecnológicos de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculado através da internet. mLearning se refere à modalidades de ensino à distância com foco no uso de dispositivos móveis (smartphones e tablets). (Nota do Autor)

à informação a um cadeirante de forma similar aos demais alunos, não pode ser considerado um produto de Tecnologia Assistiva, e sim, uma ferramenta tecnológica aplicada no contexto educacional. (BERSH, 2013).

A revolução provocada pelas tecnologias móveis também tem impactado no desenvolvimento de sistemas de Tecnologia Assistiva (TA) voltados para pessoas com deficiência, incluindo: (1) pessoas cegas; (2) pessoas surdas; (3) pessoas com comprometimento motor congênito ou adquirido; (4) pessoas com dificuldades de desenvolvimento; (5) pessoas com problemas neurológicos degenerativos. Existe uma grande disponibilidade de aplicativos e dispositivos voltados para tal público, sendo necessário, no entanto, que tais soluções sejam corretamente avaliadas e utilizadas para que não ocorra o abandono da tecnologia e a frustração dos usuários. Outro desafio é viabilizar o desenvolvimento de soluções para pessoas com problemas mais complexos de comunicação, que só pode ser realizado com o aporte de recursos públicos e privados e por equipes de profissionais de áreas tão diversas quanto engenharia, computação, educação, medicina, fonoaudiologia e terapia ocupacional (McNAUGTON, LIGHT, 2013).

A Tecnologia Assistiva dá possibilidade de inserir a pessoa com deficiência como membro proativo da inteligência coletiva, “[...] uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências [...]” (LEVY, 1994). Por outro lado, o ciberespaço permite a todos os indivíduos com deficiência, sua inserção na árvore do conhecimento, na qual ele poderá contribuir, se conhecer e ser reconhecido de acordo com seus interesse e competências, servindo como base a troca e absorção de novos conhecimentos (LEVY, 1998). Por fim, Tecnologia Assistiva, seja ela plataformas integradas, máquinas, hardwares ou softwares, deve ser analisada sob a perspectiva da melhoria de condições de vida dos indivíduos, em todos os aspectos inerentes às relações humanas e sociais (SONZA, 2004).

Sistemas de Tecnologia Assistiva baseados em dispositivos móveis, além de requererem recursos humanos e financeiros para o seu desenvolvimento, necessitam ser avaliados de maneira objetiva pelo público-alvo e pela comunidade acadêmica e científica para aferir sua usabilidade, o que inclui aspectos como qualidade de uso, eficiência e eficácia. Tais sistemas, caso possam ser incluídos nas políticas públicas (isenção de impostos; inserção no Catálogo Nacional de Produtos de TA, aparelhamento de SRM, aquisição subsidiada pela pessoa deficiente, Viver Sem Limite, dentre outras) e sejam utilizados pelo seu público alvo, podem efetivamente causar uma transformação na qualidade de vida, acesso à informação e inclusão social e digital das pessoas com deficiência (McNAUGTON; LIGHT, 2013).

Nesse contexto, o Laboratório de Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento em Automação do Instituto Federal do Ceará, com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento na Educação, desenvolveu uma plataforma de acessibilidade para Dispositivos Móveis, o PORTÁCTIL (GIRÃO; FROTA, 2010), que permite, dentre outras coisas, a leitura em *Braille* de textos e a escrita de textos por intermédio de reglete ou teclado QWERTY diretamente no *tablet*. Os processos de leitura e escrita nos dispositivos móveis por pessoas cegas são possíveis pela utilização de membrana táctil integrada ao dispositivo e pelo *Mouse Braille* que converte para *Braille* os textos em processos de leitura/escrita (Figura 1).

Esta pesquisa visa avaliar a usabilidade da Plataforma Portactil pelos critérios de usabilidade de Nielsen (NILSEN, 2012). Espera-se que os resultados ofereçam subsídios à sua adoção nos programas e auxílios previstos para indivíduos cegos no Decreto 7612/09 (BRASIL, 2009).

Desse modo, esta pesquisa pretende responder os seguintes problemas: as pessoas cegas e professores especialistas podem utilizar de modo eficiente os recursos hápticos e acústicos presentes no aplicativo embarcado no dispositivo móvel e no *Mouse Braille* para a leitura e a escrita de textos em áudio e *Braille*?

Figura 1 – O Portactil e o *Mouse Braille*



Fonte: Elaboração Própria.

Assim, essa tese tem como objetivo avaliar a usabilidade do Portactil, enquanto plataforma para a escrita e a leitura de pessoas cegas e identificar necessidade de aprimoramentos e alterações à equipe de desenvolvimento com vistas à eventual adoção da plataforma em escolas.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Avaliar a usabilidade do Portactil para a leitura de textos em *Braille* e áudio e sua contribuição para o acesso à informação de pessoas cegas.
- Avaliar a usabilidade do Portactil para a escrita de textos com retorno por *Braille* ou áudio e sua contribuição para a inclusão social de pessoas cegas;
- Identificar alterações e recomendações para a consolidação do Portactil como plataforma de acessibilidade para indivíduos cegos.

Os capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte forma. O Capítulo 1 apresenta uma revisão bibliográfica sobre Tecnologia Assistiva com ênfase nos disponíveis para pessoas cegas. O Capítulo 2 apresenta os critérios de usabilidade utilizados para a avaliação de software e hardware. O Capítulo 3 apresenta o Portactil incluindo idealização, desenvolvimento, prototipação e testes exploratórios iniciais. O Capítulo 4 apresenta o método da pesquisa realizada. O Capítulo 5 apresenta a metodologia de coleta de dados para a avaliação da usabilidade do Portactil com os professores de Salas de Recursos Multifuncionais de escolas públicas. O Capítulo 6 apresenta os resultados e discussão da usabilidade do Portactil com os professores das SRM. O Capítulo 7 apresenta a metodologia de coleta de dados para a avaliação da usabilidade do Portactil com professores e alunos cegos da Associação de Cegos do Estado do Ceará. O Capítulo 8 apresenta os resultados e discussão da usabilidade do Portactil com os com professores e alunos cegos da Associação de Cegos do Estado do Ceará. O Capítulo 9 apresenta as conclusões desta tese.

1 TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA A ESCRITA E A LEITURA DE PESSOAS CEGAS

Equipamentos e serviços que tinham como objetivo auxiliar pessoas com deficiência existem desde a antiguidade, como o soroban que era utilizado por gregos, romanos, japoneses e chineses (BERTOLIN, 2014).

A partir da década de 1980, iniciou-se uma ação mundial no sentido de proporcionar às pessoas com deficiência melhores condições de vida e acessibilidade, sendo proclamado pelas Nações Unidas, o ano de 1981, como o Ano Internacional das Pessoas com Deficiência com o tema de Participação Total de pessoas com deficiência na sociedade com o desenvolvimento de ações que este fim (ONU,1976).

Em 1982 foi aprovado o Programa de Ação Mundial para as Pessoas com Deficiência com o objetivo de " [...] promover medidas eficazes para a prevenção da deficiência e para a reabilitação e a realização dos objetivos de igualdade e de participação plena das pessoas com deficiências na vida social e no desenvolvimento [...]" (ONU, 1982), sendo proclamados como a ‘Década das Nações Unidas para as Pessoas com Deficiência’ os anos de 1983 a 1992, com o tema ‘Participação Total e Igualdade’ (ONU, 1982).

A Declaração de Salamanca reafirmou o compromisso para com a Educação para Todos e reconheceu “[...] a necessidade e urgência de prover educação para as crianças, jovens e adultos com necessidades educacionais especiais dentro do sistema regular de ensino [...]” (UNESCO, 1994).

1.1 Definição e objetivo de Tecnologia Assistiva no Brasil

No Brasil, paralelamente a estas ações, começaram a ser desenvolvidas normatizações e leis para garantir às pessoas com deficiência meios para a sua participação total e igualitária na sociedade que visavam o acesso à educação, trabalho, lazer, além de ajudas técnicas específicas para este público.

A Constituição de 1988 indica que a educação é “direito de todos e dever do estado e da família” e determina a oportunidade para todos à escolaridade do ensino fundamental. (BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Educação Especial (1994) identifica e classifica os *portadores de necessidades educativas especiais*, e indica que a necessidade de recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas para estes indivíduos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, 1996) estabelece a Educação Especial como “... modalidade da Educação Escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais”. A LDB também estabelece que “... haverá quando necessário, serviços de apoio especializado na escola para atender às peculiaridades da educação especial” e indica que “... a oferta de educação especial, dever constitucional do estado, tem início na faixa etária de zero a seis anos durante a educação infantil”.

O Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Plano Viver sem Limite (BRASIL, 2013) promoveu a integração e articulação de políticas, programas e ações, para o exercício pleno e equitativo dos direitos das pessoas com deficiência, sendo executado pela União em colaboração com Estados, Distrito Federal, Municípios, e com a sociedade.

O Decreto Nº 3.298 (BRASIL, 1999) considera ajudas técnicas como “[...] os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social [...]”³ e o Decreto nº 5296 define ajudas técnicas como:

Produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida. (BRASIL, 2004).

Ajudas Técnicas tem sido utilizado no Brasil com o mesmo significado de Tecnologia Assistiva, termo adotado pela primeira vez nos Estados Unidos (PUBLICLAW100-407,1988) e que foi definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como um “[...] Conjunto de técnicas, aparelhos, instrumentos, produtos e procedimentos que visam auxiliar a mobilidade, percepção e utilização do meio ambiente e dos elementos por pessoas com deficiência [...]” (ABNT, 2004). O Comitê de Ajudas Técnicas propôs a adoção do termo Tecnologia Assistiva, com a seguinte definição e objetivo:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologia, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiências, incapacidades ou

³ Os termos “mentais” e “portadoras” foram utilizados, pois eram os adotados na legislação naquele período.

mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2007).

Por fim, o Estatuto da Pessoa com Deficiência define Tecnologia Assistiva ou Ajudas Técnicas como:

Produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2015).

Será apresentado a seguir, a classificação e os tipos de produtos de Tecnologia Assistiva, descrevendo os equipamentos e dispositivos voltados para a leitura e a escrita de textos por pessoas cegas.

1.2 Classificação de Produtos de Tecnologia Assistiva

Existem diversas organizações internacionais para a padronização de produtos e processos, compostos por organismos nacionais de padronização, que asseguram um consenso nas normas e sua adoção pelos países. O *International Standard for Normalization and Standardization* é uma rede de Institutos de Normatização, com 148 países membros, localizado em Genebra, responsável pelo desenvolvimento de normas técnicas nas mais diversas áreas da atuação humana. O Comitê Técnico ISO / TC 173 é voltado para o desenvolvimento de padrões de produtos específicos para pessoas com deficiência, excluídos produtos relacionados com comitês de outras áreas técnicas, tais como: Acesso a meios de transporte (ISO / TC's 8, 20, 22, 177), Construção de Edificações (ISO / TC 59), órteses e próteses (ISO / TC 136), Produtos de auxílio à visão (ISO / TC 172), produtos de auxílio à audição (ISO / TC 29), dentre outros. A norma ISO 9999:2015 estabelece uma classificação de produtos de Tecnologia Assistiva, especialmente produzidos ou geralmente disponíveis, para pessoas com deficiência (ISO, 2015).

Nos Estados Unidos, o *American National Standards Institute* (ANSI, 2015) controla todas as normas e padrões vigentes, mesmo em áreas que não estejam cobertas pela normatização da ISO. No caso de produtos de Tecnologia Assistiva, o ANSI licenciou o *Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America* (RESNA, 2015) para adaptar as normas do ISO referente a produtos de Tecnologia Assistiva.

O *European Committee for Standardization* (CEN) é o organismo de normatização de 33 países europeus, incluindo os Estados Membros da União Europeia e outros países

membros do Mercado Comum Europeu, sendo encarregado da definição de normas e padrões em setores incluindo: aeroespacial, energia, defesa e segurança, produtos para consumidores, meio ambiente e demais áreas do conhecimento humano. O Comitê Técnico TC 293 do CEN tem produzido as normas sobre produtos específicos de Tecnologia Assistiva, desde que não relacionados a outros Comitês Técnicos, tendo criado a norma que define no âmbito da União Européia as categorias de produtos de Tecnologia Assistiva. (CEN, 2015)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015) é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil e fornece a base necessária para o desenvolvimento tecnológico brasileiro. Membro fundador da ISO, a ABNT ainda não se adaptou a norma ISO 9999:2015.

Produtos de Tecnologia Assistiva podem ser classificados por categoria funcional ou pela tecnologia empregada.

A Portaria Interministerial 362 (BRASIL, 2012) adota uma classificação de Tecnologia Assistiva por áreas funcionais, que tem sido utilizada no Brasil e está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação de Tecnologia Assistiva por área funcional, descrição e exemplos

Área	Descrição	Exemplos
Auxílios para a vida diária e prática	Materiais e produtos que favorecem o desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ou facilitam o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio, nas atividades do dia-a-dia inclusive no trabalho e escola.	Talheres modificados, jogos educativos, prancha inclinada, adaptações de tecnologia simples, etc.
Comunicação Aumentativa e/ ou Alternativa. CAA	Recursos destinados à ampliação de habilidades de comunicação. Dispositivos para ajudar a pessoa a receber, enviar, produzir e/ ou processar informações em diferentes formatos.	Software de CAA, Porta símbolos tipo fichário, Expositor de símbolos em bolsos transparentes, vocalizadores, etc.
Recursos de acessibilidade ao computador	Conjunto de hardware e software especialmente idealizado para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras.	Teclados e mouses adaptados, acionadores, software de leitores de tela, softwares de sintetização de voz.
Sistemas de controle de ambiente	Sistemas de controle remoto para aparelhos eletroeletrônicos, sistemas de alarme, entre outros, localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores.	Sistema de alarme com sensores, sistemas de automação residencial, sistemas de controle remoto de equipamentos, etc
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo que garantam acesso, funcionalidade e mobilidade a todas as pessoas, independente de sua condição física, intelectual e sensorial.	Elevador adaptado para domicílios, bancos articulados, sinalização tátil, piso tátil, etc.
Órteses e Próteses	Órteses são colocadas junto a um segmento do corpo e próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo.	Extensor para cotovelo, órteses de estabilização para o punho, Prótese ocular, prótese funcional de membros inferiores, etc.
Adequação Postural	Projetos de adequação postural são compostos pela seleção de recursos que garantam posturas alinhadas, estáveis, confortáveis e com boa distribuição do peso corporal.	Mobiliário adaptado, cadeira de canto, mesa de atividades, etc
Auxílios de mobilidade	Equipamento ou estratégia utilizada na melhoria e autonomia da mobilidade pessoal.	Cadeira de rodas, andadores, muletas, etc.
Auxílios para pessoas com baixa visão ou cegas.	Categoria dos equipamentos que promovem a independência das pessoas com deficiência visual na realização de tarefas	Lupas manuais, lupas eletrônicas, óculos com lente filtrante, etc.
Auxílios para pessoas com déficit auditivo, surdez e surdo-cegueira.	Categoria dos equipamentos que promovem a independência das pessoas com deficiência auditiva na realização de tarefas	Aparelho de amplificação sonora individual intra-auricular, etc
Adaptações em veículos e em ambientes de acesso ao veículo.	Acessórios e adaptações que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel ou ser deslocado por meio dele.	Plataforma elevatória para o veículo, Rampas de acesso ao carro, Banco móvel de carro, etc.

Esporte e lazer	Recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.	Parque adaptado, Bola com guizo sonoro, Suporte para baralho , etc.
-----------------	--	---

Fonte: Portaria Interministerial 362– Adaptado pelo autor

O Comitê de Ajudas Técnicas indica que existem várias formas de Classificação de Tecnologias Assistivas e que estas são aplicadas de acordo com os objetivos de catalogação de recursos, ensino, trocas de informação, organização de serviços de aconselhamento e concessão (BRASIL, 2009).

Dentre as diversas classificações indicadas por Audi (2016), os produtos de Tecnologia Assistiva podem, de acordo com as tecnologias de fabricação, ser de: 1) baixa tecnologia, que são equipamentos com pouca sofisticação disponíveis; 2) alta tecnologia, que são equipamentos sofisticados que necessitam de controle de computadores ou eletrônicos. (BRUMMEL-SMITH, DANGIOLO, 2009).

1.3 Produtos de Tecnologia Assistiva para leitura e escrita por pessoas cegas

Esta Seção apresenta uma revisão dos produtos de Tecnologia Assistiva voltados para a leitura e a escrita de pessoas cegas existentes ou em desenvolvimento no mundo com foco nas tecnologias, funcionalidades, custo e similaridades.

O Programa Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, criado para apoiar a organização e oferta de Atendimento Escolar Especializado (AEE), equipa escolas da Rede Pública de Ensino com SRM composta por equipamentos para o atendimento aos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, matriculados no ensino regular. As SRM podem ser do Tipo I, composta por equipamentos de uso geral, e do Tipo II, que contempla todos os recursos disponíveis na primeira, mais os diferenciados para o atendimento específico de alunos com Deficiência Visual. Dentre os equipamentos específicos para a leitura e a escrita de pessoas cegas de Salas Tipo II, destaca-se a máquina de escrever *Braille*, a impressora *Braille*, a Lupa Eletrônica e o Scanner com voz. (BRASIL, 2010).

Dentre os diversos mecanismos para escrita e leitura de pessoas cegas no Brasil a mais consolidada é o idioma *Braille*. Ele permite à pessoa cega ler por meio do tato da ponta dos dedos e a escrita pode ser realizada por instrumentos de baixa tecnologia, como o reglete e a punção. Dentre as vantagens do idioma *Braille* citado por Borges (2009) ressalta-se: 1) a facilidade para o aprendizado, devido à utilização de elementos de baixa tecnologia para a

escrita e devido à técnicas de ensino consolidadas por mais de 100 anos de utilização no mundo; 2) a possibilidade de melhor concentração por parte do indivíduo cego para o entendimento e assimilação do texto em qualquer ambiente; 3) a sua utilização em rótulos e etiquetas com baixo custo. Por outro lado, dentre as desvantagens citadas por Borges (2009), ressalta-se: 1) o acesso a livros, revistas e outros tipos de texto é muito reduzido pelo alto custo para a produção de material impresso em *Braille*; 2) o alto custo para a aquisição e manutenção de impressoras *Braille* e da folha para impressão que deve ter uma gramatura adequada; 3) o volume de um livro impresso em *Braille* chega a ter 4 vezes mais volume que um livro para vidente. Estas desvantagens adicionadas ao alto custo para aquisição de dispositivo para a leitura de textos de documentos digitais em *Braille* (Linha *Braille*), reduzem o uso do *Braille* pelas pessoas cegas no seu cotidiano.

Desta forma, apesar de as pessoas cegas serem alfabetizadas utilizando o *Braille*, há uma diminuição sensível no número de leitores *Braille*, o que por sua vez, enfraquece a produção de material impresso em *Braille* (BORGES, 2009). Evidências indicam que pessoas cegas com fluência em *Braille* têm acesso a empregos com melhor remuneração em comparação àquelas que não dominam esta técnica de leitura e escrita (CAMPBELL, 1996).

Existe uma grande gama de produtos de alta tecnologia para pessoas cegas disponíveis no mercado e produtos em fase conceitual para permitir a leitura e escrita dentre eles: (1) estação de trabalho para pessoas cegas; (2) Dispositivos móveis; (3) Equipamentos portáteis com saída em *Braille*.

Uma estação de trabalho para pessoa cega, composta por computador pessoal e impressora, com os recursos de acessibilidade disponíveis no sistema operacional acrescido de software Leitor de Telas, permite aos usuários grande autonomia para estudo, lazer e trabalho. Recursos de TA que podem aumentar a autonomia e satisfação de pessoas cegas: (1) *reading systems*; (2) impressora *Braille*; (3) linha *Braille*.

Os *reading systems* são scanners projetados para uso por pessoas com deficiência. Ele utiliza um software de reconhecimento automático de caracteres (OCR) para converter textos impressos em uma apresentação acessível ao usuário que pode ser por meio da conversão do texto em áudio (TTS), apresentação do texto em monitor de vídeo para usuários com baixa visão ou *Braille*. A apresentação do texto por meio do áudio é mais utilizada pelo seu baixíssimo custo e por poder ser utilizado pela grande maioria dos deficientes visuais (HERSH, 2008). Entre os *reading systems* disponíveis para venda na internet estão: (1) Plustek Book Reader V100 (PLUSTEK, 2015); SARA (FREEDOM SCIENTIFIC, 2015);

Extreme Reader XR-10e (GUERRILLA TECHNOLOGIES, 2015); Intel Reader (INTEL, 2015); Kurzweil (KURZWEILEDU, 2015).

O pouco uso do *Braille* para apresentação de textos para pessoas cegas ocorre pelo alto custo de soluções para a impressão por meio de impressoras *Braille* (INDEXBRAILLE, 2015) e para a leitura de textos sem a necessidade de impressão através dos displays *Braille* (PERKINS, 2015). O alto custo destes equipamentos está relacionado com a baixa escala de produção provocado pelo pouco número de leitores. Pesquisas nos Estados Unidos indicam que menos de 10% das pessoas legalmente cegas sabem ler em *Braille* (ROE 2001, p. 109).

Com uma impressora *Braille* (*Braille embosser*) integrada à estação de trabalho o usuário pode efetuar a impressão de qualquer tipo de texto presente no computador e realizar sua leitura em *Braille*. Existem diversos fabricantes de impressoras *Braille* com preços entre US\$ 1.650,00 a US\$ 86.000,00 (nos Estados Unidos) dependendo da velocidade e qualidade da impressão (NFB, 2015). Para a impressão, também é necessário um software para conversão de um documento normal para um layout de impressão de texto em *Braille* (VIEWPLUS, 2015). As normas técnicas brasileiras para a produção de textos em *Braille* podem ser encontradas em Brasil (2006).

Outro tipo de produto com saída em *Braille* são os displays ou linhas *Braille*, que constroem a escrita a partir de um texto digital (Figura 2). Estes dispositivos operam levantando e abaixando diferentes combinações de pinos eletronicamente para produzir em *Braille* o que aparece em uma parte da tela do computador. Em geral mostram até 80 caracteres na tela e são atualizáveis, ou seja, mudam continuamente enquanto o usuário move o cursor na tela. As vantagens da linha *Braille*, em comparação com voz sintética está em seu acesso direto à informação, a capacidade de verificar o formato, espaçamento e ortografia, e ao fato que permite ao usuário ler na velocidade que achar mais adequada (HERSH, 2009). As desvantagens são o alto custo, acima de US\$ 2.000,00 (nos Estados Unidos) e não haver, até o momento, displays *Braille* com muitas linhas para a apresentação do texto. O desenvolvimento de novas tecnologias para o atuador *Braille* poderá reduzir estes obstáculos para uma maior difusão destes equipamentos entre as pessoas cegas (MATHESON, 2009). Dentre os inúmeros *Displays Brailles* disponíveis no mercado destaca-se o *ALVA 544 Satellite Traveller* (OPTELEC, 2015) e o *Brailliant 32* (HUMANWARE, 2015).

Figura 2 – Display *Braille*



Fonte: (HUMANWARE, 2015).

A partir do final do século passado, a evolução da capacidade de processamento dos microprocessadores, o desenvolvimento de softwares para a tradução de texto em áudio (TTS) e de reconhecimento automático de caracteres (OCR), o desenvolvimento da tecnologia de telas sensíveis ao toque e a miniaturização de sistemas de localização por satélite (GPS) possibilitaram o desenvolvimento dos dispositivos móveis, os *smartphones* e *tablets*, que oportunizaram às pessoas com deficiência imersão e aceitação social sem comparação na história (FAGER, 2012). No caso específico de pessoas cegas, os *smartphones* oportunizaram inclusão social e acesso à informação com baixo custo, sem necessidade de aquisição de aplicativos visto que os recursos de acessibilidade por áudio presentes no dispositivo permitem o acesso a todos os seus recursos.

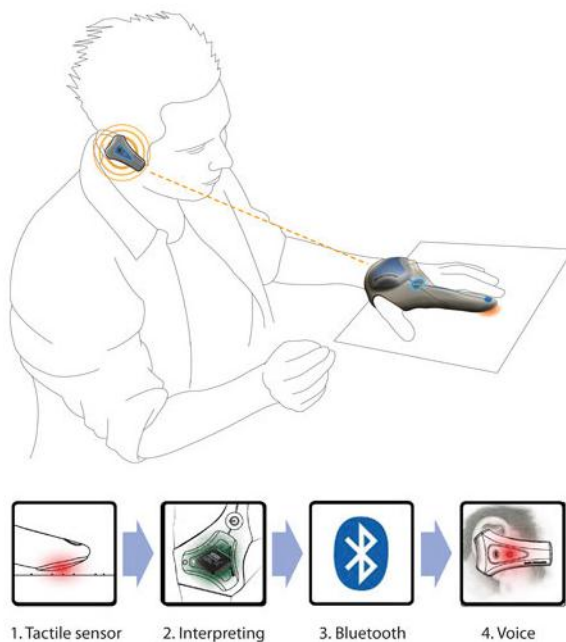
Os dispositivos móveis, aliados à internet, seus aplicativos de busca, compras, rastreamento, jogos, diversão e redes sociais têm causado uma transformação profunda na comunicação e acesso à informação humana. Tais transformações têm impactado os usuários dessa tecnologia de forma direta pelas características de acessibilidade destes dispositivos que proporcionam uma inserção social inédita na história da humanidade (McNAUGHTON, 2013). Os dispositivos móveis permitem às pessoas cegas a leitura e a escrita, por meio de suas ferramentas de acessibilidade, sem os custos (bônus) e possibilidades de leitura e escrita (ônus), proporcionadas pelas estações de trabalho, mas com excelentes características de custo, mobilidade e versatilidade presentes nestas plataformas. Existem dezenas de aplicativos de smartphones que utilizam o *Braille* para a escrita de textos e mensagens (SIQUEIRA, 2016), mas o áudio permanece como a forma de acesso à informação básica destes dispositivos o que têm acelerado a sensação de desuso da leitura em *Braille* no dia-a-dia (FAÇANHA, 2016).

1.4 Equipamentos portáteis com saída em *Braille*

Em contraste com os *smartphones* que permitem a leitura por meio do áudio, existem poucos produtos portáteis funcionais ou em prova de conceito que permitem a leitura através do *Braille*. Segue uma revisão sobre os produtos portáteis baseados nesta premissa.

O *Braille Interpreter* é um design conceitual, proposto pelo designer Hyung Jin Lim, que será muito útil para deficientes visuais que, por algum motivo, não conseguem ler ou interpretar o código *Braille*. Um sensor tátil colocado no dedo captura o caractere *Braille* que é convertido para voz em um processador situado na luva e enviado via Bluetooth para um fone de ouvido (*BRAILLE INTERPRETER*, 2015). Este produto é conceitual, não foram encontradas evidências de que esteja em processo de desenvolvimento (Figura 3).

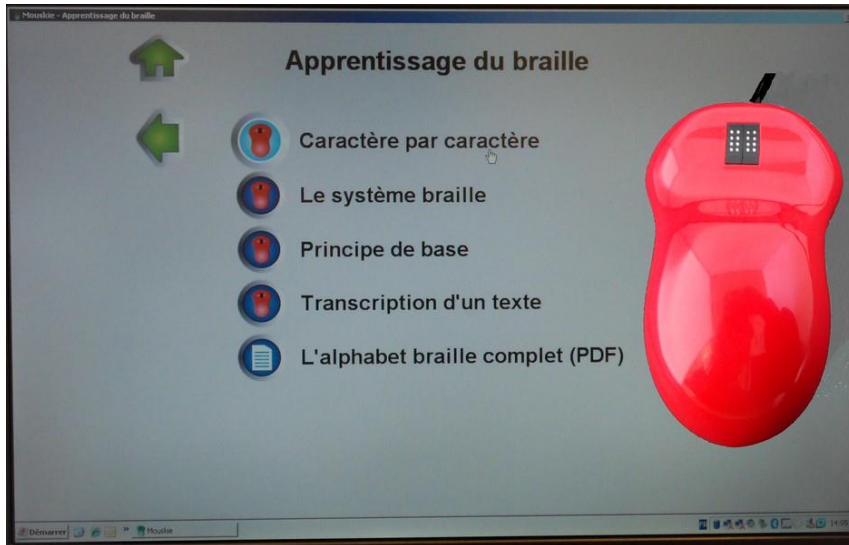
Figura 3- *Braille Interpreter*



Fonte: *BRAILLE INTERPRETER* – Adaptado pelo autor

O *Mouskie* (Figura 4) é um produto desenvolvido na Suécia com o objetivo de permitir o aprendizado do *Braille*. Este produto apresenta uma solução eletromecânica completa para o impressor *Braille*. (*MOUSKIE*, 2015).

Figura 4 - Mouskie



Fonte: (MOUSKIE, 2015)

O *Top Braille* (Figura 5) é um scanner portátil com software de reconhecimento de caracteres (OCR), sistema de navegação que permite a leitura de textos impressos de forma instantânea. Idealizado em 1970, teve patente preenchida em 1997 e concedida em 2000 e na Organização Mundial da Propriedade Intelectual foi preenchida em dezembro de 2008 e concedida em agosto de 2009. O equipamento é vendido em 15 países – França, Bélgica, Alemanha, Áustria, Holanda, Espanha, Portugal, Brasil, Suíça, Polônia, Estados Unidos, Canadá, Colômbia. (TOP BRAILLE, 2015).

Figura 5 – Top Braille

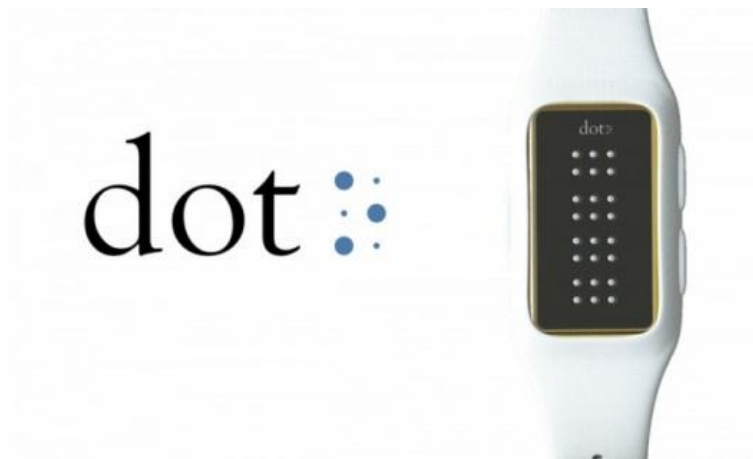


Fonte: (TOPBRAILLE, 2015)

Os atuadores *Braille* existentes comercialmente são baseados em materiais piezoelétricos ou solenoides para o acionamento das células Brailles. Os Displays Brailles comerciais possuem uma ou duas linhas devido ao tamanho dos componentes e a complexidade das células Braille (cada célula é composta por 6 ou 8 atuadores). Outros problemas inerentes aos Displays Brailles são alto consumo de energia, baixa velocidade para a mudanças das informações da célula e processo de manufatura complexa. A utilização de outras formas de acionamento dos pontos das células Braille, como a utilização de polímeros eletroativos, deverá permitir o desenvolvimento de Displays Brailles menores, mais baratos, mais compactos, com resposta mais rápida e melhor resistência. (USA, 2005).

O *The dot* (IDOT, 2015) é um relógio de pulso com saída em *Braille* e que permite a exibição das horas e de mensagens enviadas ao dispositivo via Bluetooth. Este produto está em fase de captação de recursos no mercado para sua viabilização (Figura 6).

Figura 6 – Relógio *Braille The dot*



Fonte: (IDOT, 2015)

A utilização de novas tecnologias para os atuadores Braille deverá trazer ao mercado tablets que permitirão a impressão de textos Braille em uma página. O *Blitab* (Figura 7) permite a leitura de uma página de texto, a apresentação de imagens, a escrita de textos via teclado conectado por *bluetooth* e a conversão e impressão de textos armazenados em cartões de memória e *pendrives* em *Braille* (BLITAB, 2015). O equipamento está em fase de captação de recursos e de pré-venda e deverá ter grande impacto para o uso do *Braille* no dia a dia, caso o preço permita a sua aquisição pelas pessoas cegas.

Figura 7 – O *tablet* tátil Blitab



Fonte: (BLITAB, 2015).

Este capítulo apresentou a definição, objetivos e categorias de Tecnologia Assistiva e apresentou uma revisão sobre os equipamentos disponíveis e em desenvolvimento para possibilitar a leitura e escrita por pessoas cegas. Equipamentos com retorno por áudio são comuns em computadores e dispositivos móveis. Equipamentos com saída em *Braille*, como as impressoras e linhas *Braille*, são soluções dispendiosas e pouco portáteis, mas facilmente encontrados em associações e empresas representantes no Brasil. Produtos com saída em *Braille* e portáteis são pouco comercializados ou estão em fase de desenvolvimento como o *Blitab* que tem potencial para causar uma grande revolução na acessibilidade de cegos e leitura em *Braille*. No entanto, para que um equipamento ou software possa ser efetivamente aceito pelos usuários faz-se necessário que tenha graus de satisfação, eficácia e eficiência, alguns dos fatores que indicam sua usabilidade, satisfatórios.

2 USABILIDADE

Este capítulo apresenta os conceitos de acessibilidade e usabilidade de produtos de Tecnologia Assistiva e detalha como estes produtos devem ser avaliados com vistas a sua aceitação e uso pelos usuários.

2.1 Conceito de Usabilidade

Usabilidade é um atributo de qualidade que indica a facilidade de uma interface de usuário ser utilizada. Usabilidade pode se referir a metodologias para melhorar a facilidade para se usar um produto no seu desenvolvimento (NIELSEN, 2012).

A acessibilidade se refere à possibilidade e condição de alcance para utilização com autonomia, inclusive de sistemas de informação e comunicação, para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2015).

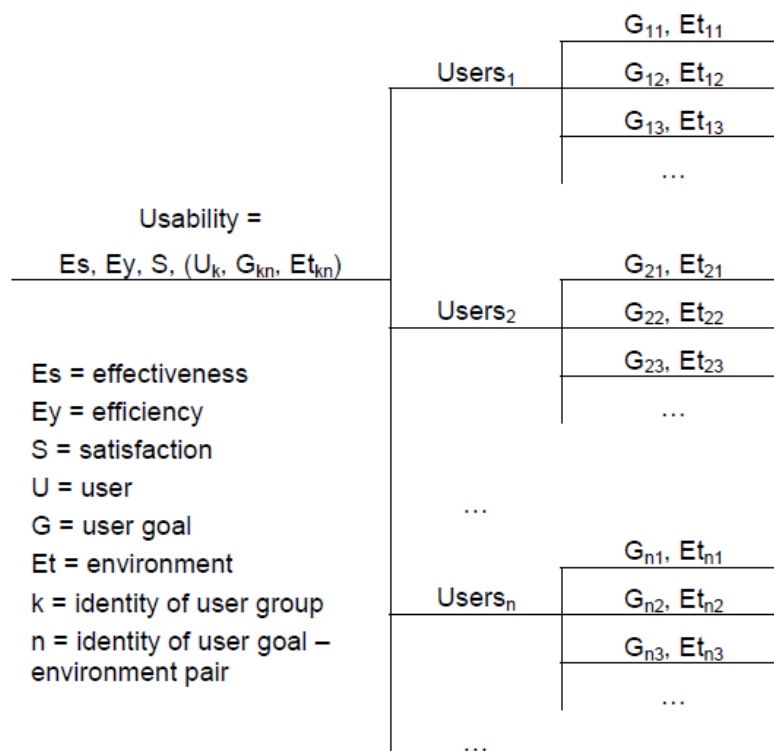
Pode-se prover acessibilidade a um equipamento, este processo independe do usuário. Um produto não tem usabilidade intrínseca, somente capacidade de ser usado em um contexto particular, ou seja, a usabilidade não pode ser avaliada estudando-se um produto isolado de seu contexto de uso (ABNT, 2004).

Para a avaliação da usabilidade de um equipamento deve ser levada em conta a opinião do usuário. Por exemplo, em uma praça podem ser incorporadas estruturas de acessibilidade para atender à legislação, que impõe a colocação de rampas e piso podotátil para prover acessibilidade às pessoas cegas. No entanto, caso o piso podotátil seja interrompido por postes ou outros obstáculos, a praça não será efetivamente acessível às pessoas cegas. Em uma avaliação, a usabilidade da praça não será considerada boa pelo usuário cego.

De acordo com a norma NBR 9241-11 (ABNT, 2004), usabilidade é uma medida na qual um produto pode ser usado por seus usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. Neste contexto, *eficácia* se refere à acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos, enquanto *eficiência* está relacionada aos recursos gastos em relação à abrangência com as quais usuários atingem objetivos. No entanto, tais objetivos devem ser alcançados com *satisfação*, que é definida como a ausência de desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso do produto (ABNT, 2004).

Se um produto é utilizado por tipos diferentes de usuários, a usabilidade é uma função dos usuários, sendo que, para cada um, a usabilidade é função dos objetivos do produto em termos dos resultados alcançados no uso de acordo com um conjunto de atributos (eficácia, eficiência e satisfação) no seu ambiente conforme ilustrado na Figura 8 (IIVARI, 2015). Por exemplo, se um aplicativo de Comunicação Alternativa ou Aumentativa (CAA) deve ser utilizado por pessoas com deficiência e seus familiares, a usabilidade do aplicativo deve ser feita pelos dois grupos.

Figura 8 - Estrutura de usabilidade

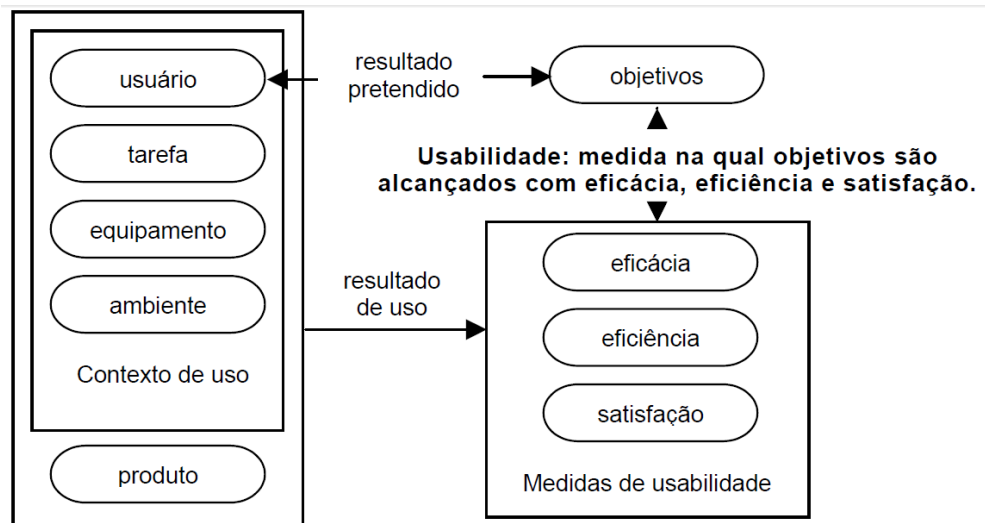


Fonte: (IIVARI, 2015).

2.2 Métodos de Avaliação da Usabilidade

A avaliação da usabilidade de um produto depende do seu *contexto de uso*, composto: 1) pela pessoa que interage com o produto (*usuário*); 2) pelo conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo; 3) dos equipamentos necessários à realização da tarefa; 4) do ambiente físico e social no qual o produto é utilizado. (ABNT, 2004). A Figura 9 apresenta um diagrama de blocos da estrutura de usabilidade compreendendo o contexto de uso do produto e os objetivos das medidas de usabilidade com foco no usuário.

Figura 9 – Diagrama de blocos da estrutura de usabilidade



Fonte: (ABNT, 2004).

Para a avaliação da usabilidade, faz-se necessária a determinação de medidas de eficácia, eficiência e satisfação.

“[...] Medidas de eficácia estão relacionadas com os objetivos ou sub-objetivos do usuário quanto à acurácia e completude com que estes objetivos podem ser alcançados [...]” (ABNT, 2004). Por exemplo, se o objetivo desejado for ler com acurácia um texto em determinado idioma, a acurácia pode ser especificada ou medida pelo número de erros de pronúncia ou pelo número e duração de pausas na leitura e a completude pela quantidade de linhas lida dividida pelo número total de linhas do texto.

“[...] Medidas de eficiência relacionam o nível de eficácia alcançada ao dispêndio de recursos. Recursos relevantes podem incluir esforço mental ou físico, tempo, custos materiais ou financeiros [...]” (ABNT, 2004). Por exemplo, em um teste de marcha em esteira ergométrica uma medida de eficiência pode ser a relação entre os batimentos cardíacos após o teste e os batimentos cardíacos em repouso.

“[...] A satisfação mede a extensão pela qual os usuários estão livres de desconforto e suas atitudes em relação ao uso do produto [...]” (ABNT, 2004). Por exemplo, pode-se medir a satisfação de um produto pela quantidade de elogios ou reclamações recebidas pelo Serviço de Atendimento ao Cliente do fornecedor.

O Quadro 2 apresenta outros exemplos de medidas de eficácia, eficiência e satisfação para a avaliação da usabilidade de um produto.

Quadro 2 - Exemplo de medidas de usabilidade

Medidas de eficácia	Medidas de Eficiência	Medidas de satisfação
Porcentagem de objetivos alcançados.	Tempo para completar uma tarefa.	Escala de satisfação.
Porcentagem de usuários completando a tarefa com sucesso.	Tarefas completadas por unidade de tempo;	Frequência de uso.
Média da acurácia de tarefas completadas.	Custo monetário de realização da tarefa.	Frequência de reclamações.

Fonte: (ABNT, 2004). Adaptado pelo autor.

Para a medida da usabilidade, Nielsen estabeleceu 5 critérios ou componentes de qualidade: 1) facilidade de aprendizagem, que indica o quanto é fácil para um usuário completar tarefas básicas na primeira vez que usa um produto ou sistema; 2) eficiência de uso que indica a rapidez com que o usuário é capaz de executar tarefas dado que ele aprendeu a utilizar o produto ou sistema; 3) facilidade de memorização que indica a facilidade de voltar a utilizar o produto ou sistema com destreza caso ele não utilize por um período de tempo; 4) baixa taxa de erros que indica a quantidade e severidade de erros e a facilidade de recuperação de erros do usuário; 5) satisfação que indica o grau de satisfação do usuário no uso do produto ou sistema. (NILSEN, 2012).

No próximo capítulo, se descreve a Plataforma de Acessibilidade Portátil, que terá sua usabilidade avaliada, segundo os critérios de Nielsen, por professores videntes de SRM e alunos e professores cegos de Associação de Cegos localizada no Ceará.

3 PLATAFORMA DE ACESSIBILIDADE PORTÁCTIL

O Laboratório de Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento em Automação do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Ceará tem desenvolvido projetos em visão computacional (COLAÇO, 2010; ALEXANDRIA, 2014) e aplicativos embarcados em smartphones (FROTA, 2011). Em 2010, com a redução de custo de microcâmeras, foi desenvolvido um filme de animação pelo laboratório com o conceito de um produto que permitiria a leitura de textos impressos em papel diretamente em *Braille*. O filme resultou em um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (GIRÃO, 2010) apoiado pela Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI) que resultou na Plataforma⁴ de Acessibilidade Portactil, ou simplesmente Portactil, que será apresentado neste capítulo.

3.1 Portactil

O Portactil é uma Plataforma de Acessibilidade composta por: 1) um portal web colaborativo para disponibilização de conteúdo digital acessível aos cegos; 2) um *tablet* android com tela de 10"; 3) um display *Braille* no formato de um mouse conectado via Bluetooth com o tablet chamado de *Mouse Braille*; 4) uma máscara QWERTY semelhante a uma colmeia, para auxílio na digitação de texto usando o *tablet*; 5) um aplicativo embarcado no *tablet* para leitura e escrita de documentos sem o uso da visão.

O Portactil visa melhorar os processos de acesso à informação e de interação de alunos cegos e professores no ambiente escolar. A plataforma permite a leitura e a escrita de textos em *Braille* por alunos cegos utilizando dispositivos móveis e possibilita a disponibilização de material didático, exercícios e livros em áudio e *Braille* pelos professores aos alunos cegos.

⁴Plataforma refere-se a um ambiente computacional composto por equipamentos, sistemas operacionais e programas de computador para a realização de uma atividade fim. Ex. Plataforma Windows é uma plataforma computacional composta por computador, Sistema Operacional Windows e softwares para uso geral. (Nota do Autor).

3.2 Desenvolvimento do Portactil

Em sua versão conceitual (2004), o Portactil era um dispositivo que permitia a leitura de textos impressos em *Braille* por meio da digitalização da imagem, software de reconhecimento de caracteres (OCR) e apresentação do texto em *Braille* por intermédio de uma única célula *Braille*. Dada a complexidade da concepção inicial, optou-se por utilizar os *smartphones*, que começavam a se popularizar, para a captura da imagem, processamento de texto, saída de texto em áudio e interface *bluetooth* para o envio do caractere em processo de leitura para o dispositivo.

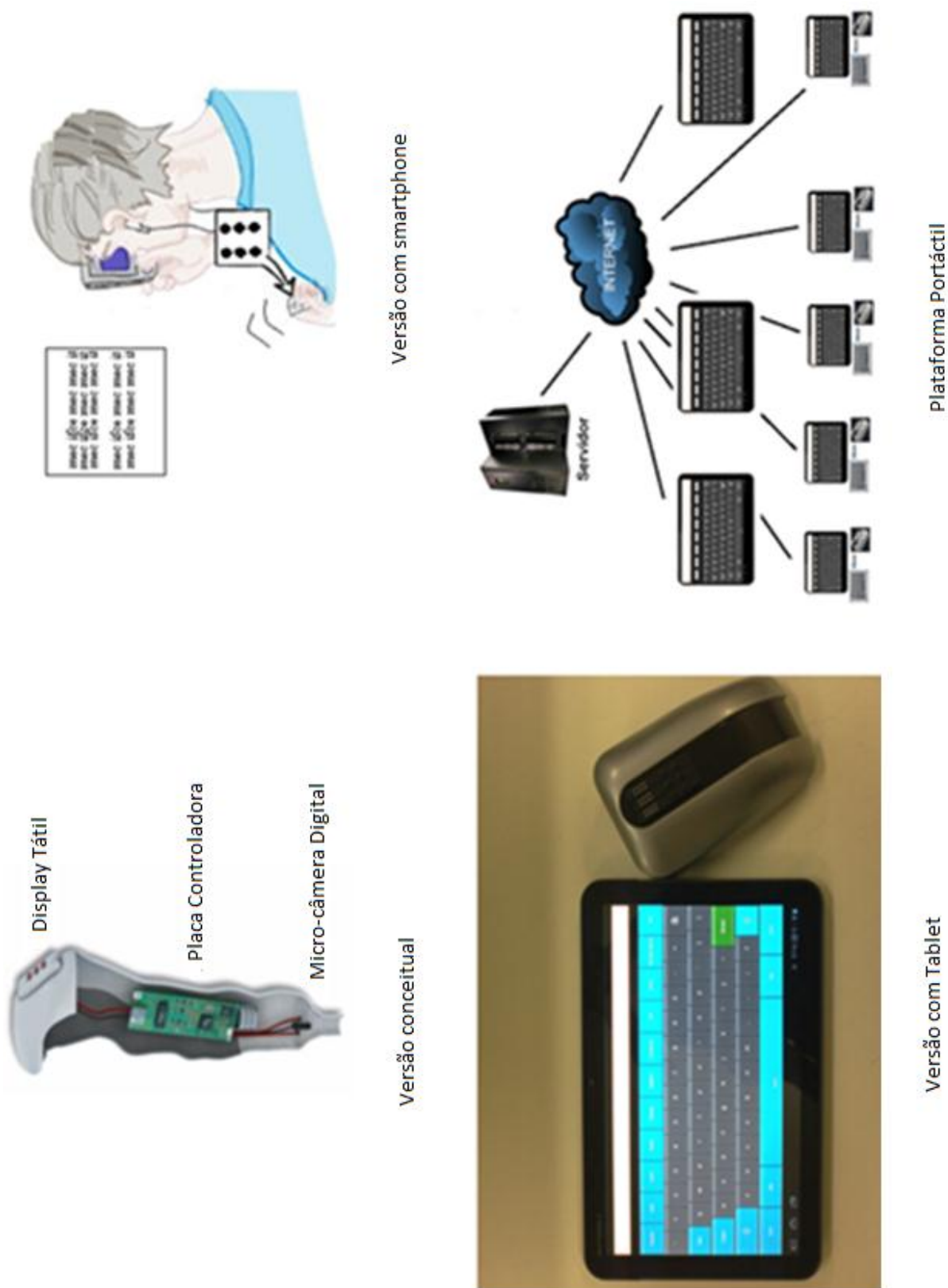
A primeira versão do Portactil (2010) foi desenvolvido em *smartphone* com o desenvolvimento da célula *Braille* conectada via *Bluetooth* que, apresentada à Comissão Brasileira de Braille, considerou sua usabilidade prejudicada por (1) possuir apenas uma célula *Braille* dificultando o entendimento do texto; (2) considerar inviável o uso dos recursos hápticos existentes no *smartphone* e (3) a dificuldade de escrita de texto por reglete no aparelho. No entanto, a Comissão considerou o protótipo promissor indicando que fosse dada continuidade à pesquisa no sentido de encontrar soluções para os principais problemas de usabilidade da plataforma.

Em sua segunda versão (2012), o *smartphone* foi substituído pelo *tablet*, que permitiu a escrita por meio de teclado QWERTY associado a uma colméia para facilitar a digitação e foi desenvolvido o *Mouse Braille* com três células e com recursos para facilitar a leitura de textos. Estudos exploratórios (APÊNDICE A) apontaram que o formato permitia a leitura e a escrita de textos com a vantagem de baixo custo (em torno de 10% do custo da linha *Braille* mais barata), e sem similar no mercado tendo o IFCE feito no Instituto Nacional de Propriedade Industrial dois depósitos de pedido de patente: (1) para a plataforma composta pelo *tablet* e *Mouse Braille* (INPI, 2012) e para a Colméia *Braille* (INPI, 2012).

A terceira versão do Portactil (2013) foi desenvolvida a partir de convênio de projeto piloto para a disponibilização (*tablet*, mouse e colméia) aos alunos cegos da rede pública municipal de ensino de Fortaleza. Para esta versão foi desenvolvida a Plataforma web e os recursos de manipulação de arquivos e acesso à internet.

As diferentes versões do sistema estão mostradas na Figura 10.

Figura 10 - Diferentes versões do Portactil



Fonte: Elaboração Própria

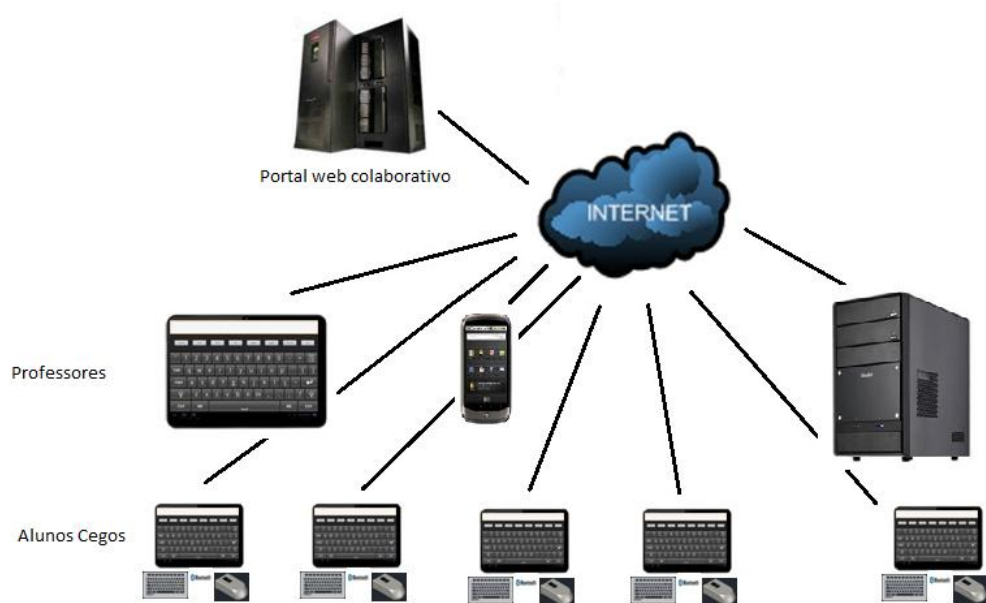
Com a plataforma para a escrita e a leitura de textos em *Braille*, foram iniciados contatos com o Governo do Estado do Ceará e Prefeituras para a avaliação com alunos em idade escolar que resultou na idealização de projeto piloto junto à Prefeitura Municipal de Fortaleza para o desenvolvimento de 120 plataformas e distribuição para as Salas de Recursos Multifuncionais das Escolas Públicas Municipais. Para o projeto piloto foram adquiridos *tablets* e desenvolvido o layout atual dos componentes do Portátil (componentes eletrônicos, placa de circuito impresso, caixa do *Mouse Braille* e colméia) e o ambiente de gestão web para permitir que os alunos cegos pudessem utilizar a plataforma para o estudo e interação com os professores.

O projeto piloto previa a entrega das plataformas diretamente aos alunos cegos e um treinamento com os professores das Salas de Recursos Multifuncionais e alunos cegos. A plataforma foi desenvolvida com os recursos de acesso a arquivos e ambiente web para a transferência de material didático mas não foram efetuados testes exploratórios sobre estes componentes. Em 2014, as plataformas foram entregues à prefeitura e iniciados os cursos de treinamento para os usuários da plataforma. As Plataformas não foram distribuídas aos alunos por aspectos relacionados à forma de controle dos equipamentos e as responsabilizações em caso de perda ou furto.

3.3 Arquitetura do Portátil

A Figura 11 apresenta a arquitetura da plataforma que será detalhada a seguir.

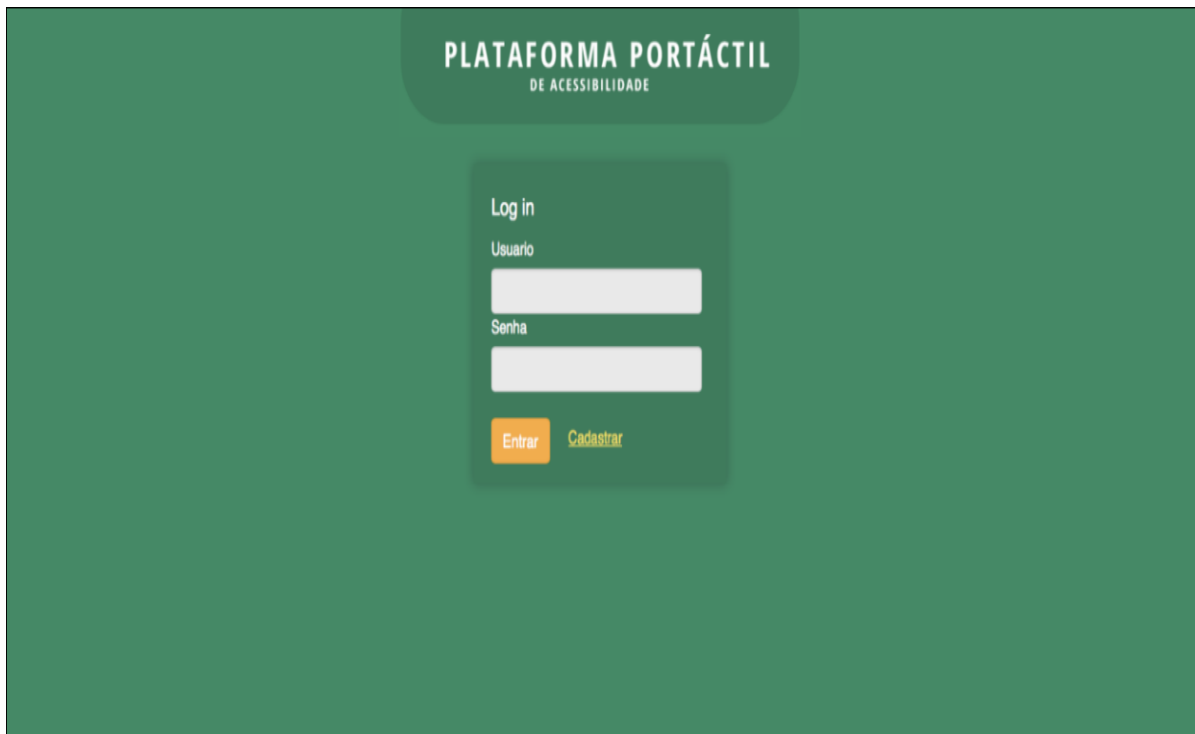
Figura 11 – Arquitetura do Portactil



Fonte: Elaboração Própria

O portal web colaborativo é o responsável por gerenciar e compartilhar os recursos didáticos de professores e alunos. O portal permite o cadastro de usuários e possibilita aos professores o controle de seu material didático e a disponibilização para os alunos, por escola, por turma ou de forma individualizada. Os alunos, ao se conectarem à internet no *tablet*, recebem o material didático de forma automática e podem enviar para os professores, das Salas de Recursos Multifuncionais ou de disciplinas específicas, exercícios, dúvidas ou comentários. O portal se propõe a permitir a recepção de material didático por parte do aluno cego e sua leitura em áudio e em *Braille*, bastando para isso que o professor disponibilize o material na plataforma. O professor acessa o site a partir de um computador pessoal, *tablet* ou *smartphone*. O portal é colaborativo, pois permite a inserção de livros, revistas e qualquer tipo de informação por qualquer pessoa, não apenas professores, e disponibiliza aos alunos cegos que utilizam a plataforma. A Figura 12 mostra a tela inicial do portal.

Figura 12 – Página inicial do Portal Web Colaborativo



Fonte: Elaboração Própria.

O aluno cego, por sua vez, tem acesso ao Portactil por meio do *tablet*, colméia e *Mouse Braille* que possuem as seguintes funcionalidades:

Tablet: O aplicativo Portactil (Figura 13) embarcado no dispositivo permite a navegação por menus através de movimentos hápticos⁵ com retorno por áudio; a leitura e a escrita de textos com retorno por áudio; a criação, edição e deleção de arquivos; a recepção e/ou envio de arquivos para o portal web. Uma vez que o tablet é ligado, o aplicativo Portactil é carregado no Tablet e a tela inicial do aplicativo permite o acesso à biblioteca de livros, a criação de documentos, a acesso a tutoriais sobre o uso da plataforma e uma tela de configuração que permite a conexão do *Mouse Braille* e a conexão com a plataforma web para o download e upload de arquivos.







⁵Refere-se ao tato. Resposta tátil das telas de *smartphones* e *tablet* (Nota do Autor).

Figura 13 - Tela inicial do Aplicativo embarcado no *tablet*

Fonte: Elaboração Própria

Os comandos hápticos possuem retorno por áudio e permitem a navegação pelos menus, indicação de status, dentre outros, de forma que, à medida que o usuário “navega” pelos menus, é informado por áudio o menu/status relacionados ao movimento. A Figura 14 apresenta os comandos hápticos presentes no Portactil.

Figura 14 - Comandos hápticos do aplicativo embarcado no *tablet*

Movimento háptico	Ação no Sistema
 Movimento de baixo para cima	Consulta Status
 Movimento de Cima para Baixo	Voltar Nível Anterior
 Movimento da Direita para a Esquerda	Avançar item da lista
 Movimento da Esquerda para a Direita	Retroceder item da lista
 Um toque longo na tela	Acessa Menus OCULTOS
 Dois toques na tela	Confirma item selecionado

Fonte: Elaboração Própria.

Ao selecionar o item Criar Documento no Menu principal o aplicativo entra no modo de escrita de texto e é aberta uma tela de edição com teclado QWERTY que permite a visão do texto que está sendo escrito pelos videntes (Parte 1), o acesso a funções especiais de controle da Plataforma (Parte 2) e a escrita de texto utilizando o teclado QWERTY (Parte 3). (Figura 15).

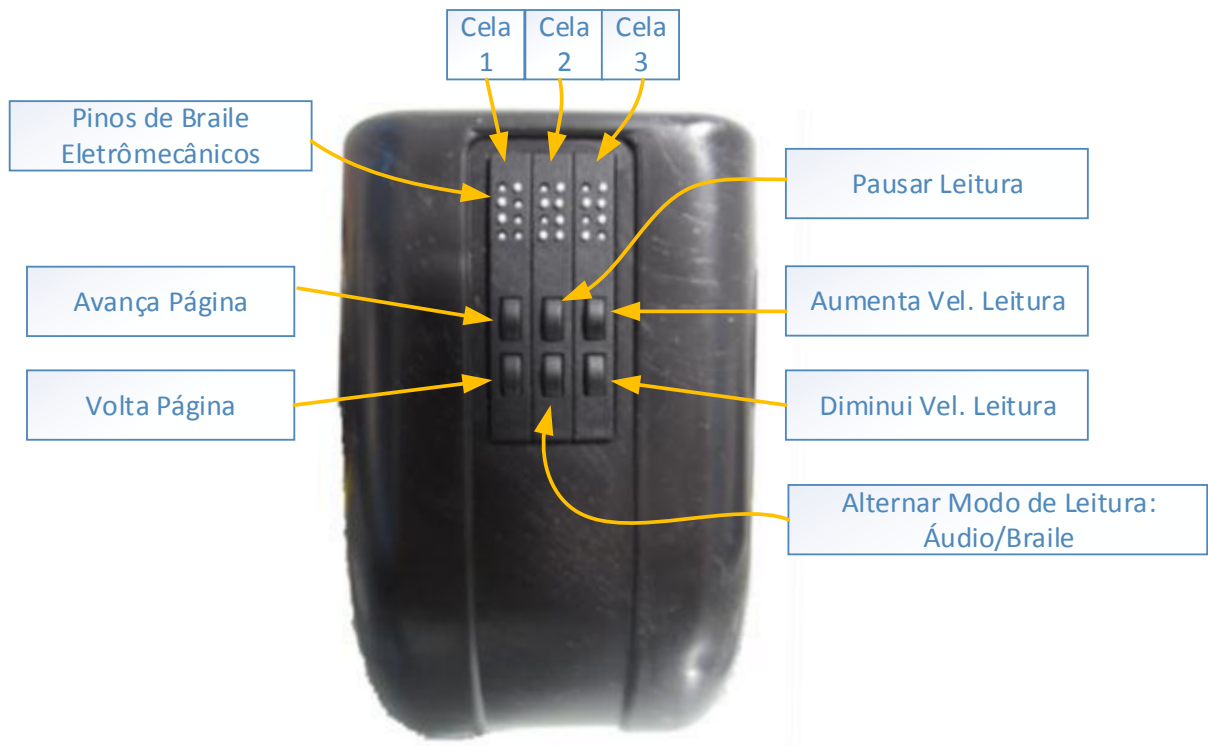
Figura 15 - Tela do editor de texto do aplicativo embarcado no *tablet*



Fonte: Elaboração Própria.

O *Mouse Braille* permite a conferência do texto durante o processo de escrita e a leitura de arquivos (livros, exercícios) em *Braille*. O usuário pode optar por ler os textos utilizando o *Braille* ou ouvi-los utilizando o áudio do *tablet*. O *Mouse Braille* possui 3 células para a impressão do texto em *Braille*, botões de controle superiores para aumentar ou diminuir a velocidade do texto nas células *Braille*, pausar a leitura, comutar a leitura do texto em áudio ou *Braille*, avançar ou retroceder páginas do texto e botões laterais para ligar o dispositivo e facilitar a navegação no livro em processo de leitura. A comunicação com o *tablet* ocorre via *Bluetooth*. O *Mouse Braille* é opcional, sendo utilizado no caso da leitura e escrita de textos utilizando o *Braille*. (Figura 16)

Figura 16 – O *Mouse Braille*



Fonte: Elaboração Própria.

A colméia, confeccionada em acrílico é fixada ao *tablet* por meio de encaixes posicionados nos lados e na parte inferior (Figura 17). A colméia é opcional, uma vez que o aplicativo possui recursos de acessibilidade por áudio, e foi concebida com três funcionalidades básicas: (1) facilitar o aprendizado do teclado QWERTY do aplicativo em seu modo de escrita; (2) impedir o acesso a teclas de controle do android; (3) auxiliar na edição de textos no teclado QWERTY.

Figura 17 - Colméia QWERTY para edição de textos



Fonte: Elaboração Própria.

O Portactil foi inicialmente concebido como um dispositivo para a leitura em *Braille* de textos escritos. Durante o seu desenvolvimento foram acrescentados recursos para a escrita e o ambiente web para auxiliar no estudo e na recepção e disponibilização de material didático ao usuário. Para que a plataforma possa ser efetivamente utilizada como plataforma de auxílio à aprendizagem de cegos em escolas públicas, objetivo pretendido pelos desenvolvedores, faz-se necessário avaliar de maneira científica sua usabilidade para posteriormente desenvolver trabalhos sobre como utilizá-la com alunos cegos em processo de alfabetização, com alunos alfabetizados e seus impactos na melhoria do seu rendimento escolar, sobre o uso do *Braille*, como ferramenta de acessibilidade e inclusão social e outros estudos que podem ser desenvolvidos caso a eficácia, eficiente e satisfação da plataforma pelo cego seja satisfatória. Os próximos capítulos apresentam as pesquisas e resultados da avaliação do Portactil com pessoas cegas, professores videntes de SRM e professores e alunos cegos de Associação de cegos.

4 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

4.1 Desenho

Esta pesquisa utilizou como instrumentos de coleta de dados um questionário com perguntas objetivas para fornecer informações quantitativas sobre os critérios de usabilidade de Nielsen e perguntas subjetivas para captar informações qualitativas sobre as impressões e sentimentos acerca da utilização da plataforma portátil. Abramo (1979) considera que a combinação de técnicas é salutar e pode resultar numa maior riqueza de observações e testar a fidedignidade dos dados. Minayo (1994), por sua vez, salienta que as metodologias quantitativa e qualitativa não são incompatíveis e podem ser integradas num mesmo projeto.

A pesquisa foi dividida em dois estudos: (1) Estudo 1: Avaliação da usabilidade do Portactil: opinião de professores das Salas de Recursos Multifuncionais de escolas públicas municipais; (2) Estudo 2: Avaliação da usabilidade do Portactil: opinião de alunos cegos e professores de associação de apoio a cegos de uma associação de apoio a cegos.

Os estudos foram apresentados com método, resultados e discussão, em capítulos separados.

5 ESTUDO 1 - AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO PORTACTIL: OPINIÃO DE PROFESSORES DAS SALAS DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS DE ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS

5.1 Método

No Estudo 1 foi avaliada a usabilidade do Portactil como ferramenta de auxílio para a leitura e a escrita de textos com o uso do áudio e *Braille* para alunos cegos por professores que atuam nas SRM de escolas públicas municipais de Fortaleza.

5.1.1 Participantes

Participaram do estudo 68 professores, dos gêneros masculino e feminino. Os critérios de inclusão utilizados foram: ser professor pertencente à Rede Pública Municipal de Ensino de Fortaleza e atuar nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) com alunos com deficiência.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

5.1.2 Local

A coleta de dados foi realizada nos Laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará entre março e outubro de 2014.

5.1.3 Instrumento

Para a coleta de dados com os professores das Salas de Recursos Multifuncionais foi elaborado um questionário composto por perguntas fechadas e abertas sobre os componentes da plataforma tendo sido utilizado como base os critérios de usabilidade de Nielsen (NIELSEN, 1993). As perguntas versaram sobre parâmetros e impressões sobre a plataforma, subdivididos em 6 domínios: 1) eficiência de uso; 2) facilidade de aprendizado; 3) facilidade de memorização; 4) baixa taxa de erros; 5) satisfação subjetiva; 6) ergonomia. Ao todo, o questionário foi composto por 50 questões, sendo quarenta e duas com 5 graduações de respostas de múltipla escolha com resposta única baseada na Escala de Likert, das quais, 41 foram positivas e 9 negativas. As demais foram questões abertas com vistas a coletar

informações sobre impressões subjetivas da plataforma e dados relativos à quantidade de alunos cegos e com baixa visão atendidos e estrutura disponível nas Salas de Recursos Multifuncionais para este público. (APÊNDICE C).

Os questionários foram encaminhados a 3 juízes que: sugeriram alterações na carta de apresentação e em algumas perguntas do questionário, fizeram correções ortográficas e gramaticais e o desmembramento de uma das perguntas do questionário em duas.

5.1.4 Procedimentos de coleta de dados

Inicialmente foi solicitada à Secretaria Municipal de Ensino de Fortaleza a autorização para que os professores das Salas de Recursos Multifuncionais participassem do estudo.

Os professores foram liberados e aqueles que se disponibilizaram em participar do estudo frequentaram um minicurso de 20 horas presenciais sobre a utilização da Plataforma Portátil. Foram ministrados 7 minicursos sobre a plataforma sendo que a pesquisa foi realizada com 4 destas turmas o que possibilitou a coleta de dados de mais de 50% dos professores da Rede Pública Municipal de Fortaleza que trabalhavam nas SRM.

Os minicursos abordaram os seguintes tópicos: (1) introdução aos dispositivos móveis: apresentação do tablet, diferenças existentes entre um tablet e o computador de mesa; o Sistema Operacional Android; configurando uma rede wifi no Tablet; carregando um aplicativo da internet; (2) instalação do Portactil: baixando o aplicativo da loja; configurando o aplicativo; executando o tutorial básico de navegação; exercícios de navegação com os recursos hápticos da plataforma; (3) leitura de textos no Portactil: conectando o *Mouse Braille* ao tablet; acessando a biblioteca de arquivos; abrindo o arquivo para leitura; comutando a leitura de áudio para *Braille*; comandos do *Mouse Braille*; exercícios de leitura; (4) escrita de textos no Portactil: abrindo o editor de textos; recursos de acessibilidade do editor; a colméia *Braille*; digitação e verificação de textos utilizando o retorno por áudio e/ou *Braille*; criando arquivos na biblioteca; (5) a Plataforma de Acessibilidade Web: acessando o site; configurando usuário; criando turmas; adicionando alunos às turmas; disponibilização de textos para as turmas/alunos; acesso do texto nos *tablet*. O conteúdo foi desenvolvido com atividades teóricas e práticas, para que ao final do minicurso, os participantes fossem capazes de operar a Plataforma de forma independente e autônoma para a leitura e escrita de textos.

No último dia de cada minicurso, foi realizada a aplicação do questionário aos participantes do estudo, que foram informados sobre o objetivo da pesquisa, ressaltando que o

foco da pesquisa era a avaliação da usabilidade da Plataforma, e não o professor, e que os dados obtidos seriam analisados no conjunto.

5.1.5 Procedimentos de análise de dados

Os dados brutos dos questionários (APÊNDICE A) foram tabulados em planilhas no Excell e para o cálculo da nota de cada questão, atribuiu-se, para questões positivas aos itens Concordo Plenamente (CP), Concordo (C), Indiferente(I), Discordo(D) e Discordo Plenamente(DP), respectivamente as notas 10; 7,5; 5; 2,5; e 0. Para este cálculo, levou-se em conta somente as questões efetivamente avaliadas de forma que as questões não marcadas (NM) não foram consideradas para o cálculo da média. A somatório das frequências de cada quesito, para o cálculo da média foi dado por:

$$FR_{Qn} = FR_{CP} + FR_C + FR_I + FR_D + FR_{DP}$$

A média de cada questão foi calculada pela multiplicação das frequências de cada termo pelo somatório dos quesitos, desprezando questões não avaliadas:

$$M_{Qn} = \frac{FR_{CP} * 10 + FR_C * 7,5 + FR_I * 5 + FR_D * 2,5 + FR_{DP} * 0}{FR_{Qn}}$$

Para as questões negativas as notas foram atribuídas de forma inversa:

$$M_{Qn} = \frac{FR_{CP} * 0 + FR_C * 2,5 + FR_I * 5 + FR_D * 7,5 + FR_{DP} * 10}{FR_{Qn}}$$

Por exemplo: a Questão 3, positiva, teve 18 avaliadores que marcaram *Concordo Plenamente*, 43 avaliadores que marcaram *Concordo*, outros três que marcaram *Indiferente* e 4 que não marcaram nenhum item. Logo o cálculo da média foi:

$$M_{Q3} = \frac{18 * 10 + 43 * 7,5 + 3 * 5 + 0 * 2,5 + 0 * 0}{18 + 43 + 3 + 0 + 0} = 8,09$$

Para o cálculo da nota para cada um dos seis domínios fez-se a somatória do produto entre a média de cada questão e a somatória de frequência das questões, dividido pela somatória das frequências das questões:

$$N_D = \frac{\sum M_{Qn} * FR_{Qn}}{\sum FR_{Qn}}$$

Para o cálculo da Usabilidade Geral foi feita a média aritmética das notas dos domínios. As informações referentes às perguntas abertas foram categorizadas em pontos positivos e negativos para cada domínio estudado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 1

Nesse tópico foram apresentados os resultados referentes: ao perfil dos professores de Salas de Recursos Multifuncionais; opinião dos professores de SRM sobre a usabilidade por domínio; e opinião dos professores de SRM sobre a usabilidade geral. Dias (2003) considera que a avaliação de usabilidade deve ser feita por pessoas no seu contexto de uso e que os resultados podem diferir bastante em contextos diferentes. Pretende-se que o Portactil possa ser utilizado como ferramenta de apoio à alfabetização e ao ensino regular de pessoas cegas em escolas públicas, logo, a necessidade de avaliação de usabilidade por estes usuários.

6.1 Perfil dos professores de Salas de Recursos Multifuncionais

Na Tabela 1 foram apresentados os dados referentes a frequência absoluta e relativa em relação ao gênero dos professores participantes da pesquisa. Os professores das SRM eram, em sua maioria, do gênero feminino. Estudo desenvolvido por Queiroz (2014) também encontrou que a maioria dos professores de SRM é do gênero feminino.

Tabela 1 - Demonstrativo dos participantes do estudo - por gênero

Masculino		Feminino		Total	
FR	%	FR	%	FR	%
3	4	65	96	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem.

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 2 mostra a distribuição dos professores por tempo de atividade pedagógica nas SRM. Verificou-se que a maior parte dos professores trabalhava em Salas de Recursos Multifuncionais há menos de 1 ano. Deve-se considerar que as SRM iniciaram-se a partir do Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, instituído por meio da Portaria Normativa nº 13/2007 do MEC/SEESP (BRASIL, 2007), portanto o tempo de experiência dos professores em SRM é condizente com o tempo em que essas salas foram instituídas.

Tabela 2 - Demonstrativo do tempo de atividade (meses) em Salas de Recursos Multifuncionais dos professores participantes no estudo.

Menos de 12 meses		Entre 13 e 60 meses		Entre 61 e 120 meses		Mais de 120 meses		Total de meses	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
29	43	17	25	19	28	3	4	68	100

Legenda: FR: Frequência ; %: Porcentagem.

Fonte: Elaboração Própria

Os dados da Tabela 3 indicaram que 59% dos professores atendiam entre 16 e 25 crianças nas SRM. O atendimento era realizado de forma individual ou em grupo de 2 a 3 alunos 1 ou 2 vezes por semana com duração entre 30 minutos e 2 horas. Conforme o descrito no Documento Orientador para o Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais (SRM), o AEE deve funcionar prioritariamente em SRM, em turno inverso ao da sala comum, e a carga horária dos alunos pode ser flexível, e que os mesmos podem ser atendidos individualmente ou em grupo de acordo com as especificidades e necessidades (BRASIL, 2013).

Tabela 3 – Demonstrativo do número de alunos atendidos por professor de SRM.

Menos de 5 alunos		Entre 6 e 15 alunos		Entre 16 e 25 alunos		> 26 alunos		Total de Alunos	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
3	4	19	28	40	59	6	9	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem.

Fonte: Elaboração Própria

Por outro lado, 50% dos professores indicaram que não atendiam crianças com baixa visão e 40% atendiam somente um aluno com baixa visão, inclusive, alunos em processo de avaliação para determinar a suspeita (Tabela 4).

Tabela 4 – Demonstrativo do número de alunos com baixa visão em atendimento por professor.

Nenhum		1 aluno		2 alunos		3 alunos		Total	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
34	50	27	40	5	7	2	3	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem.

Fonte: Elaboração Própria

Aliado ao dado anterior, a Tabela 5 mostrou que 97% dos professores não atendiam alunos cegos. O Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, instituído por meio da Portaria Normativa nº 13/2007 do MEC/SEESP (BRASIL, 2007), prevê a aquisição de equipamentos e recursos pedagógicos para garantir o acesso ao ensino regular e a oferta do Atendimento Escolar Especializado (AEE) aos alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e/ou altas habilidades/superdotação. A mesma Portaria prevê a instalação das Salas Tipo I e Tipo II (para atendimento específico para alunos cegos). O Decreto nº 6571 (BRASIL, 2008) recomenda a dupla matrícula dos alunos público alvo da Educação Especial em classe comum da rede pública e no AEE. A Resolução CNE/CNB nº 4/2009 (BRASIL, 2009) sugere que o AEE seja realizado prioritariamente nas SRM da própria escola. Apesar destes instrumentos legais, as SRM no município de Fortaleza não atendiam alunos com deficiência visual e, provavelmente, este público não frequentava o ensino público municipal. Pessoas cegas no Ceará são alfabetizadas em instituições de apoio, como o Instituto dos Cegos do Ceará e a Associação de Cegos do Estado do Ceará.

Tabela 5 – Demonstrativo dos avaliadores –Número de alunos cegos em atendimento por professor

Nenhum		1 aluno		2 alunos		3 alunos		Total	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
66	97	2	3	0	0	0	0	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem.

Fonte: Elaboração Própria

6.2 Opinião dos professores de SRM sobre a usabilidade por domínio

A seguir foram apresentados os resultados sobre a opinião dos professores de SRM em relação à avaliação da usabilidade pelos domínios: (1) Eficiência de uso; (2) Facilidade de aprendizado; (3) Facilidade de Memorização; (4) Baixa taxa de erros; (5) Satisfação; (6) Ergonomia. Os dados brutos coletados estão no APÊNDICE E.

6.2.1 Eficiência de uso

Na avaliação da eficiência de uso optou-se por dividir a análise dos dados, por partes operacionais da plataforma. Esta abordagem permite identificar, dentre os diversos módulos, aqueles que, na opinião dos avaliadores, tem uma melhor ou pior eficiência. Estas questões foram analisadas em separado, com os seguintes resultados.

Dados da 27^a Pesquisa Anual de uso de Tecnologia da Informação da FGV mostram que o número de smartphones em uso no Brasil atingiu a marca de 1,6 aparelhos/habitante e deverá atingir a marca de 2 aparelhos/habitantes em 2018 (FGV, 2016). A Tabela 6, apresenta os resultados levantados nas questões de 1 a 7 que abordam ações relativas à operação da Plataforma tais como ligar/desligar o tablet e a navegação utilizando os recursos hápticos existentes no Portactil. Os recursos de navegação háptica foi considerada satisfatória com 88% de opiniões favoráveis, apesar dos recursos hápticos da Plataforma não serem iguais aos recursos nativos dos smartphones.

Tabela 6 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no *tablet* referente às questões de navegação e retorno por áudio.

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q1	29	43	35	51	0	0	4	6	0	0	0	0	68	100
Q2	19	28	42	62	3	4	4	6	0	0	0	0	68	100
Q3	18	26	43	3	3	4	0	0	0	0	4	6	68	100
Q4	29	43	33	49	1	1	3	4	1	1	1	1	68	100
Q5	2	3	10	15	13	20	35	53	5	8	1	2	68	100*
Q6	25	37	39	57	3	4	0	0	0	0	1	1	68	100
Q7	30	45	26	39	3	4	3	4	4	6	1	1	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas
Fonte: Elaboração Própria

As questões de 8 a 11 (Tabela 7) se referem às questões de criação e leitura de arquivos por áudio e apresentou um percentual de 24% de opiniões plenamente favoráveis (65 de 270 opiniões válidas) com 4% de opiniões plenamente desfavoráveis, indicando uma queda relativa de 13% em relação aos itens anteriores. Estas atividades foram desenvolvidas a partir do terceiro dia do minicurso, portanto, o tempo de prática nestes itens foi menor do que nos itens abordados anteriormente. Segundo Nielsen (2012) eficiência indica a rapidez com que o usuário executa a tarefa após a aprendizagem de uso do sistema, assim poderia ser considerado que o tempo de cursos não tenha sido suficiente para a aprendizagem e isso possa ter interferido no desempenho do usuário, uma vez que a criação e manipulação de arquivos necessita de competência para escrever e salvar o título do arquivo, escrever e salvar o texto do arquivo e a posterior verificação do arquivo criado. Os dados referentes as opiniões subjetivas sobre estas atividades, a serem apresentadas posteriormente no Quadro 4, sugerem que a redução nas notas refletem mais erros e dificuldades de operação do aplicativo do que a falta de tempo adequado de treinamento.

Tabela 7 - Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no *tablet* referente às questões de criação e leitura de arquivos por áudio

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q8	9	13	11	16	4	6	39	58	4	6	0	0	68	100*
Q9	20	29	39	57	3	4	5	7	1	1	0	0	68	100
Q10	16	24	41	61	2	3	7	10	0	0	1	1	68	100
Q11	24	35	42	62	2	3	0	0	0	0	0	0	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas
Fonte: Elaboração Própria

As questões de 12 a 14 (Tabela 8) referem-se à edição e deleção de arquivos e a plataforma de acessibilidade web. Foram identificadas falhas no aplicativo que impedem a edição de arquivos criados mesmo sendo os avaliadores videntes. Os dados sugerem, portanto, que a nota deste item reflete a necessidade de correções de erros existentes no aplicativo confirmando a hipótese de que os problemas vivenciados pelos avaliadores videntes

não são provocados pela carga horária baixa do minicurso ou falta de treino por parte dos usuários. Estes resultados levaram o autor a não submeter os recursos de edição e transferência de arquivos da internet aos usuários cegos da ACEC (a serem apresentados nos capítulos 7 e 8).

Tabela 8 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo em relação a edição e deleção de arquivos e plataforma web

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q12	9	14	20	31	9	14	19	29	5	8	3	5	68	100*
Q13	13	19	46	68	9	13	0	0	0	0	0	0	68	100
Q14	4	6	16	24	15	22	27	40	4	6	1	1	68	100*

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas.

Fonte: Elaboração Própria

As questões da Tabela 9, a seguir, focaram no uso da máscara QWERTY por parte dos professores. A colméia vem a ser um item que auxilia a escrita de texto por alunos cegos, de forma que a aprovação dos professores sobre sua eficiência reflete a confirmação de sua necessidade para a escrita através do tablet, cuja superfície háptica lisa, não possibilita a localização física das teclas. Ressalta-se que as colméias são utilizadas nos teclados convencionais durante a fase de apropriação pelo aluno cego da escrita em teclado QWERTY do computador, sendo um dos itens das Salas Tipo I (BRASIL, 2007).

Tabela 9 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso da colméia QWERTY

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q15	23	37	32	51	3	5	3	5	2	3	0	0	68	100
Q16	4	6	20	32	11	17	27	43	1	2	0	0	68	100*

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas

Fonte: Elaboração Própria

A avaliação específica de eficiência do *Mouse Braille* indica uma importante dificuldade de adaptação e uso por parte dos avaliadores. As questões da Tabela 10, a seguir, referem-se a pontos que os avaliadores videntes deveriam ter condições de executar com facilidade. Nestas questões, apenas a Q17, que se refere à funcionalidade de ligar e desligar o

Mouse Braille indicou uma avaliação eficiente. As demais questões desta tabela, quando analisadas em conjunto com as opiniões subjetivas do Quadro 7, sugerem que a baixa eficiência de uso não são compatíveis com uma deficiência no treinamento do minicurso e sim, que o dispositivo apresenta falhas, como a perda de conexão *bluetooth* com o *tablet*.

Tabela 10 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do *Mouse Braille*

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q17	26	39	33	50	1	2	4	6	2	3	0	0	68	100
Q18	11	17	26	39	7	11	15	23	6	9	1	2	68	100
Q19	16	24	31	47	4	6	11	17	4	6	0	0	68	100
Q20	14	21	26	39	7	11	13	20	5	8	1	2	68	100
Q21	9	13	36	54	5	7	12	18	4	6	1	1	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão

Fonte: Elaboração Própria

As questões da Tabela 11 referem-se aos itens que não estavam sinalizados de forma visível no tablet ou que necessitavam de competência para a leitura dos textos em *Braille*. A sinalização deficiente quanto ao estado de carga da bateria do *Mouse Braille* foi identificado nas Questões 22 e 23. Os resultados das Questões 24 e 25 mostram um aumento importante das opções indiferente e não marcou denotando que os avaliadores não se sentiram confortáveis em opinar de forma positiva ou negativa sobre o manuseio de *Mouse Braille* para a leitura de textos uma vez que os professores têm pouco ou nenhum contato com alunos cegos ou o *Braille* nas SRM conforme apresentado na seção 6.1.

Tabela 11 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do *Mouse Braille*

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q22	3	5	18	28	14	22	20	31	6	9	3	5	68	100
Q23	5	8	12	18	17	26	21	32	6	9	4	6	68	100
Q24	4	6	26	41	14	22	10	16	5	8	5	8	68	100
Q25	5	8	28	42	20	30	7	11	2	3	4	6	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão

Fonte: Elaboração Própria

6.2.2 Facilidade de aprendizado

A Tabela 12, a seguir, apresenta a opinião dos avaliadores em relação à facilidade de aprendizado da plataforma. Para Nilsen (2003), este parâmetro indica o quanto é fácil para um usuário completar tarefas básicas na primeira vez que usa um produto ou sistema. Apesar das dificuldades apresentadas para a edição de arquivos, os avaliadores consideraram que o Aplicativo Portactil tem uma facilidade de aprendizado satisfatória. A questão Q28, que está relacionado à facilidade de aprendizagem do *Mouse Braille*, apresentou a pior avaliação neste quesito pelos problemas apresentados no seu manuseio, conforme comentado na seção anterior.

Tabela 12 – Distribuição de frequência para o domínio facilidade de aprendizado

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q26	9	13	34	51	3	4	20	30	1	1	0	0	68	100
Q27	6	9	9	13	10	15	42	62	1	1	0	0	68	100*
Q28	6	9	27	40	7	10	24	35	2	3	2	3	68	100
Q29	7	10	41	60	6	9	8	12	4	6	2	3	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas.

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.3 Facilidade de Memorização

Facilidade de memorização que indica a facilidade de voltar a utilizar o produto ou sistema com destreza caso ele não utilize por um período de tempo (NILSEN, 2003). A Tabela 13, apresenta a distribuição de frequência para este domínio e os dados indicam uma avaliação insatisfatória, refletindo os resultados das seções anteriores. Neste caso, o pouco treinamento é um fator relevante, uma vez que os recursos hápticos e as funcionalidades do *Mouse Braille* não são atividades diárias dos avaliadores e, em princípio, existe a necessidade de maior treinamento para a apropriação dos comandos e funcionalidades.

Tabela 13 – Distribuição de frequência para o domínio facilidade de memorização

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q30	10	15	45	66	6	9	5	7	2	3	0	0	68	100
Q31	7	10	20	29	12	18	25	37	3	4	1	1	68	100*
Q32	4	6	16	24	16	24	26	38	5	7	1	1	68	100*
Q33	5	7	16	24	18	26	25	37	3	4	1	1	68	100*

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão; *: questões negativas.

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.4 Baixa Taxa de Erros

A Tabela 14, denota que a plataforma apresentou uma quantidade de erros elevada e que necessita de um esforço por parte da equipe de desenvolvimento para a realização de ajustes que deixem a Taxa de Erros em percentuais aceitáveis. Existe a necessidade de ajustes nos recursos da Plataforma tanto no aplicativo quanto no *Mouse Braille* conforme indicam as observações subjetivas negativas presentes nos Quadros Q3 a Q12 a serem apresentados na seção 6.4.

Tabela 14 – Distribuição de frequência para o domínio taxa de erros

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q34	2	3	9	13	9	13	39	57	8	12	1	1	68	100
Q35	8	12	45	66	4	6	10	15	1	1	0	0	68	100
Q36	6	9	38	56	5	7	16	24	3	4	0	0	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão.

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.5 Satisfação

Os resultados *indiferente* na Tabela 15 relativos à satisfação dos usuários, que se referem à motivação (Questão 37 com Porcentagem = 13%) para o uso da Plataforma para a

criação de textos com conforto e segurança (Questões 38 e 39 com Porcentagem = 18% e 25%) e a leitura de textos em *Braille* (Questão 40 com Porcentagem = 26%) sugere que avaliadores videntes não se sentiram aptos a emitir opinião nestes temas. As avaliações positivas deste domínio, em conjunto com as opiniões qualitativas subjetivas apresentadas no Quadro 11 da seção 6.4, sugerem que os avaliadores demonstram apoio à Plataforma caso seja utilizada pelas pessoas cegas.

Tabela 15 – Distribuição de frequência para o domínio satisfação subjetiva

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q37	15	22	37	54	9	13	7	10	0	0	0	0	68	100
Q38	8	12	34	50	12	18	13	19	1	1	0	0	68	100
Q39	9	13	32	47	17	25	9	13	1	1	0	0	68	100
Q40	6	9	26	38	18	26	15	22	0	0	3	4	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão.

Fonte: Elaboração Própria.

6.2.6 Ergonomia

A International Ergonomic Association define Ergonomia da seguinte forma:

A Ergonomia é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos para projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. (IEA, 2017).

Os aspectos ergonômicos avaliados (dimensões, peso e formato) no *Mouse Braille* indica uma aceitação, por parte dos avaliadores videntes destas características. A comparação com outros dispositivos semelhantes, como o mouse convencional, talvez indique os índices de discordo apresentados na Tabela 16. Com efeito, o *Mouse Braille* possui peso e dimensões maiores que um *Mouse* de computador decorrente da necessidade de acomodação da bateria interna e das dimensões físicas da célula *Braille*.

Tabela 16– Distribuição de frequência para o domínio ergonomia

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
	Q41	19	28	37	54	2	3	10	15	0	0	0	0	68
Q42	20	29	40	59	0	0	8	12	0	0	0	0	68	100
Q43	11	16	35	51	10	15	9	13	2	3	1	1	68	100

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão.

Fonte: Elaboração Própria.

6.3 Cálculo da nota por domínio e da usabilidade

A seguir são apresentados os cálculos da nota por domínio e da usabilidade extraídos da opinião dos professores das SRM.

6.3.1 Cálculo da nota por domínio

A Tabela 17, a seguir, apresenta as notas relativas à eficiência de uso das partes analisadas anteriormente com o objetivo de identificar quais partes apresentaram pior desempenho e que necessitam de melhorias por parte dos desenvolvedores do sistema.

Tabela 17 – Notas parciais e total do domínio eficiência de uso

Questões	Parte em análise	Eficiência de uso
Q1 – Q7	Aplicativo – Inicialização do sistema e navegação háptica	7,8
Q8 - Q10	Aplicativo – Criação e leitura de arquivo por áudio	7,3
Q11 – Q12	Aplicativo – Edição e deleção de arquivos e ambiente web	6,0
Q13 – Q14	Colméia	6,4
Q15 – Q16	<i>Mouse Braille</i> – Retorno pelo tablete	6,5
Q17 – Q21	<i>Mouse Braille</i> – Sem retorno pelo tablete	5,02
Q1 – Q21	N_D (Eficiência de Uso)	6,71

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 18 apresenta as notas obtidas para cada domínio analisado. As questões que mais contribuíram com a baixa avaliação de eficiência de uso do Aplicativo embarcado são relativas à edição de textos e manipulação de arquivos, onde foram detectadas falhas que necessitam ser ajustadas pelos desenvolvedores da Plataforma. O *Mouse Braille* também apresentou uma avaliação baixa por falhas do dispositivo e pelo fato dos pesquisadores não serem leitores *Braille*, conforme apresentado na seção 6.2.

Tabela 18 – Notas por domínio

Domínio	N _D
Eficiência de uso	6,71
Facilidade de Aprendizado	5,94
Facilidade de Memorização	5,65
Baixa Taxa de Erros	5,43
Satisfação Subjetiva	6,46
Ergonomia	7,23

Fonte: Elaboração Própria

Conforme descrito nas seções anteriores, existe a necessidade de ajustes na Plataforma Portátil relacionados principalmente aos recursos de edição de texto e das funcionalidades do *Mouse Braille* (Tabela 17), evidenciado pela nota relacionada à Baixa Taxa de Erros (Tabela 18). A Ergonomia, que não tem relação com o domínio *Baixa Taxa de Erros* apresentou o melhor nota por domínio. A nota do domínio *eficiencia de uso* reflete as funcionalidades hápticas do aplicativo. A nota de satisfação subjetiva foi influenciada mais pelas possibilidades de uso da Plataforma por pessoas com deficiência visual e menos pelos evidentes problemas operacionais apresentados e que devem ser trabalhados pelos seus desenvolvedores.

6.3.2 Cálculo da usabilidade

Na Tabela 19 foi apresentada a nota de Usabilidade Geral da Plataforma segundo a percepção dos professores das SRM que reflete as necessidades de aprimoramento da plataforma para o seu efetivo uso. A pouca interação destes professores com alunos cegos indica, no entanto, que a plataforma deve ser avaliada por professores que atuem diretamente

com essas pessoas, dado que serão os principais usuários da plataforma no caso de adoção como plataforma de auxílio à aprendizagem.

Tabela 19 – Usabilidade da Plataforma Portactil: opinião dos professores das SRM

Usabilidade geral	nota
Usabilidade da Plataforma Portactil: Professores das SRM's	6,24

Fonte: Elaboração Própria

6.4 Opinião dos professores de SRM sobre a usabilidade

As recomendações e sugestões baseadas nas opiniões dos professores das Salas de Recursos Multifuncionais foram apresentadas em relação: 1) eficiência de uso; 2) facilidade de aprendizagem; 3) facilidade de memorização; 4) falhas e erros 5) satisfação; 6) ergonomia.

6.4.1 Eficiência de uso

Quanto á eficiência de uso as sugestões dos professores foram apresentadas em relação ao aplicativo embarcado no tablete e o mouse braile.

Aplicativo embarcado no Tablet

As funções de navegação e retorno por áudio tiveram avaliação satisfatória dos professores do AEE que consideraram que os movimentos hápticos e retorno por áudio permitem a navegação pelo aplicativo e a leitura de textos de forma inteligível. O Quadro 3 mostra os professores de SRM fizeram dois apontamentos negativos e sete positivos em relação a eficiência de uso do aplicativo. Em relação aos pontos positivos ressaltaram principalmente que o menu é claro e acessível e o retorno por áudio é satisfatório. Quanto aos pontos negativos pontuaram situações em que o aplicativo parou de funcionar e retornou à área de trabalho do sistema operacional, devendo ser realizados ajustes para corrigir estas falhas.

Quadro 3 - Observações relativas ao aplicativo: navegação e leitura por áudio

Eficiência de uso	
Pontos Negativos Número de observações → 2	Pontos Positivos Número de observações → 7
Aplicativo: Navegação e leitura por áudio O programa sai e não verbaliza para o cego; Informar quando chegar na área de trabalho e quando finaliza o aplicativo;	Aplicativo: Navegação e leitura por áudio O menu é claro e acessível; O comando de voz auxilia nos comandos para a pessoa deficiente; Comandos claros; Retorno auditivo; (4)

Fonte: Elaboração Própria.

O Quadro 4 indica que as operações de escrita e manipulação de arquivos apresentaram problemas, principalmente durante as necessidades de correção de texto em processo de escrita. Os problemas referentes a escrita e edição de texto foram sistemáticos indicando provável necessidade de reformulação das rotinas de edição de textos. Outra possibilidade seria a integração do Portactil com editor de texto com recursos de acessibilidade existentes para o android.

Quadro 4 - Observações relativas ao aplicativo: escrita de texto e manipulação de arquivos

Eficiência de uso	
Pontos Negativos Número de observações → 4	Pontos Positivos Número de observações → 2
Aplicativo: Escrita de texto e manipulação de arquivos Inserir texto ou palavra já editado; Dificuldade em editar textos digitados; Quando necessário apagar uma palavra ser necessário apagar todo o texto; Muitas vezes não salva o que foi escrito;	Aplicativo: Escrita de texto e manipulação de arquivos O cego pode localizar e aprender a leitura e a escrita; Facilidade para a pessoa cega ler e escrever texto;

Fonte: Elaboração Própria.

A plataforma web com a possibilidade de criação de uma biblioteca virtual colaborativa e o seu uso na escola como interface para a disponibilização de material didático e de estudo para os alunos cegos contribui para melhorar as condições de aprendizagem.

Ressalvando a necessidade de acesso à internet para que a plataforma cumpra seus objetivos as citações presentes no Quadro 5 indicam boa avaliação.

Foi verificado que a conversão de arquivos do formato *pdf para ptl* (formato criado para o Portactil), não funcionou em todos os casos. Os problemas de conversão podem ser responsáveis por falhas na leitura de arquivos baixados da internet. Faz-se necessário o aperfeiçoamento das estratégias de navegação nos arquivos para se atingir com eficiência o ponto de leitura desejado (capítulo, página, parágrafo). Observou-se que o site da plataforma web não possui recursos de acessibilidade sendo necessária sua adequação às diretrizes de acessibilidade previstas no *Web Content Accessibility Guidance* (EMAG, 2015).

Quadro 5 - Observações dos avaliadores relativas à Plataforma Web

Eficiência de uso	
Pontos Negativos Número de observações → 1	Pontos Positivos Número de observações → 6
Aplicativo: Ambiente web A queda da rede;	Aplicativo: Ambiente web colocar textos via internet; (3) Os cegos terem acesso à internet; Pode acessar a internet e levar o equipamento para qualquer lugar; Os cegos terem acesso a maior diversidade de livros;

Fonte: Elaboração Própria

Não foram feitas observações específicas sobre pontos negativos da colméia, tendo ocorrido apenas duas observações indicando este dispositivo como positivo (Quadro 6).

Quadro 6 - Observações dos avaliadores relativas à colméia

Eficiência de uso	
Pontos Negativos Número de observações →	Pontos Positivos Número de observações → 2
Colméia	Colméia colméia; máscara QWERTY;

Fonte: Elaboração Própria

Mouse Braille

O *Mouse Braille* motivou muitas observações por parte dos avaliadores conforme mostrado no Quadro 7. Foi ressaltada a importância do dispositivo para a leitura em *Braille* e identificados problemas no seu uso. O botão de liga-desliga do *Mouse Braille* funcionava por toque com uma sinalização sonora para indicação de ligado ou desligado. Observou-se que, passados alguns minutos sem receber dados do *tablet*, o *Mouse Braille* desligava automaticamente. O objetivo do auto-desligamento visava a economia da bateria e o consequente aumento de sua autonomia. O usuário, por sua vez, não recebia indicativo de que o Mouse estava desligado. Para ele, o mouse havia “travado” ou “perdido a conexão” com o *tablet*. Este problema se agravou pelo fato de que o desligamento ocorria em torno de 10 minutos.

A inserção de rotina que permita identificar o estado de ligado do mouse e das condições de carga da bateria a qualquer instante poderá dar melhores condições de controle do usuário sobre o status do sistema. Uma forma de implementação pode ser utilizar um dos botões para indicar o funcionamento do dispositivo e o status da bateria, que poderia ser identificado pelo usuário por sinal de áudio ou a impressão de símbolos nas células *Braille*. Exemplo: ao pressionar o botão é dado um bip e impresso no mouse dois dígitos indicando a porcentagem de carga da bateria.

Também deve ser verificada a possibilidade de deixar o *Mouse Braille* compatível com outros sistemas operacionais como o Microsoft Windows e acrescentar funções que permitam a leitura independente de conexão com o *tablet*. Desta forma, ele passaria a ser um produto em si, um leitor de livros, onde o usuário utilizaria o *tablet* ou computador para o download dos textos e, a partir daí, o dispositivo passaria a funcionar independentemente.

Quadro 7 - Observações dos avaliadores em relação ao *Mouse Braille*

Eficiência de uso	
Pontos Negativos Número de Observações → 7	Pontos Positivos Número de observações → 12
<p>Mouse Braille:</p> <p>Usabilidade do mouse, O mouse é para alunos que domina <i>Braille</i>; O mouse trava muito; Aviso de desligar sonoro não tem; Maior identificação dos comandos ligar e desligar; Ao ligar identificar que o mouse está ou não conectado (áudio); <i>Mouse Braille</i> confuso;</p>	<p>Mouse Braille:</p> <p>O <i>Mouse Braille</i> ajuda a leitura do aluno cego; Valorização do <i>Braille</i>; Ampliação do uso da língua(<i>Braille</i>); A possibilidade de leitura e áudio para cegos; A leitura de textos em <i>Braille</i>; (3) Permitir que o deficiente visual leia qualquer obra através do tato; A idéia do mouse acessível; Leitura em <i>Braille</i> e áudio; Maior aprendizagem do <i>Braille</i>; Velocidade do mouse controlada pelo usuário;</p>

Fonte: Elaboração Própria

6.4.2 Facilidade de Aprendizado

Nielsen (2012) sugere que um aplicativo deve ser testado em relação a facilidade de aprendizado, durante a execução tarefas básicas pelo usuário na primeira vez que o produto ou sistema é utilizado. O Quadro 8 indica boa avaliação para o domínio Facilidade de Aprendizado com 15 observações positivas em relação a facilidade de aprendizado de uso do aplicativo, e apenas 2 observações negativas que consideraram pouco tempo do minicurso para a assimilação das funcionalidades da plataforma. Estas opiniões negativas indicam a necessidade de dimensionar um maior tempo para o treinamento da Plataforma o que pode resultar em melhor avaliação neste critério e a conseqüente melhora na avaliação de usabilidade.

Quadro 8 - Observações dos avaliadores relativas à Facilidade de Aprendizado

Facilidade de Aprendizado	
Pontos Negativos	Pontos Positivos
Número de observações → 2	Número de observações → 15
De negativo posso dizer o pouco tempo para conhecer a plataforma Portactil; O professor é atencioso, porém são muitas informações novas para serem absorvidas;	Interface de fácil utilização; (6) Os passos para o uso do portáctil; fácil de usar comandos; facilita ao cego com voz e comando; Ser de fácil acesso, ter sistema áudio e sensorial; É fácil editar arquivos; facilitar o aprendizado das crianças; Facilidade de aprendizagem;

Fonte: Elaboração Própria.

6.4.3 Facilidade de Memorização

No Quadro 9, os participantes do estudo fizeram observações em relação Facilidade de Memorização, foram indicadas três observações negativas e sete positivas. As principais dificuldades foram de operação encontradas no uso do *Mouse Braille* o que influenciou a nota de usabilidade da plataforma. A Plataforma Web também teve influência negativa nesse item mas, neste caso, por falta de tempo para aprendizagem, visto que a plataforma foi apresentada no último dia do minicurso.

Quadro 9 - Observações dos avaliadores relativas à Facilidade de Memorização

Facilidade de Memorização	
Pontos Negativos	Pontos Positivos
Número de observações → 3	Número de observações → 7
O acesso é difícil para cegos; Aplicativo com alguns comandos de difícil compreensão; Difícil acesso para mudar de comando;	Aplicativo de fácil entendimento; (3) facilita enfim a aprendizagem; Fácil acesso para os alunos cegos; facilitar a leitura dos cegos; Facilidade e ganho de tempo para leituras;

Fonte: Elaboração Própria.

6.4.4 Baixa Taxa de Erros

Observa-se no Quadro 10, que 100% das observações dos usuários relacionadas com Falhas são negativas. Destas observações, 38% se referem diretamente ao problema de conexão do *Mouse Braille*. Uma delas se refere a uma falha na configuração do teclado que apresenta no visor número diferente do digitado que foi reportado e corrigido pela equipe de desenvolvimento. As demais observações são genéricas reportando falhas de operação do software, o que vem a ser o principal motivo da avaliação de usabilidade da plataforma não ser satisfatório.

Quadro 10 - Observações dos avaliadores relativas a Falhas e Erros

Falhas e erros	
Pontos Negativos	Pontos Positivos
Número de observações → 13	Número de observações → 0
O mouse se desconecta com muita facilidade; (5) Ocorre muitas falhas durante o processo de execução das tarefas; Muitas falhas no sistema; (3) Necessita ajustes; Falha no teclado; Acho que o software ainda apresenta Falhas; Apresenta dificultadores;	

Fonte: Elaboração Própria.

6.4.5 Satisfação

Os participantes do estudo fizeram 56 indicações positivas relativas à satisfação do usuário para os objetivos da Plataforma e sete pontos negativos (Quadro 9). Em relação aos pontos negativos, dois se referem aos acessórios do equipamento (fone de ouvido) e ao minicurso (datashow) que podem ser facilmente solucionados. A observação acerca da lentidão e da funcionalidade para alunos da escola regular devem ser relativizadas em virtude do foco do desenvolvimento da Plataforma ser para ser utilizada pelo aluno cego. A possibilidade de obsolescência tecnológica não é passível de ações por parte dos desenvolvedores da plataforma e pode ocorrer com a maior parte dos produtos e dispositivos

disponíveis aos usuários. Ações devem ser tomadas para diminuir as possibilidades de defeitos apresentados pelo equipamento bem como propor opções para a manutenção preventiva ou corretiva do equipamento pelos usuários.

Quadro 11 - Observações dos avaliadores relativas à Satisfação

Satisfação	
Pontos Negativos Número de observações → 7	Pontos Positivos Número de observações → 56
<p>Acredito que quando chegar nas escolas o Portactil estará obsoleto;</p> <p>Manutenção do equipamento;</p> <p>Não acompanha fone de ouvido;</p> <p>Baixa funcionalidade para o aluno da escola regular;</p> <p>Lentidão;</p> <p>Não há atualização do aplicativo;</p> <p>Recurso visual como datashow para visualização da plataforma do tablet para todos acompanharmos o passo a passo;</p>	<p>Acessibilidade; (13)</p> <p>Ajudar os cegos na escrita e leitura;</p> <p>Aplicabilidade;</p> <p>Autonomia; (6)</p> <p>Autoestima;</p> <p>auxilia de maneira clara;</p> <p>criativo;</p> <p>Funcional;</p> <p>Fácil;</p> <p>Inovador; (2)</p> <p>Inclusão; (2)</p> <p>Inserir os cegos no mundo virtual dos livros;</p> <p>Liberdade de escolha; (2)</p> <p>Melhor conforto para aluno com BV ou cego; (2)</p> <p>Prático; (4)</p> <p>Melhorar o estímulo;</p> <p>Tecnologia; (4)</p> <p>Um ótimo recurso para pessoa com BV ou cego; (2)</p> <p>Usabilidade do portátil;</p> <p>A Leitura de textos por pessoas cegas; (3)</p> <p>O curso de formação;</p> <p>Disponibilização do recurso na sala de AEE;</p> <p>Explorar vários conteúdos;</p> <p>Estudar em qualquer lugar;</p> <p>Facilita a vida dos cegos;</p> <p>Ampliar conhecimentos de áreas de ensino;</p>

Fonte: Elaboração Própria.

6.4.6 Ergonomia

Em relação à ergonomia, os usuários indicaram a necessidade de redução de peso e melhora na estética do dispositivo. Ressalta-se que a redução de peso e tamanho não é possível pelas dimensões físicas das células Braille e da bateria recarregável. As indicações apresentadas no Quadro 12 devem ser consideradas pelos desenvolvedores da Plataforma visto que pesquisadores tem indicado que os principais motivos de abandono de um dispositivo de TA são: 1) falta de treinamento do usuário; 2) dispositivos de uso complexo; 3) falta de treinamento e conhecimento acerca do dispositivo e 4) dispositivos com aparência, peso e tamanho não estéticos (BRACCIALLI, 2007).

Quadro 12 - Observações dos avaliadores relativas à Ergonomia

Ergonomia	
Pontos Negativos	Pontos Positivos
Número de observações → 7	Número de observações → 7
O manuseio do mouse Parte do mouse em braille (celas) é pequena; (2) Melhorar a estética, Peso; (2) A baixa qualidade de alguns materiais utilizados;	Equipamento de fácil transporte; (4) Equipamento de fácil manuseio; Compacto; É grande;

Fonte: Elaboração Própria.

Os resultados indicam que a plataforma tem condições para atingir seu objetivo de uso como recurso tecnológico de suporte a alunos cegos no ambiente escolar. Verificou-se que as falhas existentes, notadamente no *Mouse Braille* e no processo de edição de textos e manipulação de arquivos foram os principais componentes para que a avaliação de usabilidade não obtivesse melhores índices. As recomendações e sugestões apresentadas neste capítulo pretendem direcionar os desenvolvedores da plataforma nas modificações e ajustes necessários para melhorar a usabilidade da plataforma. Para estes ajustes, deverão ser buscados recursos humanos, financeiros e de tempo para aprimorar as características funcionais de forma a tornar a plataforma um efetivo instrumento para uso por alunos cegos.

7 ESTUDO 2 – AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO PORTACTIL: OPINIÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DA ASSOCIAÇÃO DE CEGOS DO ESTADO DO CEARÁ.

7.1 MÉTODO

Esta pesquisa avaliou a usabilidade do Portactil como ferramenta de auxílio para a leitura e escrita de textos com o uso do áudio e *Braille* para professores e alunos da Associação de Cegos do Estado do Ceará (ACEC).

7.1.1 PARTICIPANTES

Participaram do estudo 3 professoras cegas e 7 alunos cegos. Utilizou-se como critério de inclusão ser professor ou aluno da ACEC. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

7.1.2 LOCAL

A coleta de dados foi realizada na ACEC em junho de 2015.

7.1.3 INSTRUMENTO

Para os participantes cegos, foi elaborado um roteiro de entrevista *survey* (APÊNDICE B) com 49 perguntas, abertas e fechadas, que exploravam o uso de *Braille* e para que finalidade ele utilizava os recursos computacionais (computador, smartphone e tablet) em suas atividades diárias. O Roteiro foi submetido a juízes com sugestões e correções realizadas no instrumento.

Para a coleta de dados sobre a plataforma, foi aplicado o Questionário de Avaliação de Usabilidade (APÊNDICE C), em forma de entrevista, para a coleta de dados quantitativos sobre a usabilidade e, a seguir, foi aplicado um roteiro de entrevista para a coleta de dados qualitativos (APÊNDICE D) composta de 8 questões abertas sobre o uso da plataforma.

7.1.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Inicialmente foi solicitada a Secretaria Municipal de Ensino de Fortaleza a liberação das plataformas, agendamento do curso e definição dos participantes junto à Associação de Cegos do Estado do Ceará.

Os professores e alunos foram liberados. No primeiro dia do minicurso foi realizada a entrevista *survey* com os participantes cegos tendo sido explicado que o foco da entrevista era conhecer a realidade do uso do *Braille* e dos recursos computacionais pelas pessoas cegas e que os dados obtidos seriam analisados no conjunto. Os participantes cegos assinaram o Termo de Consentimento e permitiram a gravação das entrevistas.

Após a entrevista *survey* foi desenvolvido o minicurso, que abordou os mesmos tópicos do Estudo 1 e foi desenvolvido pelo pesquisador e dois auxiliares em virtude da necessidade de maior orientação e acompanhamento aos participantes cegos acerca das funcionalidades da plataforma.

No último dia do minicurso foi aplicado aos participantes da pesquisa o roteiro de entrevista sobre o Portactil e em seguida foram feitas de forma verbal as perguntas do questionário de usabilidade. Para todos os participantes foi ressaltado que o foco da pesquisa era a avaliação da usabilidade da Plataforma e que os dados obtidos seriam analisados no conjunto.

7.1.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

As entrevistas dos participantes cegos foram transcritas e as respostas do questionário de usabilidade foram tabuladas em planilhas no Excell. Os dados referentes a entrevista *survey* serão utilizados para caracterizar os participantes do estudo. Os dados do questionário de usabilidade foram analisados de forma similar ao descrito no Estudo 1.

Os dados das entrevistas foram transcritos e juntamente com as informações das perguntas abertas do questionário de usabilidade foram utilizados para avaliar a usabilidade do Portactil na opinião dos professores e alunos da associação de cegos para compor um panorama do uso dos recursos computacionais pelos participantes cegos e para extrair informações que nortearão as sugestões e recomendações destes avaliadores.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 2

Nesse tópico são apresentados os resultados referentes: ao perfil dos professores e alunos cegos e sobre a usabilidade por domínio e geral dos avaliadores da Associação de Cegos do Estado do Ceará.

8.1 Perfil dos professores e alunos cegos da ACEC

A Tabela 20 apresenta o número de professores e alunos cegos que participaram da pesquisa. Houve uma maior quantidade de participantes do gênero masculino. Do total de participantes, 7 (sete) eram alunos e 3 (três) eram professores, sendo que todos os professores eram do gênero feminino.

Tabela 20 - Demonstrativo dos avaliadores cegos por gênero

Masculino		Feminino		Total	
FR	%	FR	%	FR	%
6	60%	4	40	10	100

Fonte: Elaboração Própria

O domínio do *Braille* pelos participantes do estudo variou de superficial (dois participantes em processo de alfabetização), ao avançado, representado pelas professoras (uma delas mestre em letras). Os participantes consideraram o *Braille* fundamental para a alfabetização mas as novas tecnologias podem, devem e são utilizadas no seu dia-a-dia. A utilização de gravadores para a leitura de livros sem a necessidade do uso do *Braille* iniciou um processo de desbrailização que vem ocorrendo de forma silenciosa (PEREIRA, 2009). O surgimento de ferramentas de acessibilidade para computadores pessoais e sua massificação com os dispositivos móveis (smartphones e tablets) contribui para o acesso à informação e à inclusão social das pessoas cegas, mas tais tecnologias não devem ser consideradas como substitutas do *Braille* e sim, complementares, pois uma criança que frequente a escola não sendo alfabetizada em *Braille* (utilizando apenas as novas tecnologias) terá prejuízos em sua alfabetização pela falta de contato com a língua na forma escrita. Por outro lado, o acesso à

Universidade sem o acesso à informação proporcionado pelo computador é quase impossível atualmente (SOUZA, 2001). A importância do uso do *Braille* e do computador de forma complementar é salientado no discurso de um dos participantes:

Eu acho o *Braille* em nível de começo de carreira, imprescindível, indispensável. Quando você já está um estudante de universidade, um estudante de mestrado, se você usar ferramentas recentes do computador você trabalha mais rápido, mas pra você se alfabetizar, pra começar a carreira acadêmica o *Braille* é indispensável. (Entrevistado A).

Existem opiniões divergentes entre os próprios cegos em relação ao *Braille*: alguns cegos usam e acreditam na importância do sistema *Braille*, outros o recriam substituindo-o pelos leitores de telas e sintetizadores de voz alegando que o *Braille* não faz parte do cotidiano da maioria das pessoas (BATISTA, 2012). Estas diferentes visões do *Braille* foi descrita da seguinte forma:

Existem duas vertentes nessa questão do Braille, aqueles cegos que dizem que o braille não é tão necessário, são aqueles cegos que não estudaram muito, ou aqueles cegos que ficaram cegos depois, com uma certa idade, na adolescência ou já adultos e que eles, por imediatismo ou por necessidade, tiveram mais rápido acesso aos equipamentos de áudio. Os cegos congênitos que começam a estudar cedo, cedo aspas, eu comecei a estudar com dez anos de idade, eu tenho certeza absoluta que todos vão optar pelo *Braille*. Agora quando você me pergunta o que eu acho, se é bom o áudio, se é bom o *Braille*, eu me sinto mais confortável lendo *Braille*, mas eu não discrimino, não desconsidero aqueles cegos que preferem o áudio. (Entrevistado B).

Pesquisa realizada nos Estados Unidos citada por Souza (2001) mostra que o número de leitores *Braille* tem diminuído sensivelmente. Um dos motivos sugerido por Borges (2009) é que o cego, com o uso das novas tecnologias e um maior contato com videntes, passa a necessitar cada vez mais de interagir com ferramentas bidirecionais de comunicação e acesso à informação, passando cada vez mais a não utilizar o *Braille*, conforme opinião abaixo:

Eu acho o *Braille* importante para mim, porque como eu bem frisei, foi através dele que eu comecei a escrever. Mas eu acho que a tecnologia está muito avançada, eu acho que vai ter tempos que realmente as pessoas vão desligar do *Braille*, porque já tem cegos em sala de aula que escrevem em notebook, não querem ficar com o *Braille*. (Entrevistado C)

Faz-se necessário que o *Braille* e as novas tecnologias de acesso à informação sejam complementares. Souza (2001) alerta para a possibilidade de pessoas cegas se tornarem “analfabetas do *Braille*”, sem conhecimento em ortografia, gramática e outras informações que o texto escrito transmite com precisão, conforme ressaltado por um avaliador:

(...) porque as vezes quando a pessoa lê, a fonética não dá a certeza, principalmente as palavra estrangeiras, como é que elas são escritas e ai as vezes muitas pessoas que lêem em áudio, ela esquece que tem que fazer isso, então ela lê, lá na cidade de *Washington* em *New York*, aconteceu não sei o que, então o cego que não pega no *Braille*, que não sente a leitura em *Braille*, que não tem autonomia, acesso com facilidade ao *Braille*, ele não vai saber como esta escrito aquela palavra, por isso que eu cega congênita, cega sempre cega, digo que é mais confortável, mais seguro, que é mais garantido, quando a gente tem uma leitura em *Braille*. (Entrevistado B).

De fato, deve-se considerar que todos os métodos de acesso à informação e de inclusão social devem ser utilizados de forma complementar. Batista (2012) apresenta depoimentos onde pessoas cegas indicam a importância do *Braille* na alfabetização, utilizam o computador com maior frequência que o sistema *Braille*, mas preferem o *Braille* ao áudio em algumas situações (exemplo: concurso público) e indicam a importância das duas formas de leitura e de escrita. Um participante comentou sobre suas preferências no uso do *Braille*:

Tem coisas que a gente ler em *Braille* a gente aprende, se fosse um livro, se for texto técnico eu prefiro ler em *Braille*, se for romance eu prefiro ler em áudio porque termina ligeiro eu fico doida pra ver o final, mas se for um livro, uma coisa mais técnica eu prefiro ler em *Braille*. (Entrevistado A).

A partir da década de 1980, os microcomputadores se disseminaram pelo Brasil, juntamente com ferramentas de acessibilidade para os cegos (sintetizadores de voz e leitores de telas). Na década de 1990, com o aumento da capacidade de processamento e memória dos computadores, a consolidação de recursos multimídia e do aprimoramento de recursos de acessibilidade dos sistemas operacionais o computador se tornou sonho de consumo, inclusive dos cegos (BORGES, 2009). A Tabela 21 indica que o computador é utilizado pelos participantes cegos. Dois dos três participantes que não usam computador afirmaram que estão aprendendo a utilizá-lo. Ler, Ouvir música, acessar as redes sociais e e-mails são as principais atividades realizadas pelos avaliadores no computador.

Tabela 21 - Demonstrativo dos avaliadores cegos – utilização de recursos computacionais – computadores pessoais

Ler		Ouvir Música		Redes Sociais		E-mails		Jogar		Comprar		Pagar Contas		Twitar	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
6	67	6	67	5	56	5	56	2	22	2	22	1	11	0	0

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem; Qn: Número da Questão.

Fonte: Elaboração Própria

O rápido crescimento do uso de celulares inicialmente aumentou a exclusão digital dos cegos, no entanto, a especificação e inserção de recursos de acessibilidade por fabricantes, sistemas operacionais móveis (*ios, android*), desenvolvedores de softwares e organizações internacionais (W3C) tornaram o uso de modernos dispositivos móveis (*smartphones e tablets*) acessível às pessoas cegas (DOBOSZ, 2016). A Tabela 22 indica o uso de smartphone pelos avaliadores cegos mostrando que o dispositivo encontra-se integrado ao dia-a-dia dos cegos, o que proporciona acesso à comunicação, informação e inserção social.

Tabela 22 - Demonstrativo dos avaliadores cegos – utilização de recursos computacionais - smartphones

Chamadas Telefônicas		Ouvir Música		Redes Sociais		E-mails		Ler		Se Localizar		Comprar	
FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
9	100	6	67	6	67	5	56	3	33	3	33	2	33

Legenda: FR: Frequência; %: Porcentagem;

Fonte: Elaboração Própria.

Nenhum dos entrevistados indicou utilizar o *tablet* no seu dia-a-dia. Este autor considera que a não utilização do *tablet* se deve à menor portabilidade (maior e mais pesado) e menor utilidade (chamadas telefônicas) que o *smartphone*. Um dos participantes assim justificou a não utilização do *tablet*: “Não nunca utilizei *tablet*, porque o *tablet* teve uma passagem tão imediata tão rápida que não deu tempo nem de eu pensar em *tablet*.” (Entrevistado B)

Os participantes indicam a preferência no uso do computador pessoal para a escrita de textos longos (documentos, trabalhos, dissertações) enquanto os *smartphones* são preferíveis para a escrita textos curtos em redes sociais. Os recursos e aplicativos disponíveis nos *smartphones* (assistente de voz, tradutores, mapas e serviços de internet) tem sido cada vez mais aprimorados, até mesmo por questões de mercado, visto que aproximadamente 135 milhões de pessoas tem baixa visão, segundo o *National Eye Institute* (DOBOSZ, 2016).

8.2 Opinião dos professores e alunos cegos da ACEC sobre a usabilidade por domínio

A seguir são apresentados os resultados sobre a opinião dos professores e alunos cegos da ACEC em relação à avaliação da usabilidade pelos domínios: (1) Eficiência de uso; (2) Facilidade de aprendizado; (3) Facilidade de Memorização; (4) Baixa taxa de erros; (5) Satisfação; (6) Ergonomia.

8.2.1 Eficiência de uso

Os recursos de acessibilidade nativos dos sistemas operacionais iOS e android permitem aos cegos o uso efetivo dos smartphones no seu dia-a-dia (DOBOSZ, 2016). Todos os avaliadores utilizam smartphones e estão acostumados com os recursos hápticos e de áudio, conforme abordado no item 8.1. A Tabela 23, denota que os avaliadores consideraram os recursos de navegação e retorno por áudio eficientes.

Tabela 23 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no *tablet* referente às questões de navegação e retorno por áudio

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q1	2	40	2	40	0	0	1	20	0	0	0	0	5	100
Q2	1	20	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q3	1	20	2	40	0	0	1	20	0	0	1	20	5	100
Q4	1	20	3	60	0	0	0	0	0	0	1	20	5	100
Q5	0	0	0	0	0	0	4	80	1	20	0	0	5	100 [§]
Q6	1	20	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q7	0	0	3	60	0	0	2	40	0	0	0	0	5	100

* questões negativas

Fonte: Elaboração Própria

As questões de 8 a 11 (Tabela 24) apesar de apresentar uma redução nas notas de eficiência, também foram consideradas eficientes. Salienta-se que 67% dos avaliadores utilizam redes sociais (Tabela 22) e também estão acostumados a enviar e receber mensagens de texto utilizando smartphones.

Tabela 24 - Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do aplicativo embarcado no *tablet* referente às questões de criação e leitura de arquivos por áudio

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q8	0	0	1	20	0	0	4	80	0	0	0	0	5	100*
Q9	1	20	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q10	0	0	2	40	0	0	2	40	0	0	1	20	5	100
Q11	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100

* questões negativas

Fonte: Elaboração Própria.

As questões de 12 a 14, que se referem à edição e deleção de arquivos e a plataforma de acessibilidade web não foram abordados em virtude da detecção de falhas no aplicativo embarcado no *tablet*, conforme detalhado na seção 6.2.1, e pelo fato de que o aplicativo web não estar acessível às pessoas cegas.

As questão relativas à colméia (Tabela 25) mostrou que é uma ferramenta eficiente mas os usuários indicaram na entrevista de usabilidade que poderiam utilizar a plataforma sem a colméia.

Tabela 25 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso da colméia QWERTY

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q15	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q16	0	0	1	20	0	0	4	80	0	0	0	0	5	100*

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 26, que se refere a um conjunto de ações simples (ligar, desligar, conexão com o tablet, etc) mostra que *Mouse Braille* não foi considerado eficiente pelos Avaliadores. O autor considera que este resultado denota que os recursos de acessibilidade da Plataforma se mostraram ineficientes. Para este autor, a forma de sinalização ao cego de que o *Mouse Braille* esta ligado e conectado ao tablet a qualquer instante, abordado nas Questões 18 e 20 necessitam ser reavaliadas.

Tabela 26 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do *Mouse Braille* de funções com retorno através do tablet.

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q17	1	20	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q18	0	0	4	80	0	0	1	20	0	0	0	0	5	100
Q19	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q20	0	0	3	60	0	0	0	0	0	0	2	40	5	100
Q21	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100

Fonte: Elaboração Própria.

As questões de 22 a 25 (Tabela 27) referem-se a itens que necessitavam de competência para a leitura dos textos em *Braille* ou deveriam ter recursos de acessibilidade independente do *Tablet* e os resultados relativos à eficiência de uso foram piores que os apresentados na Tabela 26. O *Mouse Braille* não está sinalizando o estado de carga da bateria, abordados nas Questões 22 e 23 e evidencia-se a necessidade de estudos sobre o número mínimo de células para a leitura de textos, abordado na Questão 24, com 80% de discordância sobre a eficiência de leitura no *Mouse Braille*, que conta com 3 células *Braille*.

Tabela 27 – Distribuição de frequência para o domínio eficiência de uso do *Mouse Braille* sem retorno através do *tablete*

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q24	0	0	1	20	0	0	4	80	0	0	0	0	5	100
Q25	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100

Fonte: Elaboração Própria.

8.2.2 Facilidade de aprendizado

Apesar da familiaridade no uso de recursos de navegação e de retorno por áudio dos avaliadores, os resultados quantitativos neste domínio não foram satisfatórios. Os recursos

hápticos e de áudio existentes na Plataforma, abordados na Questão 26 não são nativos do sistema operacional android. A Questão 27, que versa sobre a criação e gravação de arquivo foi considerada satisfatória por 60% dos avaliadores. A Questão 28, com foco na facilidade de aprendizado do *Mouse Braille* apresentou a pior avaliação, com apenas 20% de avaliação positiva. O Questão 29 que trata da facilidade de edição de arquivos não foi abordada em virtude da existência de `bugs` identificados pelo autor e que deverão ser ajustados pelos desenvolvedores.

Tabela28 – Distribuição de frequência para o domínio facilidade de aprendizado

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q26	0	0	2	40	0	0	2	40	1	20	0	0	5	100
Q27	1	20	0	0	0	0	3	60	0	0	1	20	5	100*
Q28	0	0	2	40	0	0	2	40	1	20	0	0	5	100

* questões negativas

Fonte: Elaboração Própria.

8.2.3 Facilidade de Memorização

A Tabela 29 apresenta a distribuição de frequência para o domínio Facilidade de Memorização que sugere a necessidade de maior tempo de uso da Plataforma para a apropriação pelos cegos dos recursos existentes. A Facilidade de Memorização do *Mouse Braille* abordado na Questão 32 obteve 80% de avaliação negativa. A Questão 33, que trata dos procedimentos para baixar um arquivo da internet para o tablet não foi abordado em virtude da necessidade de adequação do aplicativo web às recomendações contidas no *Web Content Accessibility Guidance (W3C)*.

Tabela 29 – Distribuição de frequência para o domínio facilidade de memorização

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q30	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q31	0	0	2	40	0	0	2	40	0	0	1	20	5	100*

Q32	0	0	4	80	0	0	1	20	0	0	0	0	5	100*
-----	---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---	---	------

* questões negativas

Fonte: Elaboração Própria.

8.2.4 Baixa Taxa de Erros

A Tabela 30 denota claramente que a plataforma tem uma taxa de erros alta e que necessita de um esforço por parte da equipe de desenvolvimento para a realização de ajustes que deixem a Taxa de Erros em percentuais aceitáveis. Os dados obtidos nos itens 8.2.1, 8.2.2 e 8.2.3 evidenciam a existência de erros no aplicativo do tablet e no *Mouse Braille*, avaliados na Questão 34 com uma frequência desfavorável de 60%. Na ocorrência de falhas no sistema ou erros de operação da plataforma pelo usuário, este não consegue retornar ao que estava fazendo anteriormente com facilidade, fato apontado por 60% dos avaliadores.

Tabela 30 – Distribuição de frequência para o domínio baixa taxa de erros

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q34	0	0	2	40	0	0	2	40	1	20	0	0	5	100
Q35	0	0	3	60	0	0	1	20	1	20	0	0	5	100
Q36	0	0	2	40	0	0	3	60	0	0	0	0	5	100

Fonte: Elaboração Própria.

8.2.5 Satisfação

A satisfação relacionada à motivação ao uso de uma ferramenta que venha a contribuir com o acesso à informação e leitura em Braille, abordada na Questão 37, teve uma avaliação positiva por 60% dos avaliadores. A operação da Plataforma não oferece conforto e segurança para a criação de textos, com 60% de avaliações negativas apresentadas nas Questões 38 e 39. Este autor considera que estes resultados são decorrentes das ocorrências de falhas e necessidade de melhorias na acessibilidade da Plataforma discutidas nos itens 8.2.1 a 8.2.4. Evidencia-se também a baixa satisfação na leitura de textos em Braille, abordada na Questão 40, com 60% de reprovação, relacionado com a dificuldade de leitura com três células conforme apresentado nos resultados da Questão 24.

Tabela 31 – Distribuição de frequência para o domínio satisfação subjetiva

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q37	0	0	3	60	0	0	1	20	1	20	0	0	5	100
Q38	0	0	2	40	0	0	3	60	0	0	0	0	5	100
Q39	0	0	2	40	0	0	3	60	0	0	0	0	5	100
Q40	0	0	1	20	0	0	3	60	0	0	1		5	100

Fonte: Elaboração Própria.

8.2.6 Ergonomia

A ergonomia busca a segurança, satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com sistemas produtivos (IIDA, 2002). Os resultados quantitativos apresentados sugerem uma aceitação do *Mouse Braille* quanto aos critérios analisados (peso, dimensões e formato).

Tabela 32– Distribuição de frequência para o domínio eficiência ergonomia

Questões	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL	
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Q41	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q42	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100
Q43	0	0	2	40	0	0	2	40	1	20	0	0	5	100

Fonte: Elaboração Própria.

8.3 Cálculo da nota por domínio e da usabilidade

A seguir são apresentados os cálculos da nota por domínio e da usabilidade extraídos da opinião dos professores e alunos da ACEC, com uma comparação em relação aos resultados quantitativos obtidos juntos aos professores das SRM.

8.3.1 Cálculo da nota por domínio

A Tabela 33 apresenta as notas relativas à eficiência de uso das partes analisadas anteriormente com o objetivo de identificar quais partes apresentaram pior desempenho e que necessitam de melhorias por parte dos desenvolvedores do sistema.

Tabela 33 – Notas parciais e total do domínio eficiência de uso

Questões	Parte em análise	Eficiência de uso
Q1 – Q7	Aplicativo – Inicialização do sistema e navegação háptica	7,3
Q8 - Q11	Aplicativo – Criação e leitura de arquivo por áudio	6,8
Q12 – Q14	Aplicativo – Edição e deleção de arquivos e ambiente web	-
Q15 - Q16	Coméia	7,5
Q15 – Q16	<i>Mouse Braille</i> – Retorno pelo tablet	7,0
Q17 – Q25	<i>Mouse Braille</i> – Sem retorno pelo tablet	6,7
Q1 – Q25	N_D (Eficiência de Uso)	7,0

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 34 apresenta as notas dos domínios analisados. As notas referentes à facilidade de aprendizado e memorização são baixas mas estes itens podem ser trabalhados através de treinamentos mais longos e o uso da plataforma em situações práticas, contanto que os ajustes e adequações acerca das falhas e acessibilidade da Plataforma implementadas pelos desenvolvedores. A Baixa Taxa de Erros apresentou a pior nota entre os domínios avaliados necessitando ajustes na plataforma, principalmente no *Mouse Braille*, conforme discutido na seção 8.2.

Tabela 34 – Notas por domínio

Domínio	N _D
Eficiência de uso	7,0
Facilidade de Aprendizado	4,5
Facilidade de Memorização	5,3
Baixa Taxa de Erros	4,5
Satisfação Subjetiva	4,5
Ergonomia	6,3

Fonte: Elaboração Própria.

A eficiência de uso foi o único domínio melhor avaliado pelos professores e alunos cegos em relação aos resultados dos professores da ACEC apresentados na Tabela 18. Na opinião do autor, esta melhor avaliação se deve ao fato de que os avaliadores cegos se detiveram nas atividades de leitura e escrita de textos. As atividades de edição e deleção de arquivos e o ambiente web, que foram pior avaliadas pelos professores das SRM pela existência de falhas, não foram abordadas com os avaliadores cegos.

8.3.2 Calculo da usabilidade

A Tabela 35 apresenta a nota de Usabilidade Geral da Plataforma, segundo os critérios de Nielsen (2012), na opinião dos avaliadores cegos. Os resultados apresentados indicam que a Plataforma foi pior avaliada pelos avaliadores da ACEC do que pelos professores das SRM (nota 6,24).

Tabela 35 – Usabilidade da Plataforma Portactil: opinião dos professores e alunos cegos da ACEC.

Usabilidade geral	nota
Usabilidade da Plataforma Portactil (ACEC)	5,4

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados quantitativos extraídos dos questionários de usabilidade em associação com as opiniões subjetivas extraídas das entrevistas com os usuários cegos, a serem apresentadas na próxima seção, poderão subsidiar os desenvolvedores para os necessários ajustes no Portactil.

8.4 Opinião subjetiva dos avaliadores da ACEC sobre a usabilidade

As recomendações e sugestões baseadas nas opiniões dos avaliadores da ACEC foram apresentadas em relação: 1) eficiência de uso; 2) facilidade de aprendizagem; 3) facilidade de memorização; 4) falhas e erros 5) satisfação; 6) ergonomia.

8.4.1 Eficiência de uso

A eficiência de uso indica a rapidez com que o usuário é capaz de executar tarefas dado que ele aprendeu a utilizar o produto ou sistema (NILSEN, 2012). O W3C, através do *Web Content Accessibility Guidance* (WCAG), orienta a criação de sites para o acesso por pessoas com deficiência, composto por 12 orientações, distribuídos em 4 princípios: 1. Perceptível; 2. Operável; 3. Compreensível; 4. Robusto (DOBOSZ, 2016). As opiniões relativas à eficiência de uso salientam a necessidade de melhorias na operação do Portactil, inclusive em relação ao uso integrado entre o Tablet e o *Mouse Braille*, conforme indica a avaliadora:

Eu acho que do jeito que ele está, um pouco complicado, eu acho que você utilizando o mouse, o tablet e o portáctil, são duas coisas assim que de certa forma diferentes, uma tem uma funcionalidade a outra tem outra funcionalidade, apesar dos dois trabalharem juntos, eu acho que para o deficiente visual é desgastante, é muito cansativo você ter que estar manuseando com uma mão o tablet ou o portáctil e você estar com a outra mão no mouse, um acho bastante desgastante (...) (Entrevistado D)

Algumas das orientações relativas à construção de sites do WCAG são universais e podem ser adaptadas ao desenvolvimento de aplicativos móveis (DOBOSZ, 2016). A adequação do aplicativo Portactil embarcado no tablet pode contribuir para a melhoria de sua eficiência de uso e esta necessidade fica evidente quando se compara a usabilidade do Portactil ao computador:

Não, não se compara, eu acho que o tablet, esse que está ai, com essa proposta que esta aí agora, nesse instante, não pode nem se comparar com as possibilidades do computador . (Entrevistado D) .

Mesmo na comparação com o *smartphone*, que é utilizado no dia-a-dia pelos cegos, com recursos e aplicativos acessíveis, a pesquisa sugere que o computador apresenta os melhores recursos para a leitura e escrita, conforme o depoimento abaixo:

(...) tendo um *smartphone* e tendo o computador na minha casa, uso toda a internet no meu computador, eu opto pelo meu computador, porque o meu telefone entra na internet, entra nas redes sociais, mas eu estando em casa com o meu computador na mão eu opto pelo computador (...) (Entrevistado A).

Os recursos de acessibilidade existentes nos sistemas operacionais móveis evoluíram, como os leitores de telas (*voice over* – IOS e *TalkBack* – android), ou foram criadas, como os Assistentes de Voz Inteligente (*siri* – IOS e *GoogleNow* – android) desde a implementação do Portactil em análise. O aplicativo deve utilizar os atuais recursos de acessibilidade existentes, conforme opiniões a seguir:

Todas, primeiro eu acho que a proposta dele em si, eu repensaria, o próprio tablet deveria se repensar, talvez uma coisa mais atual, com o androide mais atual, mais possibilidades, o teclado, a acessibilidade das letras, eu acho que precisa melhorar bastante (...) (Entrevistado D).

(...) no portáctil eu tentaria acoplar o leitor de tela que já está no mercado que é o talkback. O reconhecimento de outros formatos de textos como txt, doc, entre outros. (Entrevistado E).

Foi unânime entre os avaliadores a opinião de que o *Mouse Braille* necessita de melhorias, sendo que, a principal seria o acréscimo de mais células *Braille* para a leitura de textos, conforme os depoimentos abaixo:

Não, Porque eu não acho produtivo, muito pouca célula e ela vai andando muito rápido, apesar que a gente pode parar, pode comandar, mas mesmo assim eu não me disponho a ler um livro no *Mouse Braile*. Possível é, mas palavras soltas, com texto não, muito difícil contextualizar. No mouse braile eu acho que com 3 células ele fica muito restrito, muito pequeno, eu queria que ele tivesse de oito a dez células, menos de oito nem pensar, assim pra mim, talvez até aprendesse, mas para ficar mais confortável, eu teria que ter de oito a dez células. (Entrevistado A).

Um pouco complicado, devido ser só três celulas. ... Acho que umas 5 ou 6 está bom. (Entrevistado F).

No mouse braile eu procuraria aumentar o tamanho da linha *Braille*, aumentar a quantidade de células para 5 ou 6 células. (Entrevistado E).

A colméia para teclado vem a ser um dos componentes das Salas Tipo I, sendo um dispositivo utilizado no estágio inicial de uso do computador. A colméia do Portactil se mostra também um acessório útil para a digitação de textos, principalmente para que não tem familiaridade com o teclado do computador (qwerty). A pesquisa sugere que, após um treinamento adequado, os usuários não mais necessitariam deste dispositivo, conforme relatos a seguir:

Eu acho que se melhorar a disponibilidade da acessibilidade, começar a pressionar as letras, talvez melhore um pouco a questão da digitação e ele também dá um norte para as pessoas que tem mais de dificuldade no teclado, em usar um teclado qwerty, então eu acho que ajuda, apesar de eu achar que ele deve ser melhor referenciado, ele está meio solto, muito livre. (Entrevistado D).

Com a colmeia fica mais fácil, facilita mais, mas eu consigo escrever também sem, agora o adaptador é melhor, aquele adaptador, porque tem o mais leveiro e tem o mais, permite a gente pensar o que vai escrever, agora só quem é acostumado mesmo que faz leveiro, já a gente não. (Entrevistado G).

É possível o uso sem a colmeia, para mim é. (Entrevistado F).

8.4.2 Facilidade de Aprendizado

Facilidade de aprendizado indica o quanto é fácil para um usuário completar tarefas básicas na primeira vez que usa um produto ou sistema (NILSEN, 2012). Os avaliadores indicaram que, devido ao uso de computador/smartphone, os processos de aprendizagem da plataforma não foram difíceis, no entanto foi ressaltada a necessidade de um manual do usuário da plataforma:

Não, na verdade não é que ele seja difícil é que a gente tem pouco tempo para explorar o equipamento e a gente fica meio sem um norte, porque ele não têm um manual, ele não tem uma referência, mas eu não acho o uso dele difícil. (Entrevistado D).

Não, muito não... A gente já vinha de treinamento do computador. (Entrevistado G).

Não. Porque eu já tenho experiência e rapidamente eu aprendi, muito simples. (Entrevistado A).

8.4.3 Facilidade de Memorização

Este critério indica a facilidade de voltar a utilizar o produto ou sistema com destreza caso ele não utilize por um período de tempo (NIELSEN, 2012). A incorporação das diretrizes de acessibilidade do WCAG e a incorporação dos recursos de acessibilidade existentes nos sistemas operacionais móveis deverá ter impacto positivo neste critério de avaliação. Apesar

das necessidades de ajustes e atualizações, os avaliadores, que são usuários de smartphones e computadores opinaram de maneira positiva sobre a facilidade de memorização, conforme relatos a seguir:

Não. Por questão de facilidade, eu já conheço o teclado do computador, o teclado é parecido com o do computador. (Entrevistado F).

Não, não foram. Porque como eu já tenho um certo costume com o touch, ele está presente diariamente na minha vida, não encontrei dificuldade para utilizar o software. (Entrevistado E).

8.4.4 Falhas e erros

A taxa de erros que indica a quantidade e severidade de erros e a facilidade de recuperação de erros do usuário (NIELSEN, 2012) teve a pior nota nos dados quantitativos. De maneira geral, foi indicado pelos avaliadores diversos problemas relativos à falhas apesar das resposta subjetivas terem sido genéricas sobre este tema, conforme depoimento de Entrevistado E: “Ainda não, ele precisa de algumas melhorias” A retirada das falhas existentes e a adequação da Plataforma às diretrizes do WCAG são ações que deverão ser trabalhadas pelos desenvolvedores da Plataforma.

8.4.5 Satisfação

Quando o Portactil foi desenvolvido, os recursos de acessibilidade existentes nos smartphones eram incipientes e pouco conhecidos. A Comissão Brasileira de Braille, em sua avaliação do Portactil (março de 2011) considerou sua usabilidade prejudicada por (1) possuir apenas uma célula *Braille* dificultando o entendimento do texto; (2) considerar inviável o uso dos recursos hápticos existentes no smartphone e (3) a dificuldade de escrita de texto por reglete no aparelho (APÊNDICE A). Atualmente, os smartphones, com seus recursos de acessibilidade, sites e aplicativos acessíveis são utilizados pelos deficientes visuais (DOBOSZ, 2016) em seu dia-a-dia. Faz-se necessária a atualização Portactil (maior número de células *Braille*, utilização dos recursos de acessibilidade dos sistemas operacionais móveis e implementação das recomendações de acessibilidade de aplicativos presentes nas diretivas do WACG) para que ele possa satisfazer ao seu público alvo com satisfação, conforme alguns dos comentários a seguir:

Não, totalmente descartado, não tem a menor possibilidade, nem sequer o título. (em relação ao uso do portáctil para leitura com 3 células) (Entrevistado D).

(...) eu achei a voz com problema de fonética, acho que porque ainda não foi atualizada, porque ela já deveria estar melhor que aquilo ali. (Entrevistado A).

(...) Porque o computador você tem todo o universo e o portactil é muito limitado, só tem umas 4 opções, é muito difícil para você escrever o texto e lá no computador não, no computador de mesa você vai navegando dentro do texto mesmo, você abre o texto abre linha, tudo no teclado, porque o teclado, o teclado físico ele é muito real, a desvantagem que eu vejo do portactil para o

computador de mesa, é desonesto porque o teclado de mesa tem um computador real, tem um teclado real, palpável, que você usa todos os dedos, porque o cego só é bom digitador se ele usar todos os dedos, na digitação mesmo física e mesmo com a colmeia não dá para usar todos os dedos. (Entrevistado E).

8.4.6 Ergonomia

Os critérios ergonômicos avaliados (dimensões, peso e formato) foram consideradas satisfatórias pelos usuários, inclusive quanto à qualidade das células *Braille* utilizadas, conforme opiniões a seguir:

O portatil com certeza. Porque ele me daria mobilidade para levar para onde eu fosse. (Entrevistado E).

... mas o *Braille* do mouse eu também, não posso deixar de ressaltar, está perfeito, muito lindo, muito bem feito, milimetricamente pensado, o mouse realmente é perfeito o *Braille* dele. (Entrevistado D) .

9 CONCLUSÃO

A utilização de Tecnologias de Comunicação e Informação no desenvolvimento de aplicações de Tecnologia Assistiva tem se expandido com a utilização de dispositivos móveis, como o tablet e smartphones, das ferramentas de acessibilidade incorporadas nestes equipamentos e dos novos recursos de comunicação, como as redes sociais, da internet. No entanto, o desenvolvimento de tais aplicações pressupõe a integração de especialistas e instituições de áreas distintas que devem ser gerenciadas para que os objetivos sejam alcançados e os recursos investidos tenham o retorno esperado.

Os problemas de usabilidade apresentados pela Plataforma Portátil advém da distância que a equipe de desenvolvedores se manteve do público alvo da plataforma, não por soberba, mas por não compreender as especificidades e necessidades dos usuários e tentar, sendo vidente, inferir e determinar as especificações da plataforma, que no final tem como usuários as pessoas cegas.

Quando a plataforma foi idealizada, os recursos de acessibilidade dos smartphones não existiam ou não eram disseminados entre as pessoas cegas. Na avaliação inicial da Plataforma, os usuários indicaram que não seria possível escrever no smartphone por ele não possuir uma forma de localização física dos seus recursos hápticos. Hoje verifica-se que a maioria das pessoas cegas utiliza o smartphone tanto para falar, quando para ler e escrever utilizando-se dos recursos existentes no equipamento. Os recursos de acessibilidade criados na plataforma foram rapidamente suplantados pelos recursos de acessibilidade lançados posteriormente pelos fabricantes. Portanto, os recursos de acessibilidade da plataforma devem ser adequados aos recursos existentes nas plataformas dos smartphones. A plataforma deve, portanto, ser colocada como um aplicativo como os outros presentes nos smartphones e se utilizar dos recursos de acessibilidade do smartphone/tablet. Caberá ao usuário decidir a hora de utilizar a plataforma.

Verifica-se que a colméia não é imprescindível para a utilização do tablet como ferramenta para a escrita de textos. No entanto, pode ser uma ferramenta importante nos processos educacionais. Pode-se inclusive criar colméias que permitam o uso do tablet em associação com aplicativos específicos voltados para a alfabetização, ensino de geografia, matemática, além de jogos e outras atividades lúdicas. A confecção de tais colméias podem

ser feitas facilmente com os recursos tecnológicos de prototipação existentes, como máquinas de corte a laser e impressoras 3D.

O *Mouse Braille* pode e deve ser utilizado como ferramenta de suporte à alfabetização. Para isso é necessário o desenvolvimento de ferramentas de ensino voltadas para esse fim.

Por fim, verificou-se que o *Mouse Braille*, com três células, não permite a leitura com eficiência e satisfação. Faz-se necessário um estudo para a definição da quantidade mínima de células *Braille* que permitam a leitura de textos levando em consideração que o aumento da quantidade de células tem forte impacto sobre eventual preço de venda do produto. O desenvolvimento desta linha *Braille* mínima deve ser claramente precedida de um estudo anterior para determinar sua viabilidade econômica e social.

9.1 Contribuições

Este trabalho contribuiu com os desenvolvedores da Plataforma Portactil com a análise de sua usabilidade e da apresentação de ferramentas que poderão ser utilizadas/aperfeiçoadas em futuras implementações de melhorias de uso da Plataforma e outras aplicações e desenvolvimentos de Tecnologia Assistiva.

Durante o levantamento do estado da arte para esta investigação, verificou-se os avanços na legislação voltada para inserção de pessoas deficientes de maneira geral, bem como os impactos que as Tecnologias da Informação e Comunicação exercem para o acesso à informação e inclusão social e digital de pessoas cegas. Neste ponto, o trabalho indica que existem meios legais e programas específicos voltados para o desenvolvimento, difusão e uso de trabalhos e projetos, inclusive de natureza tecnológica e educacional, voltados para as pessoas com deficiência.

Este trabalho mostra que os recursos tecnológicos atuais, como o áudio, podem e devem ser utilizados em conjunto com os recursos já existentes e consolidados, como o *Braille*. Cabe às pessoas cegas, uma vez conhecedora das ferramentas existentes, decidir qual utilizá-las, e em que hora, de acordo com as suas necessidades individuais. Neste contexto o trabalho indica a potenciais desenvolvedores de ferramentas tecnológicas, sociais ou de

ensino, que trabalhos direcionados a um determinado público alvo devem ser feito, desde o início de sua especificação, com a colaboração de profissionais conhecedores das necessidades, limitações e especificidades dos seus usuários finais e participação ativa do usuário final desde o momento da concepção do projeto.

9.2 Trabalhos futuros

Com base nos estudos desenvolvidos nesta tese, a seguir são elencadas sugestões para trabalhos futuros:

- Desenvolver melhorias na usabilidade da plataforma , dentre elas:
 - Incorporar e adequar à plataforma os recursos de acessibilidade existentes nos smartphones: leitor de telas, vozes, lupa, entre outros;
 - Permitir a leitura de arquivos textos em outros formatos: txt, doc;
 - Adequar a plataforma web do portátil às diretivas do W3C;
- Desenvolver ferramentas de ensino para a utilização da Plataforma Portactil no processo de alfabetização de pessoas cegas;
- Desenvolver estudo para determinar a quantidade necessária de células *Braille* que permita uma leitura com eficiência e satisfação;
- Desenvolver uma mini-linha *Braille* nacional que permita a difusão desta ferramenta entre as pessoas cegas no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2004. Disponível em http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_i_magens-filefield-description%5D_24.pdf. Acesso em 16 out. 2015.

_____. **NBR 9241-11**: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade. 2004.

ALEXANDRIA, A.R., FROTA, J.B.B. et al. An OCR System for Numerals Applied to Energy Meters. **Revista IEEE América Latina**, v. 12, p. 957-964, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/tla.2014.6893986>. Acesso em: 13 nov. 2016.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE - ANSI. 2015. Disponível em: www.ansi.org. Acesso em: 02 mar. 2015

ARAÚJO, M.C.C. et al. **Design and Usability of a Braille-Based Mobile Audiogame Environment**. 31^o ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING. Itália, 2016. Disponível em: Doi: 10.1145/2851613.2851701. Acesso em: 13 nov. 2016.

AUDI, M., **Análise do rastreamento visual de alunos com paralisia cerebral na tela do computador**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2016.

BERSCH, R.C.R. Tecnologia Assistiva e Educação Inclusiva. In: **Ensaio Pedagógico**. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Especial, 2006. p. 89-94.

_____. Tecnologia Assistiva. In: SCHIRME, C.R. et al. (Org.). **Atendimento educacional especializado**: Deficiência Física. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Especial, 2007a. p. 31-39.

BERTOLIN, D. E. Soroban e *Braille*. In: MOSQUERA Carlos (Org.) **Deficiência visual**: do currículo aos processos de reabilitação. Curitiba: Editora do Chain, 2014.

BLITAB. Home Page. Disponível em: <http://blitab.com/>. Acesso em: 23 out. 2015.

BORGES, J. A. S. **Do Braille ao DOSVOX – diferenças nas vidas dos cegos brasileiros**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

BRACCIALLI, L. M. P. Tecnologia Assistiva: perspectiva de qualidade de vida para pessoas com deficiência. In: VILARTA, R et al. (Org.). **Qualidade de vida e novas tecnologias**. Campinas: IPES, 2007. p.105-114.

BRILLE INTERPRETER. **Página na internet**. Disponível em <http://www.yankodesign.com/2009/02/17/for-the-blind-who-dont-know-Braille/>. Acesso em 05 out. 2015.

BRASIL. **Lei Nº 7853 de 24 de Agosto de 1989**. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7853.htm>. Acesso em: 15 jan. 2012.

_____. **Decreto Nº 3298 de 20/12/1999**. Regulamenta a lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. Dispõe sobre a política nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, consolida as normas de proteção, e da outras providências. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 10 jun. 2015.

_____. **Decreto Nº 5296 de 02/02/2004**. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em 10 jun. 2015.

_____. **Normas técnicas para a produção de textos em Braille/elaboração** : Edison Ribeiro Lemos... [et al]. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.

_____. **Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007 do Comitê de Ajudas Técnicas**. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). 2007. Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf>. Acesso em 17 out. 2015.

_____. **Portaria Normativa nº 13 de 24 de Abril de 2007**. Dispõe sobre a criação do "Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais", 2007.

_____. **Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. B823 t Comitê de Ajudas Técnicas Tecnologia Assistiva. – Brasília : CORDE, 2009.

_____. **Viver sem Limite – Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD), 2013.

_____. **Portaria Interministerial Nº 362, de 24 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o limite de renda mensal dos tomadores de recursos nas operações de crédito para aquisição de bens e serviços de Tecnologia Assistiva destinados às pessoas com deficiência e sobre o rol dos bens e serviços. 2012. Disponível em: <[http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/\[field_generico_imagens-filefield-description\]_58.pdf](http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/[field_generico_imagens-filefield-description]_58.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

_____. **Documento orientador do programa de implantação de salas de recursos multifuncionais**, Brasília, MEC/SECADI/DPEE, 2013.

_____. **Lei Nº 13.146 de 06/07/2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em 17 out. 2015.

BRUMMEL-SMITH, K., DANGIOLO, M. **Assistive Technologies in the Home**. In Clinics in Geriatric Medicine. 2009. Disponível em:
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cger.2008.11.003>. Acesso em: 13 nov. 2016.

CAMPBELL, N., SANDERS, J., LOSIER, J.P., and OWEN, V. **Literacy and technology, A Canadian perspective**. 1996. The World Blind Union Forum on Literacy.

CEN. **CEN/TC 293 - Assistive products for persons with disability**. 2015. Disponível em: <http://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::~:FSP_ORG_ID:6274&cs=1CAF6435646F18B87F57F156CBD07FEED>. Acesso em 17 out. 2015.

COLAÇO, D. F., FROTA, J.B.B. et al. Development, application and evaluation of a computational tool for management high voltage break disconnecter based on self-organizing maps and image processing. **Energy Conversion and Management**, v. 51, p. 2279-2284, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2010.03.023> Acesso em: 13 nov. 2016.

CONFORTO, D., SANTAROSA, L. Acessibilidade à Web: Internet para todos. **Revista de Informática na Educação: Teoria e Prática**. UFRGS, Porto Alegre, 2002.

COOK, A. M.; HUSSEY, S. M. **Assistive technologies: principles and practice**. 2. ed. New York: Mosby, 2002.

COUTINHO, L.R.R., FROTA, J.B.B. et al. Device to Assist the Visually Impaired in Reading Printed or Scanned Documents. **Computing System Engineering (SBESC)**, 2012 Brazilian Symposium on. ISBN: 978-1-4673-5747-0 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/SBESC.2012.14>. Acesso em: 13 nov. 2016.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Braille para Tablets**. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=1076192>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

DIAS, C. **Usabilidade na WEB: criando portais mais acessíveis**. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2003.

EMAG. **Home Page sobre recomendações de acessibilidade WCAG 2.0**. 2015. Disponível em: <http://emag.governoeletronico.gov.br/cursoconteudista/desenvolvimento-web/recomendacoes-de-acessibilidade-wcag2.html>. Acesso em: 23 out. 2015.

FAÇANHA, A.R. et al. **ToucscreeM Mobile Phones Virtual Keyboarding for People with Visual Disabilities**. In M. Kurosu, editor, Human-Computer Interaction. Application and Service, volume 8512 of Lecture Notes in Computer Science, pages 134-145. Springer International Publishing, 2014. Disponível em: Doi: 10.1007/978-3-319-07227-2_14. Acesso em: 13 nov. 2016.

FAGER, S., BARDACH, L., RUSSELL, S., & HIGGINBOTHAM, J. (2012). Access to augmentative and alternative communication: New technologies and clinical decision-making. **Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine**, v.5, n.1, p.53-61. Disponível em: doi:10.3233/PRM-2012-0196. Acesso em: 13 nov. 2016.

FREEDOM SCIENTIFIC. **Display Braille SARA**. Disponível em <http://www.freedomscientific.com/Products/LowVision/SARA>. 2015. Acesso em: 23 out. 2015.

FROTA, J.B.B., OLIVEIRA, M. et al. Integrating Mobile Devices In a Brazilian Health Governance Framework. **Advances of information and communication technology in health care**. International conference. 2011 (ICTHC 2011). Disponível em: <http://www.proceedings.com/20345.html> Acesso em: 13 nov. 2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS/FGV. **27ª Pesquisa Anual do Uso de TI**. 2016. Disponível em: <http://eaesp.fgvsp.br/sites/eaesp.fgvsp.br/files/pesti2016gvciappt.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.

GIRÃO, A.M., FROTA, J.B.B. et al. **Projeto PORTÁCTIL**: Pesquisa e Desenvolvimento de um dispositivo portátil óptico-mecânico de tradução braile em tempo real. Projeto de Pesquisa – IFCE, Fortaleza, 2010.

GSMWORLD. **mLearning: A Platform for Educational Opportunities at the Base of the Pyramid**. Disponível em: <http://www.gsma.com/documents/mlearning-a-platform-for-educational-opportunities-at-the-base-of-the-pyramid/19197/>. Acesso em: 15 jan. 2012.

GUERRILATECHNOLOGIES. Homepage. Disponível em: <http://www.guerrillatechnologies.com/XR-1.html> Acesso em 23 out. 2015.

HERSH, M.A., JOHNSON, M.A. **Assistive Technology for vision-impaired and blind people**. 2008. Springer-Verlag London Limited. Disponível em: DOI 10.1007/978-1-84628-867-8. Acesso em: 13 nov. 2016.

HUMANWARE – **Display Brailiant**. Disponível em <http://store.humanware.com/int/brailiant-bi-32-new-generation.html>. Acesso em: 05 out. 2015.

IDOT. **Home page sobre o iDOT**. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/relogio-inteligente-em-Braille-permite-que-cegos-leiam-mensagens-no-pulso-17076503>. Acesso em: 23 out. 2015.

IIDA, I. **Ergonomia, projeto e produção**. Ed. Edgard Blucher. São Paulo. 2002.

IIVARI,J.M.N., MATERO,M.K.J. **The Standard of User-Centered Design and the Standard Definition of Usability: Analyzing ISO 13407 against ISO 9241-11**. Disponível em <http://mcom.cit.ie/staff/Computing/prothwell/hci/papers/ISO%20Standards%20Analysis%202003%20Jokela.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

INDEXBRAILLE. **Home page com preços de impressoras Braille**. Disponível em: <http://www.indexBraille.com/en-us/sales/asia/embosser-price-list>. Acesso em 23 out. 2015.

INTEL. Home Page Disponível em: <http://www.intel.com/pressroom/kits/healthcare/reader/>. Acesso em: 23 out. 2015.

INPI. **Aparato, dispositivo, sistema e método para interação ativa e/ou leitura e/ou escrita em Braille.** Número do registro: PI1020120103150, data de depósito: 02/05/2012.

Disponível em:

<https://gru.inpi.gov.br/pPI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=906158&PesquisaPorTitulo=BRILLE&PesquisaPorResumo=&PesquisaPorDepositante=&PesquisaPorInventor=&PesquisaPorProcurador> Acesso em: 13 nov. 2016.

_____. **Membrana para utilização em dispositivos, periférico ativo e/ou tela de toque para leitura e/ou escrita Braille.** Número do registro: PI1020120178893, data de depósito: 19/07/2012. Disponível em:

<https://gru.inpi.gov.br/pPI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=917432&PesquisaPorTitulo=BRILLE&PesquisaPorResumo=&PesquisaPorDepositante=&PesquisaPorInventor=&PesquisaPorProcurador> Acesso em: 13 nov. 2016.

ISO. **International Standard for Normalization and Standartization Homepage.** 2015.

Disponível em: <http://www.iso.org>. Acesso em: 02 mar. 2015

IEA. Home Page Disponível em: <http://www.iea.cc/whats/>. Acesso em: 07 jan. 2017.

KURZWEILEDU. Disponível em: <https://www.kurzweiledu.com/products/k3000-win.html>. Acesso em: 23 out. 2015.

LEMOS, E. R. **Educação de Excepcionais - Evolução Histórica e Desenvolvimento no Brasil.** Tese (Livre Docência em História da Educação) - Centro de Estudos Sociais Aplicados, Departamento de Fundamentos Pedagógicos, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Setembro 1981.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro, 1994.

_____. **Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço.** São Paulo, Loyola, 1998.

MATHESON, L.P. **Current Developments in Refreshable Braille Display Technology.** 2009. Disponível em:

<http://www.resna.org/sites/default/files/legacy/conference/proceedings/2009/TechnologyCognitiveSensory/Matheson.html>. 2015. Acesso em: 23 out. 2015.

McNAUGHTON, D., LIGHT, J. The iPad and Mobile Technology Revolution: Benefits and Challenges for Individuals who require Augmentative and Alternative Communication. **Augmentative and Alternative Communication**, v.29, n.2, p. 107–116, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/MEC. Homepage Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/proeja/192-secretarias-112877938/seesp-esducacao-especial-2091755988/12671-normas-tecnicas-para-a-producao-de-textos-em-Braille>. Acesso em 23: out. 2015.

MOUSKIE. Home page Disponível em: <http://www.mouskie.ch/>. Acesso em: 23 out. 2015.

NFB. **Home Page Choosing your Braille Embosser**. Disponível em: <https://nfb.org/images/nfb/publications/bm/bm01/bm0110/bm011007.htm>. Acesso em: 23 out. 2015.

NILSEN, J. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2012. Disponível em : <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> . Acesso em: 05 out. 2015.

OPTELEC. **ALVA 544 Satellite Traveller ii**. Disponível em [<http://www.chaic.co.il/Image/uploaded/user%20alva%20544.pdf>](http://www.chaic.co.il/Image/uploaded/user%20alva%20544.pdf). Acesso em: 05 out. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A/RES/31/123**. International Year for Disabled Persons. 1976. Disponível em: < <http://www.un-documents.net/a31r123.htm>. Acesso em: 16 out. 2015.

_____. **A/RES/37/52 - World Programme of Action concerning Disabled Persons**. 1982. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/res/37/a37r052.htm>>. Acesso em: 16 out. 2015.

_____. **A/RES/37/53 - Implementation of the World Programme of Action concerning Disabled Persons**. 1982. Disponível em: [<http://www.un.org/documents/ga/res/37/a37r053.htm>](http://www.un.org/documents/ga/res/37/a37r053.htm) Acesso em: 16 out. 2015.

PERKINS. **Documento com preço de linhas Braille**. Disponível em: http://www.perkins.org/assets/downloads/perkins-products/prodoc/perkinsproducts_Brilledisplay_fact_sheet.pdf. Acesso em: 23 out. 2015.

PLUSTEK, **Homepage do reading system Plustek Book Reader V200**. <http://plustek.com/br/products/audio-office-series/plustek-bookreader-v200/>. Acesso em: 23 out. 2015.

PORTAL G1. **Projeto desenvolve sistema em Tablets para deficientes visuais**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2011/11/projeto-desenvolve-sistema-em-tablets-para-deficientes-visuais-no-ce.html>>. Acesso em: 15 de jan. 2012.

QUEIROZ, F. M. M. M. G. **Tecnologia Assistiva e perfil funcional dos alunos com deficiência física nas salas de recursos multifuncionais**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2015.

REDETV, 2011. **Deficientes Visuais poderão ler em tablets**. Disponível em: <<http://www.redeTV.com.br/Video.aspx?52,15,229079,jornalismo,redetv-news,deficientes-visuais-poderao-ler-em-tablets>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

SIQUEIRA, J., et al. **Braille Text Entry on Smartphones: A systematic Review of the Literature**. IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference. 2016. Disponível em: Doi: 10.1109/COMPSAC.2016.74 Acesso em: 13 nov. 2016.

TOPBRAILLE. **Homepage**. Disponível em: <http://www.top-Braille.eu/lang1/index.html>. Acesso em 23/10/2015 Acesso em: 13 nov. 2016.

UNESCO. **Declaração Mundial de Educação para todos**. Plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem. Tailândia, 1990.

USA. **Public Law 100-407**. Technology-related assistance for individuals with disabilities. Act of 1988 as amended in 1994. Disponível em <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-102/pdf/STATUTE-102-Pg1044.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2015.

_____. **Electroactive polymer actuator braille cell and braille display**
US 6881063 B2. Registro de Pedido de Patente nos Estados Unidos. Disponível em:
<https://www.google.com/patents/US6881063>, Acesso em: 02 jan. 2017.

_____. **Declaração de Salamanca sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais**. Disponível em
<<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview**. Disponível em:
<<http://www.w3.org/WAI/intro/wcag>>, Acesso em: 04/01/2017.

APÊNDICE A

ESTUDO EXPLORATÓRIO - OPINIÃO DE PESSOAS CEGAS EM EVENTOS E ASSOCIAÇÕES DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA

Dias (2003) ressalta que avaliações de usabilidade na fase inicial do projeto são importantes para identificar elementos para a implementação de sistemas. Durante o desenvolvimento do Portactil, foram feitos testes exploratórios com pessoas cegas em reportagens (REDETV, 2011), como o IV Encontro Internacional de Tecnologia e Inovação para Pessoas com Deficiência (GLOBO, 2011) e visitas a organizações que trabalham com cegos como o Laramara em São Paulo e no Instituto dos Cegos no Ceará (PORTAL G1, 2011). Nestas visitas era apresentado o protótipo do *Mouse Braille*, sem o *tablet*, com um texto embarcado e era solicitado à pessoa cega que efetuasse a leitura do texto. Os estudos exploratórios foram realizados com avaliadores que eram cegos e que dominavam o *Braille*. De maneira geral, nos eventos e associações visitados era apresentado o *Mouse Braille* e se o avaliador sabia ler em *Braille* (critério de inclusão). A seguir, se efetuava uma breve descrição sobre o protótipo, em torno de 5 minutos, indicando ao usuário que, a partir do acionamento de uma das teclas de controle, o texto seria apresentado nas Células *Braille*. Os resultados exploratórios foram satisfatórios, com os indivíduos cegos lendo o texto embarcado. Alguns tinham dificuldade de ler o texto e diminuíam a velocidade com que o texto era apresentado nas células, outros aumentavam a velocidade e liam todo o texto.

Dentre os avaliadores desta fase haviam revisores *Braille*, professores universitários, gerente de banco, assessor parlamentar, consultor técnico em informática, dentre outros. Os resultados foram satisfatórios, mas a plataforma não estava completa e os avaliadores tinham domínio do *Braille*. Não houve coleta de dados formal, apenas apresentava-se o *Mouse Braille* e solicitava para que o avaliador lesse em *Braille*. Os avaliadores da Plataforma na fase do seu desenvolvimento não representa uma amostra do contexto de uso de onde seria utilizada, não podendo tais resultados serem generalizados (Dias, 2003).

Ao final do desenvolvimento do portáctil foi feita um estudo exploratório em uma associação de cegos, no Estado de Pernambuco, com um pouco mais de cuidado metodológico com o objetivo de avaliar a capacidade de leitura e escrita da plataforma com pessoas cegas e definir a melhor maneira de apresentar o texto no *Mouse Braille* ao usuário. Esta pesquisa está apresentada a seguir.

1 Método

A Pesquisa teve uma abordagem quantitativa e avaliou a leitura do Portactil com alunos e professores de associação de cegos em Pernambuco.

1.1 Participantes

Participaram do estudo nove usuários, de diferentes níveis de conhecimento e fluência em *Braille*. O critério de inclusão utilizado foi ser deficiente visual e ter disponibilidade de participar do estudo. Nenhum participante assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

1.2 Local

A coleta de dados foi realizada na Associação fulano de tal de Pernambuco

1.3 Instrumento

Inicialmente foi elaborado e aplicado um questionário de modo a caracterizar o perfil do usuário como a escolaridade, experiência no uso do tablet e conhecimento do *Braille*. No segundo momento foi elaborado um roteiro de exercícios de avaliação de: (1) leitura de texto com mouse offline e modo de leitura manual: Usuário usa os botões para passar o texto apresentado de 3 em 3 células; (2) Leitura de texto com mouse off-line e modo de leitura com inclinação (um sensor acelerômetro deslocava os caracteres baseado na inclinação do *Mouse Braille*); (3) Leitura de texto com mouse offline e modo de leitura automático; (4) Leitura de texto com mouse offline e modo de leitura linear; (5) Escrever texto no tablet usando teclado QWERTY. Os instrumentos utilizados neste estudo exploratório e os dados brutos adquiridos não estão presentes nesta tese.

1.4 Procedimentos de coleta de dados

Para cada participante era aplicado o questionário para a coleta de dados do usuário (nome, idade, escolaridade, uso do tablet e domínio do *Braille*). A seguir, era apresentado o tablet e o *Mouse Braille* e feita uma explanação sobre o uso da Plataforma. A seguir, era

solicitado ao usuário que efetuasse a leitura de um parágrafo e a escrita de um texto conforme descrito na seção 1.3. Os dados eram colocados em fichas, o tempo de leitura era cronometrado e não foram realizadas gravações em áudio ou vídeo.

1.5 Procedimentos de análise de dados

Os dados dos questionários e dos tempos de leitura e escrita foram tabulados em uma planilha, cujos resultados encontra-se na seção a seguir.

2 Resultados

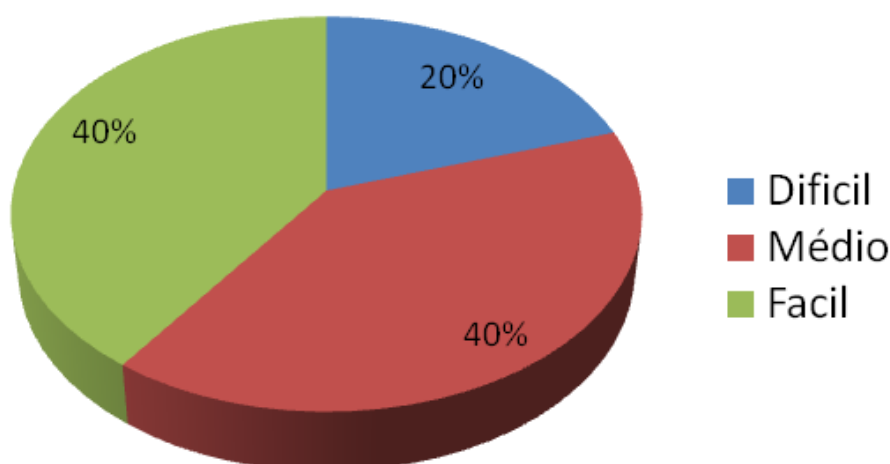
2.1 Perfil dos Avaliadores

Dos 9 avaliadores, 5 eram mulheres e 4 homens, apresentando uma homogeneidade em relação ao gênero. Destes, 6 eram cegos congênitos e 3 apresentavam baixa visão. A maioria dos avaliadores (67%) estava cursando ou possuía nível médio enquanto 33% estava cursando ou terminando nível superior.

2.2 Resultados dos Exercícios de leitura e escrita

O Gráfico 1 mostra os resultados gerais dos exercícios classificados pelo nível de dificuldade atribuído pelos avaliadores. Do total de testes realizados, os avaliadores consideraram 20% difícil, com os outros 80% dos exercícios igualmente distribuídos entre médio e fácil.

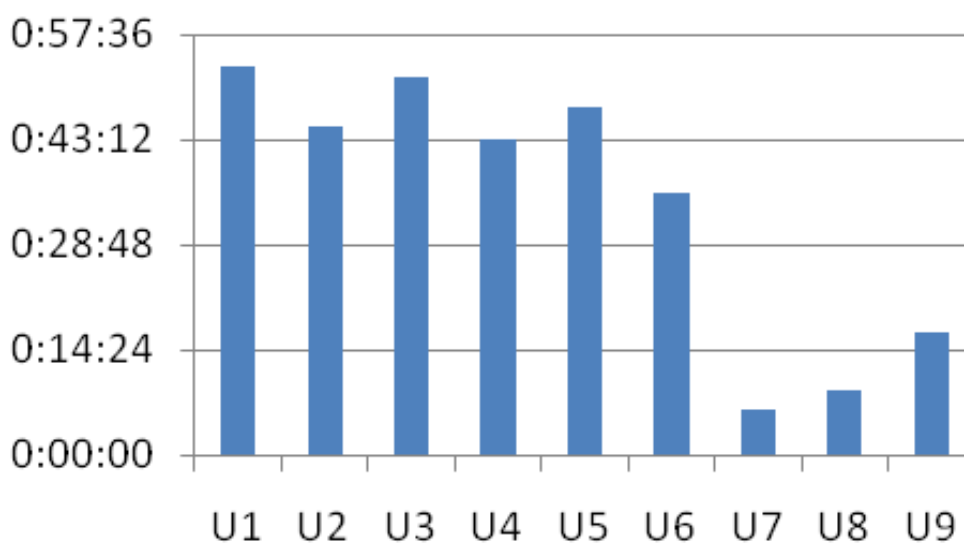
Gráfico 1 - Nível de dificuldade dos exercícios



Fonte: Elaboração Própria

O Gráfico 2 mostra o tempo de duração dos exercícios por avaliadores indicando que o tempo médio de realização dos exercícios de seis dos avaliadores cegos foi de 46 minutos e 26 segundos. Os outros três avaliadores, com baixa visão, não realizaram as atividades de leitura em *Braille* e o tempo médio da avaliação foi de 12 minutos e dezessete segundos.

Gráfico 2 - Tempo de execução dos exercícios por avaliador.



Legenda: U1, U2, U3, U4, U5, U6: Pessoas cegas; U7, U8, U9: Baixa visão.

Fonte: Elaboração Própria

Os estudos exploratórios desenvolvidos durante a prototipação do *Mouse Braille* apontaram para a viabilidade da Plataforma para a leitura de textos com apenas 3 células *Braille*. No entanto, tais estudos foram realizados com pessoas cegas com domínio e uso do *Braille* no dia-a-dia. Nestes estudos o texto estava inserido no *Mouse Braille* e não havia o tablet, de forma que tais usuários se concentravam apenas na leitura de texto. No estudo realizado na Associação de cegos em Pernambuco, verificou-se uma dificuldade dos usuários na leitura dos textos off-line (sem o tablet) e que as dificuldades aumentavam quando a plataforma era utilizada na sua totalidade. Dias (2003) indica que os resultados da avaliação de usabilidade podem diferir consideravelmente caso haja mudança de usuários, tarefas ou ambientes, que de fato, os resultados dos testes realizados indicaram.

A avaliação de usabilidade na fase intermediária de implementação de sistemas é útil na validação ou refinamento do projeto (Dias, 2003). Os resultados da pesquisa com os usuários da associação foi determinante para a definição da forma de colocação do texto no

Mouse Braille a ser adotado na versão do projeto piloto a ser desenvolvido nas Escolas Públicas Municipais de Fortaleza.

A diferença dos resultados apresentados pelos usuários nos estudos exploratórios iniciais em relação aos alcançados pelos usuários da Associação de Pernambuco definiu a necessidade de uma pesquisa sobre a usabilidade da Plataforma para aferir as reais condições da Plataforma ser utilizada nas salas de SRM e para a leitura e a escrita de textos por pessoas cegas, que serão tratados nos próximos capítulos.

APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista Survey

PREÂMBULO

Prezado Participante,

Estamos realizando uma pesquisa na Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP – Campus Marília sobre o tema Acessibilidade e Inclusão Social de Cegos por Meio de Dispositivos Móveis. Esta entrevista tem como finalidade levantar dados sobre o uso do *Braille*, celulares, computadores e tablets pelos cegos.

É necessário gravar suas respostas das perguntas para garantir fidedignidade às informações oferecidas por você. Você, então, me permite utilizar um aparelho eletrônico para essa gravação?

Caso você aceite responder à entrevista é importante:

- Considerar que o objetivo do estudo é conhecer a realidade dos cegos em relação ao uso do *Braille*, celulares, computadores e tablets e não a sua capacidade em relação a estes temas;
- Lembrar que as informações serão colhidas e analisadas segundo padrões científicos e éticos;
- Os dados pessoais servem apenas para controle, garantindo o anonimato.

A sua participação é essencial para a qualidade desta pesquisa.

Eu, _____,

RG _____ confirmo minha participação na pesquisa e autorizo a gravação da entrevista.

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Inicialmente, gostaria que você respondesse algumas perguntas sobre o Braille.

1. Você sabe ler em *Braille*? sim ou não e porquê. (*se não souber Braille, pula para a questão 9*)
2. Você gosta de ler em *Braille*? sim ou não e porquê.
3. O professor passa textos ou livros para você ler em *Braille*? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto ou livro?
4. Você gosta de ler em Braille? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto ou livro?
5. Qual livro você mais gostou de ler em *Braille*?
6. Você costuma utilizar *Braille* para escrever textos? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto você costuma escrever e o que você utiliza para escrever estes textos em *Braille*?
7. Alguns cegos dizem que o áudio proporciona acesso à informação e que não sentem falta do *Braille*. Outros afirmam que o braile é fundamental para que o cego tenha condições de crescer profissionalmente. Qual a importância do braile para você?
8. Um dos motivos para o pouco uso do braile pelos cegos é a dificuldade de encontrar livros, revistas e outros textos em braile. Se você tivesse acesso a livros em áudio e em braile com a mesma facilidade, você preferiria ler através do áudio ou do braile? Porque?

Agora vamos mudar de assunto, gostaria que você respondesse algumas perguntas sobre o uso do celular por você.

9. Você utiliza o celular no seu dia a dia? Sim ou não. (*se sim*) Qual o seu celular e que ferramenta de acessibilidade você utiliza para usar o seu celular? (*se não usar o celular, pula para a questão 21*)
10. Você utiliza o celular para fazer e receber chamadas? Sim ou não.
11. Você utiliza o celular para ouvir música? Sim ou não.
12. Você utiliza o celular para jogar? Sim ou não. (*se sim*) Qual o jogo?
13. Você utiliza o celular para ler jornais, livros, revistas ou outros textos? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto?
14. Você utiliza o celular para redes sociais? Sim ou não. (*se sim*) Qual rede social?
15. Você utiliza o celular para twitar? Sim ou não. (*se sim*) qual twiter?
16. Você utiliza o celular para E-mails? Sim ou não. (*se sim*) Qual e-mail?
17. Você utiliza o celular para pagar contas?

18. Você utiliza o celular para comprar pela internet?
19. Você utiliza o gps do celular para se orientar? sim ou não. (*se sim*) Como você utiliza o celular para se orientar?
20. Você utiliza o celular para escrever? Sim ou não. (*se sim*) Como você faz para escrever no celular e que tipo de texto você escreve no celular?

Agora vamos mudar de assunto, as próximas perguntas focam o uso do computador por você.

21. Você utiliza o computador no seu dia a dia? Sim ou não. (*se sim*) Que ferramenta de acessibilidade você utiliza para usar o seu computador? (*se não usar o computador, pula para a questão 31*)
22. Você utiliza o computador para ouvir música? Sim ou não.
23. Você utiliza o computador para jogar? Sim ou não. (*se sim*) Qual o jogo?
24. Você utiliza o computador para ler jornais, livros, revistas ou outros textos? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto?
25. Você utiliza o computador para redes sociais? Sim ou não. (*se sim*) Qual rede social?
26. Você utiliza o computador para twitar? Sim ou não. (*se sim*) Qual twitter?
27. Você utiliza o computador para e-mail? Sim ou não. (*se sim*) Qual e-mail?
28. Você utiliza o computador para pagar contas? Sim ou não.
29. Você utiliza o computador para comprar pela internet? Sim ou não.
30. Você utiliza o computador para escrever? Sim ou não. (*se sim*) você utiliza o teclado do computador para escrever? Que tipo de texto você escreve no computador?

Ok, as próximas perguntas focam o uso do tablet por você.

31. Você utiliza o *tablet* no seu dia a dia? Sim ou não. (*se sim*) Que ferramenta de acessibilidade você utiliza para usar o seu *tablet*? (*se não usar o tablet, pula para a questão 42*)
32. Você utiliza o *tablet* para ouvir música? Sim ou não.
33. Você utiliza o *tablet* para jogar? Sim ou não. (*se sim*) Qual o jogo?
34. Você utiliza o *tablet* para ler jornais, livros, revistas ou outros textos? Sim ou não. (*se sim*) Que tipo de texto?
35. Você utiliza o *tablet* para redes sociais? Sim ou não. (*se sim*) Qual rede social?

36. Você utiliza o *tablet* para twitar? Sim ou não. (*se sim*) Qual twiter?
37. Você utiliza o *tablet* para e-mails? Sim ou não. (*se sim*) Qual e-mail?
38. Você utiliza o *tablet* para pagar contas? Sim ou não.
39. Você utiliza o *tablet* para comprar pela internet? Sim ou não.
40. Você utiliza o gps do *tablet* para se orientar? sim ou não. (*se sim*) Como você utiliza o *tablet* para se orientar?
41. Você utiliza o *tablet* para escrever? Sim ou não. (*se sim*) você utiliza a tela do *tablet* para escrever? Que tipo de texto você escreve no *tablet*?
42. Estamos selecionando alguns alunos para participar de um minicurso sobre o uso de uma plataforma para pessoas cegAs no *tablet* e de reuniões sobre o uso da plataforma. Você têm interesse, caso seja selecionado, de participar destas atividades? Porque? (*se não quiser participar, pula para a questão 44*)
43. As atividades necessitam de um turno livre para a sua realização. O curso deverá durar uma semana, em torno de duas horas por dia e as reuniões ocorrerão em três dias após o curso e também demorarão em torno de duas horas. Eu providenciarei transporte para que você possa participar destas atividades. Você dispõe de um turno livre para que você possa participar destas atividades?

para finalizar, gostaria que você respondesse a mais algumas perguntas sobre você.

44. qual o seu nome e idade?
45. qual o seu endereço, telefone e e-mail?
46. com que idade você perdeu a visão?
47. onde você estuda, em qual curso e ano?
48. você frequenta alguma instituição de apoio para o seu estudo? Qual?
49. como você faz para estudar para provas e resolver atividades da escola/universidade em casa?

APÊNDICE C – Questionário de Avaliação da Usabilidade

PREÂMBULO

Prezado Participante,

Estamos realizando uma pesquisa na Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP/ Marília sobre o tema Acessibilidade e Inclusão Social de Cegos por Meio de Dispositivos Móveis. O Foco da pesquisa é a avaliação da plataforma Portátil.

A Plataforma Portátil é composta por um aplicativo embarcado em tablet, um dispositivo para a leitura em braille chamado Mouse Braille e uma colmeia QWERTY para escrita de textos pelos cegos no tablet.

A usabilidade se refere à capacidade de um produto qualquer ser utilizado por seus usuários com eficiência e satisfação.

Este instrumento tem como finalidade levantar dados, sob a ótica dos professores, da estrutura, funcionalidade, facilidade de uso e da satisfação do usuário do Portátil, aspectos necessários para a avaliação de sua usabilidade.

Ao responder este questionário é importante:

- Observar atentamente às questões;
- Assinalar as alternativas conforme solicitado em cada item;
- Considerar que o objetivo do estudo é avaliar o Portátil e não a capacidade do avaliador(a);
- Lembrar que as informações serão colhidas e analisadas segundo padrões científicos e éticos;
- Os dados pessoais servem apenas para controle, garantindo o anonimato.

A sua participação é essencial para a qualidade desta pesquisa.

Agradeço sua participação, muito obrigado!

João Batista Bezerra Frota

QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE

Nesta parte do questionário queremos saber sua opinião quanto à **eficiência de uso** apresentada pela plataforma portátil.

Marque CADA frase com um X no que corresponda a opção que mais lhe agrada.

Em relação ao aplicativo embarcado no tablet.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
1	Ao ligar o tablet, o aplicativo é carregado sem necessidade de muitos procedimentos por parte do usuário.					
2	A navegação pelo menu é fácil e intuitiva					
3	O usuário identifica o menu atual e suas opções de forma clara.					
4	A passagem de um menu para outro tem comandos claros.					
5	A passagem entre um item e outro de um menu tem comandos de difícil memorização.					
6	A seleção de um item de um menu tem comando claro.					
7	Eu posso reiniciar o aplicativo de forma fácil.					
8	O retorno da tecla digitada por áudio é de difícil compreensão.					
9	Eu consigo verificar um texto escrito com o retorno por áudio.					
10	Eu consigo gravar um arquivo com o texto digitado de maneira fácil					
11	Eu posso ler um arquivo armazenado na biblioteca em áudio					

Em relação à máscara QWERTY

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
15	Eu consigo utilizar a plataforma sem a máscara QWERTY					
16	A máscara QWERTY atrapalha a escritas de escrita de textos com mais rapidez					

Em relação ao Mouse Braille

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
17	A sinalização de liga/desliga do Mouse Braille é clara.					
18	Eu tenho como saber a qualquer instante que o Mouse braille está ligado					
19	A sinalização de que o Mouse está conectado com o tablet é clara.					
20	Eu tenho como saber a qualquer instante que o Mouse braille está conectado com o tablet.					
21	As funções de comando dos botões do mouse braille são fáceis de usar.					
22	A sinalização de bateria carregada do Mouse Braille é clara.					
23	A sinalização de bateria descarregada do Mouse Braille é clara.					
24	Eu consigo ler um texto no Mouse braille					
25	Eu consigo mudar a velocidade com que o texto é colocado no mouse braille de forma fácil					

Nesta parte do questionário queremos saber sua opinião quanto à **facilidade de aprendizado** da plataforma portáctil.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
26	Não leva tempo para aprender a navegar no aplicativo					
27	A tarefa de criar e gravar um arquivo é de difícil memorização.					
28	Não leva tempo para usar o mouse braille					

Nesta parte do questionário queremos saber sua opinião quanto à **facilidade de memorização** da plataforma portátil.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
30	As funções dos botões de comando são de fácil memorização					
31	As sinalizações do Mouse braile não são identificáveis com facilidade					
32	Se ficar muito tempo sem usar o mouse braile, da próxima vez que for usá-lo será difícil.					

Nesta parte do questionário queremos saber sua opinião quanto à **taxa de erros** da plataforma portátil.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
34	O aplicativo não apresenta falhas durante a execução das tarefas					
35	Quando ocorre uma falha eu tenho como reiniciar o aplicativo facilmente					
36	Quando eu recomeço o sistema por causa de uma falha, eu volto para o que estava fazendo antes facilmente.					

Nesta parte do questionário queremos saber sua **satisfação** quanto ao uso da plataforma portátil.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
37	Me sinto motivado a utilizar a plataforma no meu dia a dia					
38	A plataforma me permite criar textos com conforto e segurança.					
39	A plataforma me permite ler texto em braile com autonomia					

Nesta parte do questionário queremos saber sua opinião quanto à **ergonomia** do Mouse Braille.

	Frases	Concordo Plenamente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Plenamente
40	As dimensões do Mouse braille permitem seu transporte de forma satisfatória					
41	O peso do mouse braille permite levá-lo a diversos ambientes.					
42	O formato do Mouse braille permite a leitura de textos com conforto					

Nesta parte do questionário queremos avaliar pontos positivos e negativos do portátil.

43 . Cite três pontos positivos e três pontos negativos no portátil, se houver.

44. Caso tenha alguma sugestão/reclamação em relação ao portátil, sinta-se livre para fazê-lo.

Para finalizar, gostaria que você respondesse a mais algumas perguntas sobre o seu trabalho. (aplicado somente para professores)

45. Você é Professor(a) do AEE a quanto tempo?

46. Quantos alunos você assiste atualmente no AEE?

47. Quantos alunos com baixa visão você assiste atualmente no AEE?

48. Quantos alunos cegos você assiste atualmente no AEE?

49. Quais recursos computacionais (computadores, tablets, smartphones, etc) estão disponíveis na sua sala de AEE?

50. Quais recursos específicos para deficientes visuais (regletes, impressora braille, livros braille, máquinas de escrever braille, etc) estão disponíveis em sua sala de AEE?

MUITO OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO!

APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA PESSOAS CEGAS

PREÂMBULO

Prezado Participante,

Estamos realizando uma pesquisa na Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP/ Marília sobre o tema Acessibilidade e Inclusão Social de Cegos por Meio de Dispositivos Móveis. O Foco da pesquisa é a avaliação da plataforma Portactil.

A Plataforma Portactil é composta por um aplicativo embarcado em tablet, um dispositivo para a leitura em *Braille* chamado *Mouse Braille* e uma colmeia QWERTY para escrita de textos pelos cegos no tablet.

A usabilidade se refere à capacidade de um produto qualquer ser utilizado por seus usuários com eficiência e satisfação.

Este instrumento tem como finalidade levantar dados, sob a ótica de pessoas cegas, da estrutura, funcionalidade, facilidade de uso e da satisfação do usuário do Portactil, aspectos necessários para a avaliação de sua usabilidade.

É necessário gravar suas respostas das perguntas para garantir fidedignidade às informações oferecidas por você. Você, então, me permite utilizar um aparelho eletrônico para essa gravação?

Caso você aceite responder à entrevista é importante:

- Observar atentamente às questões;
- Considerar que o objetivo do estudo é avaliar o Portactil e não a capacidade do avaliador(a);
- Lembrar que as informações serão colhidas e analisadas segundo padrões científicos e éticos;
- Os dados pessoais servem apenas para controle, garantindo o anonimato.

A sua participação é essencial para a qualidade desta pesquisa.

Agradeço sua participação, muito obrigado!

João Batista Bezerra Frota

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. O curso começou com uma explicação sobre o tablet, suas funcionalidades básicas (como ligar, desligar, controle do áudio). Depois foi desenvolvido um treinamento sobre os comandos do Portactil de toque na tela e o retorno por áudio. Estes processos foram difíceis de aprender? Porque?
2. A seguir foi realizado um treinamento sobre a leitura de textos no Portactil. Você considera possível a leitura de textos utilizando o Portactil no seu dia a dia? Porque?
3. As menores linhas brailes disponíveis possuem 20 células brailes e muitos cegos dizem que é preciso muitas células para a leitura. O mouse braile possui 3 células e alguns comandos para facilitar a navegação no texto. Você se vê lendo um livro no mouse braile? Por que? Foi possível ler em *Braille* com 3 células?
4. A seguir foi realizado um treinamento sobre a Digitação de textos no Portactil. Você considera que, para a digitação de textos, a colméia é fundamental ou é possível o uso no dia a dia sem a colméia. Porque?
5. Você considera que o Portactil permite o trabalho com arquivos de forma satisfatória? Em comparação ao computador de mesa as dificuldades para manusear o arquivo são maiores ou menores? Por quê?
6. Se você tivesse a mesma facilidade de acesso ao computador e ao Portactil, qual você preferiria utilizar para ler e para escrever? Por que?
7. Que funcionalidades você alteraria no Portactil e no *Mouse Braille* para torná-los mais fácil de usar?

Agora eu vou apresentar frases e gostaria que você indicasse se concorda plenamente, concorda, é indiferente, discorda ou discorda plenamente com a frase, OK?

(A seguir são feitas as perguntas do questionário para avaliação da usabilidade)

APÊNDICE D
Dados brutos coletados dos Professores das SRM

Eficiência de uso

Questão 1: *Ao ligar o tablet, o aplicativo é carregado sem necessidade de muitos procedimentos por parte do usuário.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	6	35	11	65	0	0	0	0	0	0	0	0	17	100	P	8,38
Turma 2	6	46	7	54	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,65
Turma 3	8	44	6	33	0	0	4	22	0	0	0	0	18	100	P	7,50
Turma 4	9	45	11	55	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,63
M _{Q1}	29	43	35	51	0	0	4	6	0	0	0	0	68	100	P	8,27

Questão 2: *A navegação pelo menu é fácil e intuitiva.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	4	24	12	71	1	5,9	0	0	0	0	0	0	17	100	P	7,94
Turma 2	5	38	7	54	0	0	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	8,08
Turma 3	3	17	11	61	1	5,6	3	17	0	0	0	0	18	100	P	6,94
Turma 4	7	35	12	60	1	5	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,25
M _{Q2}	19	28	42	62	3	4	4	6	0	0	0	0	68	100	P	7,79

Questão 3: *O usuário identifica o menu atual e suas opções de forma clara.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	3	18	11	65	1	5,9	0	0	0	0	2	12	17	100	P	7,50
Turma 2	4	31	7	54	2	15	0	0	0	0	0	0	13	100	P	7,88
Turma 3	5	28	12	67	0	0	0	0	0	0	1	5,6	18	100	P	8,06
Turma 4	6	30	13	65	0	0	0	0	0	0	1	5	20	100	P	8,13
M _{Q3}	18	26	43	63	3	4	0	0	0	0	4	6	68	100	P	8,09

Questão 4: A passagem de um menu para outro tem comandos claros.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	6	35	11	65	0	0	0	0	0	0	0	0	17	100	P	8,38
Turma 2	7	54	3	23	0	0	1	7,7	1	7,7	1	7,7	13	100	P	7,69
Turma 3	7	39	9	50	0	0	2	11	0	0	0	0	18	100	P	7,92
Turma 4	9	45	10	50	1	5	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,50
M _{Q4}	29	43	33	49	1	1	3	4	1	1	1	1	68	100	P	8,21

Questão 5: A passagem entre itens de um menu tem comandos de difícil memorização.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	0	0	7	41	3	18	5	29	2	12	0	0	17	100	N	5,29
Turma 2	0	0	2	15	0	0	9	69	1	7,7	1	7,7	13	100	N	6,73
Turma 3	0	0	0	0	6	33	9	50	3	17	0	0	18	100	N	7,08
Turma 4	2	10	1	5	4	20	12	60	1	5	0	0	20	100	N	6,13
M _{Q5}	2	3	10	15	13	19	35	51	7	10	1	1	68	100	N	6,31

Questão 6: A seleção de um item de um menu tem comando claro.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	12	71	1	5,9	0	0	0	0	0	0	17	100	P	7,94
Turma 2	5	38	7	54	1	7,7	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,27
Turma 3	9	50	9	50	0	0	0	0	0	0	0	0	18	100	P	8,75
Turma 4	7	35	11	55	1	5	0	0	0	0	1	5	20	100	P	8,13
M _{Q6}	25	37	39	57	3	4	0	0	0	0	1	1	68	100	P	8,32

Questão 7: Eu posso reiniciar o aplicativo de forma fácil.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	7	41	7	41	2	12	0	0	0	0	1	5,9	17	100	P	8,09
Turma 2	9	69	3	23	0	0	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	8,85
Turma 3	5	28	5	28	1	5,6	2	11	4	22	1	5,6	18	100	P	5,69
Turma 4	9	45	11	55	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,63
M _{Q7}	30	44	26	38	3	4	3	4	4	6	2	3	68	100	P	7,84

Questão 8: *O retorno da tecla digitada por áudio é de difícil compreensão.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	3	18	1	5,9	8	47	1	5,9	0	0	17	100	N	4,85
Turma 2	1	7,7	0	0	2	15	10	77	0	0	0	0	13	100	N	6,54
Turma 3	1	5,6	6	33	0	0	7	39	4	22	0	0	18	100	N	5,97
Turma 4	3	15	2	10	1	5	14	70	0	0	0	0	20	100	N	5,75
M _{Q8}	9	13	11	16	4	6	39	57	5	7	0	0	68	100	N	5,74

Questão 9: *Eu consigo verificar um texto escrito com o retorno por áudio.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	11	65	0	0	2	12	0	0	0	0	17	100	P	7,50
Turma 2	4	31	4	31	1	7,7	3	23	1	7,7	0	0	13	100	P	6,35
Turma 3	8	44	9	50	1	5,6	0	0	0	0	0	0	18	100	P	8,47
Turma 4	4	20	15	75	1	5	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,88
M _{Q9}	20	29	39	57	3	4	5	7	1	1	0	0	68	100	P	7,65

Questão 10: *Eu consigo gravar um arquivo com o texto digitado de maneira fácil.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	8	47	1	5,9	3	18	0	0	1	5,9	17	100	P	6,91
Turma 2	4	31	8	62	0	0	0	0	0	0	1	7,7	13	100	P	8,08
Turma 3	4	22	11	61	0	0	3	17	0	0	0	0	18	100	P	7,22
Turma 4	4	20	14	70	1	5	1	5	0	0	0	0	20	100	P	7,63
M _{Q10}	16	24	41	60	2	3	7	10	0	0	2	3	68	100	P	7,50

Questão 11: *Eu posso ler um arquivo armazenado na biblioteca em áudio.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	13	76	0	0	0	0	0	0	0	0	17	100	P	8,09
Turma 2	6	46	5	38	2	15	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,27
Turma 3	9	50	9	50	0	0	0	0	0	0	0	0	18	100	P	8,75
Turma 4	5	25	15	75	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,13
M _{Q11}	24	35	42	62	2	3	0	0	0	0	0	0	68	100	P	8,31

Questão 12: A edição posterior de um arquivo já criado é difícil.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	6	35	1	5,9	3	18	1	5,9	2	12	17	100	N	3,68
Turma 2	0	0	5	38	1	7,7	5	38	2	15	0	0	13	100	N	5,77
Turma 3	4	22	4	22	5	28	2	11	3	17	0	0	18	100	N	4,44
Turma 4	1	5	5	25	2	10	9	45	0	0	3	15	20	100	N	5,25
M _{Q12}	9	13	20	29	9	13	19	28	6	9	5	7	68	100	N	4,72

Questão 13: Eu posso apagar um arquivo colocado na biblioteca de forma fácil.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	0	0	16	94	1	5,9	0	0	0	0	0	0	17	100	P	7,35
Turma 2	1	7,7	9	69	3	23	0	0	0	0	0	0	13	100	P	7,12
Turma 3	10	56	7	39	1	5,6	0	0	0	0	0	0	18	100	P	8,75
Turma 4	2	10	14	70	4	20	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,25
M _{Q13}	13	19	46	68	9	13	0	0	0	0	0	0	68	100	P	7,65

Questão 14: A colocação de um texto da internet para o tablet é de difícil execução.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	5	29	2	12	8	47	1	5,9	0	0	17	100	N	5,44
Turma 2	0	0	2	15	4	31	7	54	0	0	0	0	13	100	N	5,96
Turma 3	3	17	5	28	2	11	5	28	3	17	0	0	18	100	N	5,00
Turma 4	0	0	4	20	7	35	7	35	1	5	1	5	20	100	N	5,63
M _{Q14}	4	6	16	24	15	22	27	40	5	7	1	1	68	100	N	5,49

Questão 15: Eu consigo utilizar a plataforma sem a máscara QWERTY.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	5	29	4	24	3	18	0	0	0	0	5	29	17	100	P	7,06
Turma 2	5	38	8	62	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,46
Turma 3	5	28	8	44	0	0	3	17	2	11	0	0	18	100	P	6,53
Turma 4	8	40	12	60	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	P	8,50
M _{Q15}	23	34	32	47	3	4	3	4	2	3	5	7	68	100	P	7,82

Questão 16: A máscara QWERTY atrapalha a escrita de textos com mais rapidez.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	2	12	2	12	5	29	3	18	0	0	5	29	17	100	P	5,44
Turma 2	2	15	3	23	0	0	7	54	1	7,7	0	0	13	100	P	4,62
Turma 3	0	0	10	56	1	5,6	7	39	0	0	0	0	18	100	P	5,42
Turma 4	0	0	5	25	5	25	10	50	0	0	0	0	20	100	P	4,38
M _{Q16}	4	6	20	29	11	16	27	40	1	1	5	7	68	100	N	5,04

Questão 17: A sinalização de liga/desliga do Mouse Braille é clara.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	5	29	10	59	0	0	0	0	2	12	0	0	17	100	P	7,35
Turma 2	5	38	8	62	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,46
Turma 3	5	28	8	44	1	5,6	2	11	2	11	0	0	18	100	P	6,67
Turma 4	11	55	7	35	0	0	2	10	0	0	0	0	20	100	P	8,38
M _{Q17}	26	39	33	50	1	2	4	6	2	3	0	0	66	100	P	7,92

Questão 18: Eu tenho como saber a qualquer instante que o Mouse Braille está ligado.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	3	18	8	47	1	5,9	3	18	2	12	0	0	17	100	P	6,03
Turma 2	3	23	5	38	1	7,7	4	31	0	0	0	0	13	100	P	6,35
Turma 3	4	22	6	33	1	5,6	2	11	5	28	0	0	18	100	P	5,28
Turma 4	1	5	7	35	4	20	6	30	1	5	1	5	20	100	P	5,13
M _{Q18}	11	16	26	38	7	10	15	22	8	12	1	1	68	100	P	5,63

Questão 19: A sinalização de que o Mouse está conectado com o tablet é clara.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	5	29	7	41	0	0	3	18	2	12	0	0	17	100	P	6,47
Turma 2	3	23	7	54	2	15	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	7,31
Turma 3	4	22	8	44	0	0	2	11	4	22	0	0	18	100	P	5,83
Turma 4	4	20	9	45	2	10	5	25	0	0	0	0	20	100	P	6,50
M _{Q19}	16	24	31	46	4	6	11	16	6	9	0	0	68	100	P	6,47

Questão 20: *Eu tenho como saber a qualquer instante que o Mouse Braille está conectado o tablet.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	5	29	4	24	1	5,9	5	29	1	5,9	1	5,9	17	100	P	6,03
Turma 2	2	15	8	62	2	15	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	7,12
Turma 3	4	22	7	39	0	0	2	11	5	28	0	0	18	100	P	5,42
Turma 4	3	15	7	35	4	20	5	25	0	0	1	5	20	100	P	6,00
M _{Q20}	14	21	26	38	7	10	13	19	6	9	2	3	68	100	P	6,10

Questão 21: *As funções de comando dos botões do Mouse Braille são fáceis de usar.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	7	41	2	12	3	18	1	5,9	0	0	17	100	p	6,47
Turma 2	0	0	9	69	1	7,7	3	23	0	0	0	0	13	100	p	6,15
Turma 3	3	17	9	50	0	0	3	17	3	17	0	0	18	100	p	5,83
Turma 4	2	10	11	55	2	10	3	15	1	5	1	5	20	100	p	6,25
M _{Q21}	9	13	36	53	5	7	12	18	5	7	1	1	68	100	p	6,19

Questão 22: *A sinalização de bateria carregada do Mouse Braille é clara.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	3	18	4	24	0	0	6	35	3	18	1	5,9	17	100	P	4,71
Turma 2	0	0	2	15	5	38	6	46	0	0	0	0	13	100	P	4,23
Turma 3	0	0	9	50	1	5,6	1	5,6	5	28	2	11	18	100	P	4,72
Turma 4	0	0	3	15	8	40	7	35	1	5	1	5	20	100	P	4,25
M _{Q22}	3	4	18	26	14	21	20	29	9	13	4	6	68	100	P	4,45

Questão 23: *A sinalização de bateria descarregada do Mouse Braille é clara.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	4	24	0	0	6	35	3	18	0	0	17	100	P	5,00
Turma 2	0	0	2	15	4	31	7	54	0	0	0	0	13	100	P	4,04
Turma 3	0	0	5	28	4	22	2	11	5	28	2	11	18	100	P	4,03
Turma 4	1	5	1	5	9	45	6	30	1	5	2	10	20	100	P	4,38
M _{Q23}	5	7	12	18	17	25	21	31	9	13	4	6	68	100	P	4,34

Questão 24: *Eu consigo ler um texto no Mouse Braille.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	0	0	8	47	4	24	1	5,9	2	12	2	12	17	100	p	5,44
Turma 2	0	0	4	31	5	38	1	7,7	1	7,7	2	15	13	100	p	5,19
Turma 3	1	5,6	6	33	0	0	5	28	3	17	3	17	18	100	p	4,58
Turma 4	3	15	8	40	5	25	3	15	1	5	0	0	20	100	p	6,13
M _{Q24}	4	6	26	38	14	21	10	15	7	10	7	10	68	100	p	5,41

Questão 25: *Eu consigo mudar a velocidade com que o texto é colocado no Mouse Braille com facilidade.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	8	47	4	24	2	12	2	12	0	0	17	100	P	5,59
Turma 2	1	7,7	5	38	3	23	2	15	1	7,7	1	7,7	13	100	P	5,58
Turma 3	2	11	8	44	5	28	1	5,6	1	5,6	1	5,6	18	100	P	6,25
Turma 4	1	5	7	35	8	40	2	10	0	0	2	10	20	100	P	5,88
M _{Q25}	5	7	28	41	20	29	7	10	4	6	4	6	68	100	P	5,90

Facilidade de Aprendizado**Questão 26:** *Não leva tempo para aprender a navegar no aplicativo.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	10	59	0	0	5	29	1	5,9	0	0	17	100	P	5,74
Turma 2	2	15	7	54	1	7,7	3	23	0	0	0	0	13	100	P	6,54
Turma 3	1	5,6	7	39	1	5,6	8	44	1	5,6	0	0	18	100	P	4,86
Turma 4	5	25	10	50	1	5	4	20	0	0	0	0	20	100	P	7,00
M _{Q26}	9	13	34	50	3	4	20	29	2	3	0	0	68	100	P	6,03

Questão 27: *A tarefa de criar e gravar um arquivo é de difícil memorização.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	2	12	3	18	11	65	0	0	0	0	17	100	N	6,03
Turma 2	2	15	0	0	3	23	7	54	1	7,7	0	0	13	100	N	5,96
Turma 3	1	5,6	4	22	2	11	11	61	0	0	0	0	18	100	N	5,69
Turma 4	2	10	3	15	2	10	13	65	0	0	0	0	20	100	N	5,75
M _{Q27}	6	9	9	13	10	15	42	62	1	1	0	0	68	100	N	5,85

Questão 28: Não leva tempo para usar o Mouse Braille.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	3	15	9	45	4	20	4	20	0	0	0	0	20	100	P	6,38
Turma 2	0	0	6	46	2	15	4	31	1	7,7	0	0	13	100	P	5,00
Turma 3	2	11	4	22	1	5,6	9	50	1	5,6	1	5,6	18	100	P	4,58
Turma 4	5	25	10	50	3	15	1	5	0	0	1	5	20	100	P	7,38
M _{Q28}	6	9	27	40	7	10	24	35	2	3	2	3	68	100	P	5,42

Questão 29: É fácil editar um arquivo já criado no Portáctil.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	0	0	12	71	1	5,9	3	18	1	5,9	0	0	17	100	P	6,03
Turma 2	1	7,7	10	77	0	0	2	15	0	0	0	0	13	100	P	6,92
Turma 3	1	5,6	9	50	2	11	2	11	3	17	1	5,6	18	100	P	5,42
Turma 4	5	25	10	50	3	15	1	5	0	0	1	5	20	100	P	7,38
M _{Q29}	7	10	41	60	6	9	8	12	4	6	2	3	68	100	P	6,48

Facilidade de Memorização**Questão 30: As funções dos botões de comando são de fácil memorização.**

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	9	53	1	5,9	3	18	0	0	0	0	17	100	P	7,06
Turma 2	2	15	8	62	2	15	0	0	1	7,7	0	0	13	100	P	6,92
Turma 3	0	0	15	83	0	0	2	11	1	5,6	0	0	18	100	P	6,53
Turma 4	4	20	13	65	3	15	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,63
M _{Q30}	10	15	45	66	6	9	5	7	2	3	0	0	68	100	P	7,06

Questão 31: As sinalizações do Mouse Braille não são identificáveis com facilidade.

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	2	12	6	35	5	29	3	18	1	5,9	0	0	17	100	N	4,26
Turma 2	1	7,7	3	23	3	23	6	46	0	0	0	0	13	100	N	5,19
Turma 3	2	11	6	33	2	11	8	44	0	0	0	0	18	100	N	4,72
Turma 4	2	10	5	25	2	10	8	40	2	10	1	5	20	100	N	5,38
M _{Q31}	7	10	20	29	12	18	25	37	3	4	1	1	68	100	N	4,89

Questão 32: *Se ficar muito tempo sem usar o Mouse Braille, da próxima vez que for usá-lo será difícil.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	2	12	6	35	5	29	3	18	1	5,9	0	0	17	100	N	4,26
Turma 2	0	0	2	15	3	23	7	54	1	7,7	0	0	13	100	N	6,35
Turma 3	2	11	2	11	5	28	9	50	0	0	0	0	18	100	N	5,42
Turma 4	0	0	6	30	3	15	7	35	3	15	1	5	20	100	N	5,88
M _{Q32}	4	6	16	24	16	24	26	38	5	7	1	1	68	100	N	5,45

Questão 33: *Os procedimentos para baixar um arquivo da internet para o tablet são de difícil memorização.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	2	12	5	29	1	5,9	7	41	1	5,9	1	5,9	17	100	N	5,00
Turma 2	0	0	1	7,7	6	46	5	38	1	7,7	0	0	13	100	N	6,15
Turma 3	1	5,6	6	33	2	11	9	50	0	0	0	0	18	100	N	5,14
Turma 4	2	10	4	20	9	45	4	20	1	5	0	0	20	100	N	4,75
M _{Q33}	5	7	16	24	18	26	25	37	3	4	1	1	68	100	N	5,19

Taxa de Erros

Questão 34: *O aplicativo não apresenta falhas durante a execução das tarefas.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%		
Turma 1	1	5,9	1	5,9	0	0	10	59	4	24	1	5,9	17	100	P	2,79
Turma 2	1	7,7	3	23	0	0	9	69	0	0	0	0	13	100	P	4,23
Turma 3	0	0	0	0	0	0	14	78	4	22	0	0	18	100	P	1,94
Turma 4	0	0	5	25	9	45	6	30	0	0	0	0	20	100	P	4,88
M _{Q34}	2	3	9	13	9	13	39	57	8	12	1	1	68	100	P	3,43

Questão 35: *Quando ocorre uma falha eu tenho como reiniciar o aplicativo facilmente.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	13	76	0	0	3	18	0	0	0	0	17	100	P	6,76
Turma 2	2	15	9	69	1	7,7	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	7,31
Turma 3	2	11	8	44	1	5,6	6	33	1	5,6	0	0	18	100	P	5,56
Turma 4	3	15	15	75	2	10	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,63
M _{Q35}	8	12	45	66	4	6	10	15	1	1	0	0	68	100	P	6,80

Questão 36: *Quando eu recomeço o sistema por causa de uma falha, eu volto para o que estava fazendo antes facilmente.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	1	5,9	8	47	0	0	7	41	1	5,9	0	0	17	100	P	5,15
Turma 2	1	7,7	7	54	0	0	5	38	0	0	0	0	13	100	P	5,77
Turma 3	2	11	9	50	1	5,6	4	22	2	11	0	0	18	100	P	5,69
Turma 4	2	10	14	70	4	20	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,25
M _{Q36}	6	9	38	56	5	7	16	24	3	4	0	0	68	100	P	6,03

Satisfação

Questão 37: *Me sinto motivado a utilizar a plataforma no meu dia a dia.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	6	35	8	47	1	5,9	2	12	0	0	0	0	17	100	P	7,65
Turma 2	2	15	10	77	1	7,7	0	0	0	0	0	0	13	100	P	7,69
Turma 3	0	0	11	61	3	17	4	22	0	0	0	0	18	100	P	5,97
Turma 4	7	35	8	40	4	20	1	5	0	0	0	0	20	100	P	7,63
M _{Q37}	15	22	37	54	9	13	7	10	0	0	0	0	68	100	P	7,21

Questão 38: *A plataforma de permite criar textos com conforto.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	3	18	6	35	4	24	3	18	1	5,9	0	0	17	100	P	6,03
Turma 2	1	7,7	10	77	2	15	0	0	0	0	0	0	13	100	P	7,31
Turma 3	0	0	8	44	2	11	8	44	0	0	0	0	18	100	P	5,00
Turma 4	4	20	10	50	4	20	2	10	0	0	0	0	20	100	P	7,00
M _{Q38}	8	12	34	50	12	18	13	19	1	1	0	0	68	100	P	6,29

Questão 39: *A plataforma de permite criar textos com segurança.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	3	18	6	35	4	24	3	18	1	5,9	0	0	17	100	P	6,03
Turma 2	1	7,7	7	54	4	31	1	7,7	0	0	0	0	13	100	P	6,54
Turma 3	1	5,6	8	44	4	22	5	28	0	0	0	0	18	100	P	5,69
Turma 4	4	20	11	55	5	25	0	0	0	0	0	0	20	100	P	7,38
M _{Q39}	9	13	32	47	17	25	9	13	1	1	0	0	68	100	P	6,43

Questão 40: *A plataforma me permite ler texto em braille com autonomia.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	0	0	4	24	5	29	6	35	0	0	2	12	17	100	P	4,71
Turma 2	1	7,7	6	46	4	31	2	15	0	0	0	0	13	100	P	6,15
Turma 3	1	5,6	8	44	2	11	7	39	0	0	0	0	18	100	P	5,42
Turma 4	4	20	8	40	7	35	0	0	0	0	1	5	20	100	P	7,00
M _{Q40}	6	9	26	38	18	26	15	22	0	0	3	4	68	100	P	5,88

Ergonomia**Questão 41:** *As dimensões do Mouse Braille permitem seu transporte de forma satisfatória.*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	5	29	10	59	0	0	2	12	0	0	0	0	17	100	P	7,65
Turma 2	6	46	7	54	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,65
Turma 3	4	22	8	44	0	0	6	33	0	0	0	0	18	100	P	6,39
Turma 4	4	20	12	60	2	10	2	10	0	0	0	0	20	100	P	7,25
M _{Q41}	19	28	37	54	2	3	10	15	0	0	0	0	68	100	P	7,39

Questão 42: *O peso do Mouse Braille permite levá-lo a diversos ambientes*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	6	35	10	59	0	0	1	5,9	0	0	0	0	17	100	P	8,09
Turma 2	6	46	7	54	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100	P	8,65
Turma 3	2	11	10	56	0	0	6	33	0	0	0	0	18	100	P	6,11
Turma 4	6	30	13	65	0	0	1	5	0	0	0	0	20	100	P	8,00
M _{Q42}	20	29	40	59	0	0	8	12	0	0	0	0	68	100	P	7,65

Questão 43: *O formato do Mouse Braille permite a leitura de textos com conforto*

Turma	Concordo Plenamente		Concordo		Indiferente		Discordo		Discordo Plenamente		Não Marcou		TOTAL		Tipo de Questão	Nota Média
	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%	AL	%	P/N	M
Turma 1	4	24	7	41	3	18	2	12	0	0	1	5,9	17	100	P	6,91
Turma 2	3	23	9	69	1	7,7	0	0	0	0	0	0	13	100	P	7,88
Turma 3	1	5,6	7	39	4	22	4	22	2	11	0	0	18	100	P	5,14
Turma 4	3	15	12	60	2	10	3	15	0	0	0	0	20	100	P	6,88
M _{Q43}	11	16	35	51	10	15	9	13	2	3	1	1	68	100	P	6,64