

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

**APRENDENDO BRAILLE: O ENSINO DO SISTEMA
BRAILLE COM O USO DO TAGARELA**

LUCAS CAZAGRANDA

BLUMENAU
2016

LUCAS CAZAGRANDA

APRENDENDO BRAILLE: O ENSINO DO SISTEMA

BRAILLE COM O USO DO TAGARELA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. Dalton Solano dos Reis, Mestre - Orientador

BLUMENAU
2016

**APRENDENDO BRAILLE: O ENSINO DO SISTEMA
BRAILLE COM O USO DO TAGARELA**

Por

LUCAS CAZAGRANDA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
para obtenção dos créditos na disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso II pela banca
examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Dalton Solano dos Reis, Mestre – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Aurélio Faustino Hoppe, Mestre – FURB

Membro: _____
Prof^a. Joyce Martins, Mestre – FURB

Blumenau, 04 de julho de 2016

Dedico este trabalho a toda a minha família e ao meu orientador, por acreditar que a sua realização, por minhas mãos, fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho não é tão simples. Por mais que tente e me esforce para lembrar de cada pessoa que pegou no meu pé para que concluísse essa etapa, ainda fica aquele sentimento de estar esquecendo alguém.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Dalton Solano dos Reis, desde o momento de ter me aceitado como seu orientando (mesmo estando com um número considerável de orientações) até agora, na reta final. Por toda sua paciência, dedicação e empenho em orientar este trabalho mesmo não sabendo como funciona o braille, mas sempre buscando agregar mais valor às suas atividades e lutando pela facilidade de aprendizado de crianças com deficiência através de tecnologias, pensando no bem e no futuro do próximo.

Não poderia deixar de agradecer ao meu amigo mais sincero e mais próximo, Darlan Diego de Marco, amigo de toda a jornada acadêmica e além, e que seguirá para toda a vida.

À minha família, por acreditar que eu seria capaz de realizar este trabalho, mesmo me distraíndo aos finais de semana, feriados e afins.

Ao meu avô, Manoel Ribeiro de Jesus, que partiu para o plano espiritual, por todos os seus conselhos. Talvez a pessoa mais sábia que tenha conhecido. Não há palavras para descrever o tamanho da gratidão que sinto por todos os anos de convívio, todas as balinhas dadas ou furtadas, as brigas, os abraços, os sorrisos e as lágrimas.

À minha noiva, Luana Tillmann, também idealizadora deste trabalho, me orientando e puxando a orelha sempre que necessário, todo o seu carinho e sua atenção, cumplicidade e companheirismo. E, assim como minha família, por ter me trazido distrações sempre que surgia oportunidades.

Às acadêmicas do curso de Educação Especial, pelos testes e pelo retorno positivo da aplicação mesmo que no momento não sabiam, e ainda não o sabem, que era eu quem estava desenvolvendo a aplicação apresentada para elas.

E, por último e mais importante, à Deus, por me fornecer uma trajetória cheia de obstáculos, reviravoltas e contratemplos, me colocando à disposição várias provas a serem superadas e me permitindo aprender com cada tropeço, dando forças sempre que necessário para continuar. Nem mais e nem menos do que eu precisava, mas o suficiente para continuar em frente.

A experiência humana não seria tão rica e gratificante se não existissem obstáculos a superar.

Helen Keller

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do módulo braille para o aplicativo de comunicação alternativa Tagarela. O módulo tem como principal objetivo auxiliar no processo de ensino aprendizagem do Sistema Braille para pessoas normovisuais. Acredita-se que quanto mais pessoas aprendam o Sistema Braille, sejam pais, professores ou outras crianças, melhores serão as perspectivas de aprendizado para crianças com deficiência visual na fase de alfabetização, e mais conscientes se tornarão em relação à necessidade do uso do braille como principal forma de comunicação e acesso à informação. Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o PhoneGap, com as linguagens de programação HTML5, CSS e JavaScript, possibilitando a disponibilização da aplicação em várias plataformas, sendo que as principais abordadas neste trabalho são Android, iOS e web. Ao final do desenvolvimento foram realizados testes de usabilidade da aplicação juntamente com alunas da disciplina de Sistema Braille, do curso de Educação Especial da FURB, permitindo fazer uma avaliação qualitativa dos resultados obtidos. Pode-se concluir que o módulo braille ajuda não só o processo de ensino aprendizagem de forma lúdica e interativa, como também auxilia professores de Atendimento Educacional Especializado que trabalham com crianças com deficiência visual na identificação de sinais durante as atividades desenvolvidas no contexto escolar.

Palavras-chave: Deficiência visual. Sistema braille. Acessibilidade. Inclusão. PhoneGap.

ABSTRACT

This research paper presents the development of the Braille module for the alternative communication application called “Tagarela”. The module aims at assisting the teaching and learning process of the Braille System for sighted people. It is believed that the more people learn the Braille System, whether they are parents, teachers, or other children, the better the prospects of learning for visually impaired children in the literacy phase are, and the more aware they become of the need of the use of braille as a primary form of communication and access to information. To develop this research paper, PhoneGap was used with the following programming languages: HTML5, CSS and JavaScript. This allowed the release of the application on multiple platforms, and the main ones addressed in this paper are Android, iOS and web. At the end of the development, application usability tests were performed with students of the Braille System discipline, from the Special Education course at FURB, making it possible to make a qualitative assessment of the results. It could be concluded that the braille module not only helps in the teaching and learning process in a ludic and interactive way, but also helps teachers from the Specialized Educational Service who work with children with visual impairment in identifying signals during the activities developed in the school context.

Keywords: Visual impairment. Braille system. Accessibility. Inclusion. PhoneGap.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cella braille e sua representação numérica	15
Figura 2 – Representação das sete séries braille.....	16
Figura 3 – Interface do Tagarela.....	18
Figura 4 – Interface do Tagarela e utilização dos símbolos	18
Figura 5 – Interface do aplicativo Braille Tutor	20
Figura 6 – Métodos de entrada para o aplicativo Braille Tutor.....	20
Figura 7 – Lição do aplicativo Exploring Braille with Madilyn and Ruff	21
Figura 8 – Interface do aplicativo Learn Braille Alphabet.....	22
Figura 9 – Casos de uso do módulo braille	25
Figura 10 – Diagrama de classes do módulo braille.....	26
Figura 11 – Diagrama de atividades para a prática da escrita braille	28
Figura 12 – Tela inicial do módulo braille	34
Figura 13 – Apresentação dos sinais da 1ª Série braille	34
Figura 14 – Apresentação dos sinais da 2ª Série braille	35
Figura 15 – Exemplo de aplicação letra e, sinal 15.....	36
Figura 16 – Exemplo de aplicação do sinal 235, exclamação ou adição.....	36
Figura 17 – Consulta de sinais braille	37
Figura 18 – Consulta dos pontos 126 e 3, abre parênteses	38
Figura 19 – Praticando o braille, informando o ponto 24, corresponde ao i	39
Figura 20 – Prática braille, primeira sequência de sinais aleatória para a palavra passarinho	39
Figura 21 – Prática braille, segunda sequência de sinais aleatória para a palavra passarinho	40
Figura 22 – Texto braille utilizado para transcrição.....	41
Figura 23 – Questionário: Importância do aprendizado do Sistema Braille por pessoas normovisuais.....	42
Figura 24 – Questionário: Facilidade de uso do aplicativo	42
Figura 25 – Questionário: Utilização de tecnologias para o aprendizado do Sistema Braille..	43
Figura 26 – Questionário: Utilização de recursos visuais dinâmicos.....	43
Figura 27 - Questionário: Avaliação do aplicativo.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre os trabalhos correlatos	23
Quadro 2 – Alteração do estado do ponto da cela braille	29
Quadro 3 – Binarização dos pontos da cela braille	30
Quadro 4 – Identificação do sinal braille após binarização dos pontos da cela	31
Quadro 5 – Identificação do sinal da PRÁTICA BRAILLE e substituição do ponto de interrogação	32
Quadro 6 – Método <code>GetNovaPalavraBraille</code>	32
Quadro 7 – Comparativo entre os trabalhos correlatos	44
Quadro 8 – UC01: Visualizar séries braille	50
Quadro 9 – UC02: Navegar entre as séries braille	50
Quadro 10 – UC03: Apresentar a representação em tinta do sinal braille	51
Quadro 11 – UC04: Visualizar exemplo de aplicação de um sinal	51
Quadro 12 – UC05: Destacar o sinal em braille e em tinta no exemplo de aplicação	51
Quadro 13 – UC06: Consultar sinais braille	52
Quadro 14 – UC07: Praticar escrita braille através de atividades de memorização	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.2 ESTRUTURA.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 SISTEMA BRAILLE	15
2.2 TAGARELA.....	17
2.3 TRABALHOS CORRELATOS	19
2.3.1 Braille Tutor	19
2.3.2 Exploring Braille with Madilyn and Ruff	20
2.3.3 Learn Braille Alphabet	21
2.4 SEÇÃO COMPARATIVA DE TRABALHOS CORRELATOS	22
3 DESENVOLVIMENTO	24
3.1 REQUISITOS.....	24
3.2 ESPECIFICAÇÃO	24
3.2.1 Casos de Uso	25
3.2.2 Diagrama de Classes	25
3.2.3 Diagrama de Atividades	27
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	29
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	29
3.3.2 Transcrição dos pontos de celas braille.....	29
3.3.3 Escolha e configuração das palavras para PRÁTICA BRAILLE.....	32
3.3.4 Operacionalidade da implementação	33
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
3.4.1 Teste com utilização da aplicação.....	40
3.4.2 Comparação entre o trabalho desenvolvido e os trabalhos correlatos	44
4 CONCLUSÕES	46
4.1 EXTENSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS CASOS DE USO, CENÁRIOS E FLUXOS ALTERNATIVOS	50
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TAGARELA BRAILLE	53

1 INTRODUÇÃO

A leitura e escrita sempre fizeram parte das atividades do ser humano. Ribeiro, Chagas e Pinto (2007) afirmam que até meados do século XV a comunicação escrita era uma prática social bem estabelecida, mesmo já sendo utilizada há pelo menos dois mil anos. As pessoas preocupavam-se em preparar e reproduzir, por exemplo, através da técnica de copiar a mão, os livros existentes. Monteiro (2001) destaca que “a escrita foi, sem dúvida, uma das tecnologias de comunicação mais importantes para o progresso da humanidade e para o desenvolvimento do conceito de comunicação de massa. Sem ela, provavelmente, a história das grandes civilizações do mundo estaria perdida.” Entretanto, essa prática, no início, além de demorada, ficava restrita apenas às pessoas com alto poder aquisitivo.

“Foi por volta de 1450 que Gutenberg inventou a prensa de tipos móveis. Com esse invento, tornou-se possível imprimir milhares de cópias idênticas de panfletos e livros.” (RIBEIRO; CHAGAS; PINTO, 2007, p. 31). Essa invenção levou um grande número de pessoas a se interessar pela leitura e, conseqüentemente, tendo acesso à informação, ampliar seus conhecimentos. Segundo Tillmann (2013, p. 31-32), “a capacidade de ler proporciona ao indivíduo uma independência social, visto que ele possui autonomia e liberdade para escolher suas leituras e, dessa forma, adquire acesso ao conhecimento, através do seu livre arbítrio”.

Com o passar dos anos, a escrita evoluiu, porém, as pessoas cegas ficaram restritas à comunicação oral. “Somente a partir da invenção do Sistema Braille em 1825 e da sua publicação oficial em 1829, pelo jovem cego francês Louis Braille, [...], as pessoas cegas tiveram acesso a um sistema de leitura e escrita adaptado às suas necessidades.” (TILLMANN, 2013, p. 36), dando às pessoas com deficiência visual uma nova perspectiva de acesso à informação e ao conhecimento.

Atualmente, o Sistema Braille, como é conhecido, possui a mesma configuração publicada e desenvolvida por Louis Braille. Com o tempo, a escrita braille começou a ser utilizada em pequenas escalas, com a impressão de panfletos e poucos livros, e, atualmente, pode-se observar a utilização desta em embalagens de produtos e mídias. Contudo, esse sistema continua sendo de conhecimento de um grupo seleto de pessoas que necessitam de sua utilização como meio de informação e comunicação. Machado (2011) mostra exatamente esta realidade, ao afirmar que, em um questionário realizado com professores, ficou evidente o desconhecimento e o não reconhecimento do Sistema Braille como um sistema de leitura e escrita.

Esse desconhecimento reflete-se também no processo de alfabetização de crianças com deficiência visual. Atualmente, muitos pais e professores deixam que esse conhecimento se limite apenas ao professor de Atendimento Educacional Especializado que atende a criança com deficiência visual no contexto escolar. Isso faz com que a criança fique limitada a apenas uma pessoa, que possa lhe auxiliar no seu desenvolvimento.

Seguindo no contexto da educação especial, é possível encontrar facilmente aplicações que auxiliam nesse processo, sejam para a comunidade, pais, educadores ou crianças. Atualmente, na FURB, sob orientação do professor Dalton Solano dos Reis, diversos acadêmicos têm trabalhado com o desenvolvimento do Tagarela, uma ferramenta inicialmente criada para auxiliar crianças com dificuldades de comunicação. Com o passar do tempo o escopo do Tagarela foi incrementado, ampliando sua abrangência, para atender não só na comunicação dessas crianças, como também para o desenvolvimento dela com jogos e atividades. Existem alguns projetos em andamento para sua ampliação e promover a interação com Libras, a Língua Brasileira de Sinais, dentro do aplicativo.

Desta forma, este trabalho tem o intuito de ampliar o Tagarela incrementando um novo módulo ao aplicativo, possibilitando, por meio de guias e atividades, tomar conhecimento de como funciona o Sistema Braille. Considera-se que ao interagir de forma prazerosa com um aplicativo interativo que apresente a simbologia braille, as pessoas não conhecedoras do referido código estreitarão sua relação com as pessoas cegas, contribuindo, assim, com a difusão do Sistema Braille, sua aceitação e disponibilidade, ampliando, dessa forma, a acessibilidade comunicacional e interpessoal das pessoas cegas.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo a criação de um módulo de jogos para o Tagarela, que possibilite, através de guias e atividades lúdicas, aprender como funciona o Sistema Braille.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) propiciar ao usuário conhecer os sinais e séries do Sistema Braille;
- b) propiciar ao usuário um ambiente para consulta de sinais braille em caso de dúvidas no processo de transcrição;
- c) proporcionar ao usuário praticar a escrita braille através de atividades de interação.

1.2 ESTRUTURA

Este trabalho está organizado em quatro capítulos, para melhor visualização do trabalho desenvolvido. Assim, dando início, o capítulo um apresenta uma breve introdução ao

tema, os objetivos e a estrutura completa do trabalho. O capítulo dois descreve com embasamento teórico a fundamentação para a elaboração e desenvolvimento do trabalho, necessários para um melhor entendimento sobre o tema. O capítulo três apresenta o desenvolvimento do aplicativo, contemplando seus requisitos e especificação com casos de uso, diagramas de classe e de atividades. Neste capítulo também são apresentadas as ferramentas utilizadas para implementação e testes, resultados obtidos e discussões. Por fim, o capítulo quatro refere-se à conclusão do presente trabalho e sugestões de extensão para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

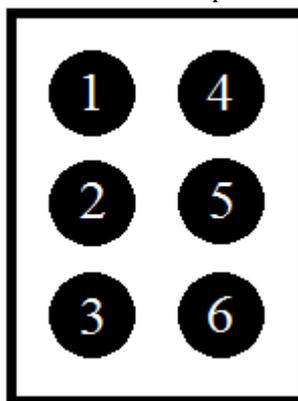
Esta seção foi separada em quatro subseções para detalhar melhor algumas das características abordadas ao longo do desenvolvimento do trabalho. Na seção 2.1 discorre-se sobre a criação e o funcionamento do Sistema Braille, objeto de estudo de maior interesse para a realização deste trabalho. Já a seção 2.2 descreve o Tagarela, ao qual será incorporado um novo módulo. A seção seguinte, 2.3, traz alguns trabalhos correlatos e suas características mais relevantes. Por fim, a seção 2.4 faz uma comparação entre os trabalhos correlatos abordados e suas características mais relevantes.

2.1 SISTEMA BRAILLE

O Sistema Braille é um código universal de escrita e leitura tátil, utilizado em geral por pessoas cegas. Segundo Tillmann (2013), a combinação de seis pontos em relevo justapostos resulta em sessenta e três símbolos gráficos, que podem representar todas as formas existentes de caracteres. Entretanto, alguns estudiosos e técnicos desse método consideram a existência de sessenta e quatro sinais, por compreenderem a ausência dos seis pontos como um sinal, o espaço em branco.

O espaço que delimita cada um dos caracteres em braille chama-se cela ou célula braille. A Figura 1 apresenta a representação gráfica da cela braille com as suas respectivas numerações, na qual os seis pontos são distribuídos em duas colunas verticais e são denominados por uma sequência numérica de 1 a 6.

Figura 1 – Cela braille e sua representação numérica



Fonte: Tillmann e Pottmeier (2014, p. 7).

A leitura através do Sistema Braille é realizada da esquerda para a direita e de cima para baixo, igual ao sistema de escrita alfabética latina. Indica-se que a leitura seja feita com movimentos simultâneos das duas mãos, porém há diversas pessoas com estilos de leitura diferentes. Segundo Tillmann e Pottmeier (2014, p. 7), “as pessoas que enxergam conhecedoras desse sistema, raramente efetuam a leitura tátil, mas sim, realizam a leitura

visual, o que é justificável, visto que, na sua maioria, não possuem a mesma sensibilidade e discriminação do tato que as pessoas cegas”. Ou seja, tais pessoas apresentam potencialidades para se tornarem leitores e escritores do código Braille, mesmo que enxerguem normalmente.

Todavia, julga-se intrigante o interesse de pessoas normovisuais em aprender esse método de leitura tátil e escrita pontográfica. Ao desenvolver-se um jogo que tem o objetivo de ensinar o Sistema Braille pela via visual e interativa, pretende-se ampliar o leque de cidadãos civis conhecedores do código e, até, instigar a formação de possíveis profissionais que atuarão nessa área.

Os sessenta e três sinais braille estão divididos em sete séries, conforme mostra a Figura 2, denominadas por Ordem Braille, cuja:

[...] primeira série apresenta dez sinais superiores, que utilizam somente os quatro pontos superiores da cela braille, pontos 1, 2, 4, 5; e servem de base para as segunda, terceira e quarta série, bem como, de modelo para a quinta. A segunda série corresponde a mesma sequência da primeira, acrescentando-se o ponto 3. Na terceira, usando a primeira de base, acrescenta-se os pontos 3, 6. E na quarta série, somente o ponto 6 é acrescentado à combinação da primeira. Já na quinta série, os sinais da primeira são reproduzidos formalmente rebaixados, isto é, utilizam-se os pontos da parte inferior da cela braille, pontos 2, 3, 5, 6. A sexta série possui apenas seis sinais e utiliza na combinação para a sua formação somente os pontos 3, 4, 5, 6. E, por fim, a sétima série é composta de sete sinais, que utilizam somente a coluna da direita da cela braille, na qual estão os pontos 4, 5, 6. A sequência desta, determina-se somente pela memorização dos pontos. (TILLMANN; POTTMEIER, 2014, p. 8)

Figura 2 – Representação das sete séries braille

1ª Série	•	••	•••	••••	•••••	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
2ª Série	••	•••	••••	•••••	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••
	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
3ª Série	•••	••••	•••••	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••	••••••••••••
	u	v	x	y	z	ç	é	á	è	ú
4ª Série	••••	•••••	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••	••••••••••••	•••••••••••••
	â	ê		ô	@	à	ï	ü	õ	w
5ª Série	•••••	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••	••••••••••••	•••••••••••••	••••••••••••••
	,	;	:	÷	?	+!	=	"x	*	°
6ª Série	••••••	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••	••••••••••••	•••••••••••••	••••••••••~	•••••••••••
	í	ã	ó	nº	.	-				
7ª Série	•••••••	••••••••	•••••••••	••••••••••	•••••••••••	••••••••••~	••••••••••••	•••••••••••••	••••••••••••••	•••••••••••••••
						§				

A grafia braille segue as mesmas normas ortográficas e de pontuação da língua em que o usuário está inserido. Entretanto, referindo-se à língua portuguesa, devido às suas especificidades, o escritor Braille usa a norma ortográfica convencional para esta língua. Por exemplo, os algarismos numéricos são representados com a utilização dos dez sinais braille da primeira série, antecedidos do sinal de número, composto pelos pontos 3456. Essa representação com a utilização da primeira série possui dois significados para cada símbolo. Quando precedidos do sinal de número, representam os números do 1 ao 0. E quando não, representam as letras do a ao j.

Há ainda, sinais braille que utilizam mais de um símbolo para sua representação, chamados de sinais compostos. Por exemplo, o sinal de travessão, utiliza em sua composição a repetição do sinal de hífen duas vezes, representada pelos pontos 36.

A partir desses dados, depreende-se que o Sistema Braille é um código lógico que possui inúmeras peculiaridades. Entretanto, seu aprendizado torna-se fácil quando o indivíduo compreende que este, em vez de ser formado por linhas que compõem as letras do alfabeto latino – o qual utiliza-se na língua portuguesa –, é formado por pontos, cujas diferentes combinações representam as mesmas letras, com os mesmos significados, porém, em outro código de escrita. Por isso que a terminologia correta a ser empregada é transcrição braille, pelo fato de apenas ser trocado a forma de registro.

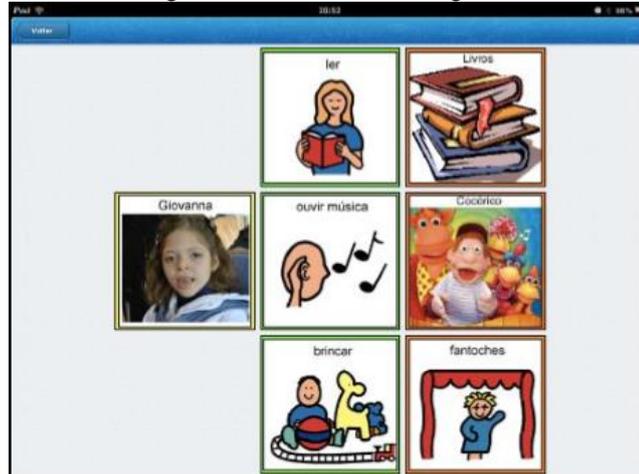
2.2 TAGARELA

O Tagarela é um aplicativo de Comunicação Alternativa (CA) que iniciou como um projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Universidade Regional de Blumenau (FURB). Seu objetivo, segundo Tagarela (2014), é promover o desenvolvimento da comunicação de pessoas com deficiência ou com alguma limitação fonoarticulatória. Através de três perfis distintos denominados de “Especialista”, “Tutor” e “Paciente”, o aplicativo busca facilitar a troca de experiências entre as pessoas envolvidas no processo e acompanhar a evolução dos símbolos utilizados pelo paciente.

Em dois TCCs elaborados em semestres diferentes, foram desenvolvidas duas versões para o Tagarela. A Figura 3 mostra a interface gráfica da primeira versão, desenvolvida para iOS por Fabeni (2012). A Figura 4 mostra a interface gráfica da segunda versão, desenvolvida para Android por Marco (2014), onde a Figura 4(a) mostra a tela de abertura do Tagarela e a Figura 4(b) mostra as pranchas de comunicação com as atividades a serem trabalhadas com o usuário. O trabalho desenvolvido por Fabeni (2012, p. 17) tinha por objetivo proporcionar um ambiente para auxiliar a comunicação alternativa de pessoas com deficiência, com

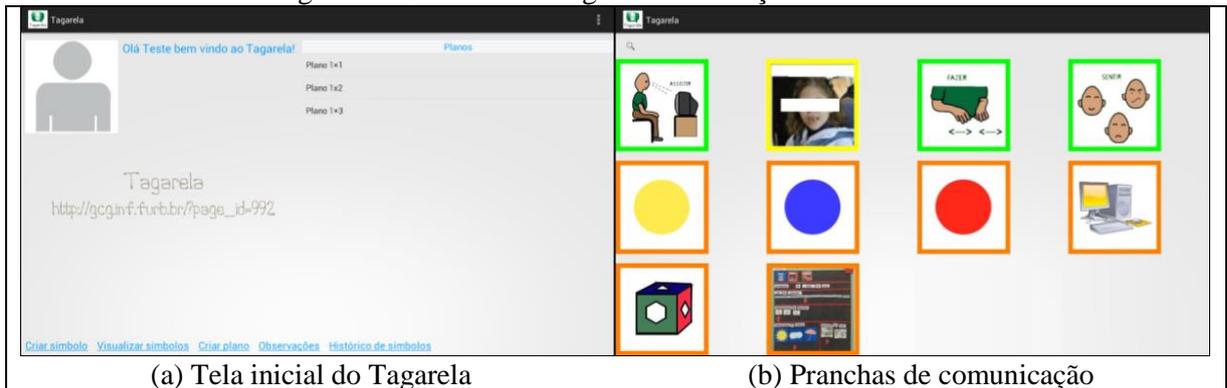
interferências na sua comunicação, e crianças em fase de alfabetização, utilizando os recursos de imagens e áudio disponíveis na plataforma iOS. Já o trabalho desenvolvido por Marco (2014, p. 16) tinha por objetivo desenvolver as funções já existentes na primeira, utilizando os recursos de multimídia disponibilizados pela plataforma Android.

Figura 3 – Interface do Tagarela



Fonte: Fabeni (2012, p.79).

Figura 4 – Interface do Tagarela e utilização dos símbolos



(a) Tela inicial do Tagarela

(b) Pranchas de comunicação

Fonte: Marco (2014, p. 59-60).

No Tagarela é possível configurar planos com as pranchas de comunicação de acordo com as atividades que o especialista e o tutor irão utilizar para interagir com o usuário. Os planos elaborados contêm as atividades com as quais o usuário irá se envolver. Cada uma das pranchas de comunicação possui um conjunto de no máximo 9 símbolos, que podem ser configurados dentro do aplicativo. Esses símbolos podem ser formados por imagens e áudios, de tal forma que, ao utilizar um dos símbolos da prancha, o aplicativo reproduz um áudio associado à imagem.

Posteriormente, mais dois TCCs, desenvolvidos por Reetz (2013) e Maciel (2015), respectivamente, incorporaram ao Tagarela um módulo de jogos. Em outro TCC, foi desenvolvida por Wippel (2015) uma nova versão para o Tagarela, utilizando o PhoneGap, para integrar as versões já existentes em um único *framework* e disponibilizá-lo nas

plataformas iOS, Android e web, buscando minimizar o tempo de desenvolvimento e centralizar o código em um mesmo ambiente. Porém, nesta primeira fase de migração do Tagarela para o PhoneGap, somente a parte das pranchas de comunicação alternativa foi contemplada. Em uma segunda fase o módulo de jogos também será incorporado ao PhoneGap, com os jogos desenvolvidos.

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

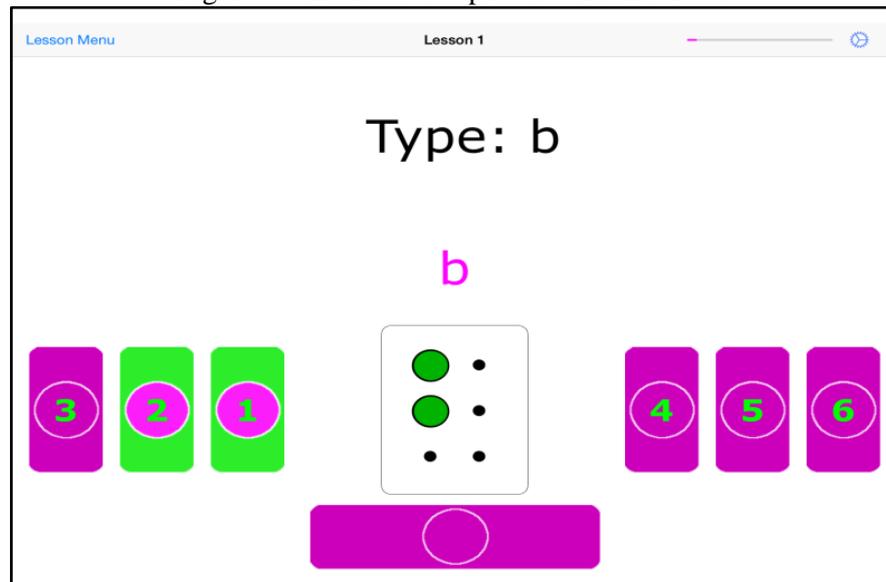
Durante as pesquisas foi possível encontrar alguns sistemas que mostravam a utilização do braille. Em contrapartida, pouco se faz em relação ao ensino do Sistema Braille, nenhuma técnica ou didática é abordada para que os usuários destes aplicativos aprendam esse código somente com a sua utilização. A seguir estão descritos: o Braille Tutor (IENABLE, 2014), o Exploring Braille with Madilyn and Ruff (KLECK, 2014a) e o Learn Braille Alphabet (CHEN, 2012).

2.3.1 Braille Tutor

O Braille Tutor é um aplicativo para iOS e funciona exclusivamente no iPad, desenvolvido pela empresa iEnable – Technology Solutions and Consultancy. O aplicativo ensina o Sistema Braille com foco para o ensino de deficientes visuais, através de lições classificadas por níveis. Como descrito por iEnable (2014), as lições são navegáveis, sendo a lição de nível um (Figura 5) a mais fácil e simples. Conforme progride, a dificuldade da escrita braille aumenta, com a inclusão de caracteres especiais e símbolos pertinentes à escrita, como a vírgula, ponto e vírgula, ponto de exclamação e interrogação, entre outros, e posteriormente, com a utilização de frases completas.

Como relatado por iEnable (2014), o aplicativo se mostrou eficiente na utilização com seus alunos, pela facilidade e o avanço das lições. Porém, o professor de braille apontou melhorias a serem realizadas quanto ao método de ensino, pois as pontuações de texto entram nas lições sem uma prévia introdução para mostrar como são, como se apresentam estes símbolos e a composição de pontos dentro da cela braille.

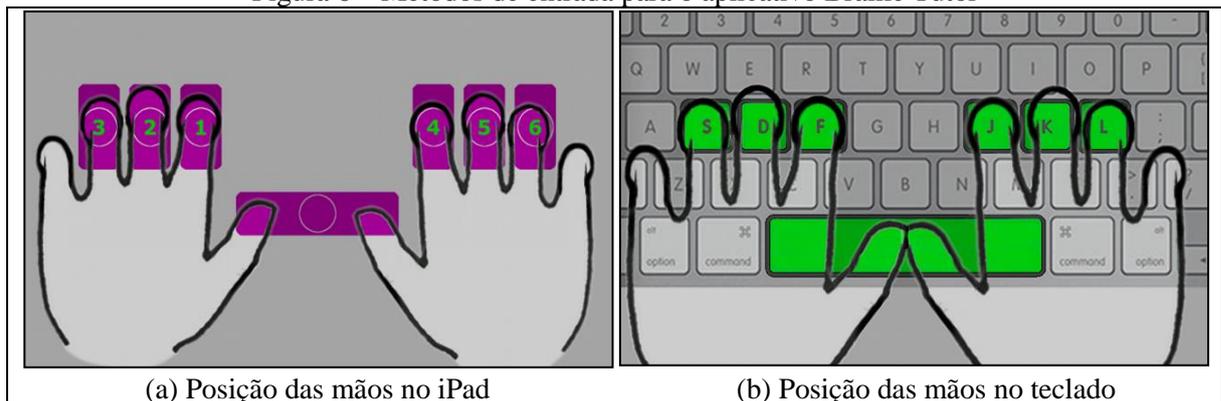
Figura 5 – Interface do aplicativo Braille Tutor



Fonte: iEnable (2014).

O aplicativo utiliza sons e *text-to-speech* (TTS) para a interação com deficientes visuais. Como meio de entrada, pode-se utilizar diretamente o *touch* do iPad ou um teclado externo, utilizando as teclas S, D, F, J, K, L e Espaço. A Figura 6(a) mostra o posicionamento das mãos ao utilizar o *touch* do iPad e a Figura 6(b) mostra o posicionamento das mãos ao utilizar o teclado. O aplicativo possui um menu de configuração que possibilita aos usuários alterar a interface de acordo com suas necessidades específicas, procurando atender a usuários cegos ou com baixa visão.

Figura 6 – Métodos de entrada para o aplicativo Braille Tutor



Fonte: iEnable (2014).

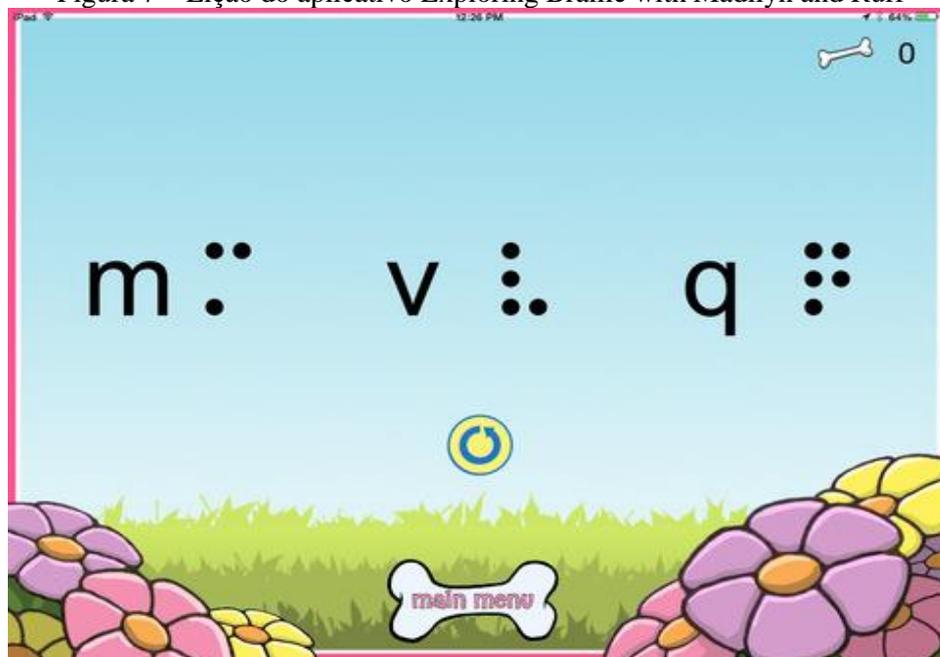
2.3.2 Exploring Braille with Madilyn and Ruff

Exploring Braille with Madilyn and Ruff é um aplicativo para iOS e funciona somente no iPad, desenvolvido por Hillary Kleck. O aplicativo foi criado para introduzir as crianças, com classificação etária entre quatro e dez anos, com deficiência visual no alfabeto braille através de uma abordagem divertida e interativa (KLECK, 2014a). Madilyn, uma menina

cega, e Ruff, seu cão, são personagens do aplicativo e participam das lições de ensino, interagindo com a criança e estimulando seu aprendizado. O diferencial deste aplicativo são as imagens coloridas e áudios utilizados, o que o torna atrativo e prende a atenção, não somente de crianças como também de qualquer pessoa que tenha interesse em aprender este sistema.

Segundo Kleck (2014a, tradução nossa), “este aplicativo apresenta dois métodos de ensino para ministrar todas as 26 letras e dois modos de questionário de avaliação das competências de leitura e escrita da criança”. O aplicativo pode ser configurado para apresentar a simbologia braille e o alfabeto em tinta para uma melhor assimilação dos dois métodos de escrita, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Lição do aplicativo Exploring Braille with Madilyn and Ruff



Fonte: Kleck (2014a).

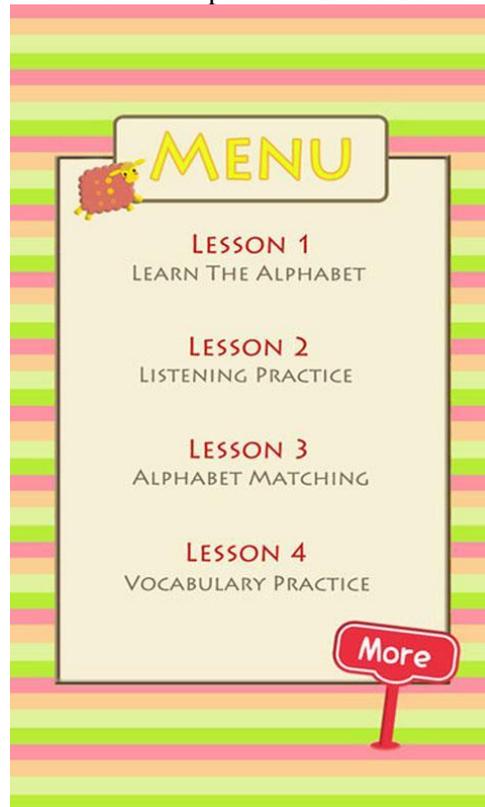
Todas as lições são navegáveis para que não haja necessidade de repeti-las sempre que se usa o aplicativo e para que, assim que o usuário se sinta mais familiarizado com o braille, possa passar para as lições mais difíceis quando sentir necessidade e capacidade para isso. Kleck (2014b) orienta fazer uma ligação das lições aprendidas no aplicativo com objetos no mundo real, inserindo etiquetas de identificação em braille nos objetos para que a criança possa fazer uma associação entre a simbologia braille e o modelo físico desta representação.

2.3.3 Learn Braille Alphabet

O Learn Braille Alphabet é um aplicativo para Android, desenvolvido pela empresa LearningSheep. O aplicativo ensina o alfabeto braille através de um jogo interativo com uma

interface com várias animações. De acordo com Chen (2012), o aplicativo possui quatro lições para aprendizado do alfabeto braille, sendo a primeira a aprendizagem dos 26 caracteres do alfabeto, a segunda, as correspondências do alfabeto arábico com o alfabeto braille. Já a terceira, uma prática de memorização com um jogo da memória, na qual o usuário deve relacionar um símbolo braille com um símbolo alfabético e, por fim, a quarta lição, a prática do vocabulário em braille.

Figura 8 – Interface do aplicativo Learn Braille Alphabet



Fonte: Chen (2012).

2.4 SEÇÃO COMPARATIVA DE TRABALHOS CORRELATOS

O Quadro 1 apresenta de forma comparativa algumas características observadas nos trabalhos correlatos, abordados na seção anterior.

Quadro 1 – Comparativo entre os trabalhos correlatos

Características / Trabalhos Correlatos	iEnable (2014)	Kleck (2014)	Chen (2012)
plataformas suportadas	iOS (iPad)	iOS (iPad)	Android
interface intuitiva e atraente, utilização de cores e imagens		X	X
lições com letras do alfabeto	X	X	X
lições com palavras e frases	X		X
consulta de sinais braille	X		
possui jogos de interação com a simbologia braille e em tinta			X
desenvolvimento com foco em pessoas com deficiência	X	X	

Como se pode observar através dos dados do Quadro 1, a técnica mais comum utilizada para o aprendizado do Sistema Braille é a memorização da simbologia para cada símbolo do alfabeto. Algumas atividades utilizadas dentro dos aplicativos estimulam o raciocínio, interagindo ludicamente com o usuário e melhorando a aprendizagem. A utilização de cores fortes e imagens também fornecem uma melhor interação entre o usuário e a aplicação, agindo como um facilitador para o aprendizado.

Um ponto a ser observado é que as aplicações apresentadas são desenvolvidas para dispositivos com telas maiores, como os tablets. Aplicações para iPhone e smartphones são mais difíceis de serem encontradas devido a esta limitação. Existem outros aplicativos para o ensino do Sistema Braille para estes dois dispositivos, que não foram abordadas nos trabalhos correlatos, pela simplicidade das aplicações que geralmente figuram em telas de fundo preto com a apresentação da simbologia braille de modo sequencial e sem a interação ou algum tipo de atividades com o usuário.

Todos os trabalhos correlatos apresentados podem ser utilizados facilmente por usuários normovisuais. Porém, dentre os trabalhos correlatos, somente as aplicações desenvolvidas por iEnable e Kleck são acessíveis e foram elaboradas para pessoas com deficiência visual.

3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo são abordadas as etapas de desenvolvimento do módulo braille para o Tagarela. A primeira seção apresenta os requisitos funcionais e não funcionais abordados. A segunda seção mostra a especificação através de diagramas da *Unified Modeling Language* (UML). A terceira seção apresenta os detalhes da implementação, com trechos de código mais relevantes ao funcionamento do módulo braille. E, por fim, na quarta seção são discutidos os resultados deste trabalho.

3.1 REQUISITOS

Em seguida estão listados os requisitos para a criação do módulo braille do Tagarela. Têm-se requisitos para implementação e funcionalidades do módulo, que estão categorizados em Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF):

- a) permitir ao usuário visualizar os sinais da escrita braille em séries separadas (RF);
- b) apresentar a representação em tinta de cada sinal braille (RF);
- c) permitir ao usuário visualizar um exemplo de aplicação para os sinais de cada série (RF);
- d) destacar o sinal que está sendo visualizado no exemplo de aplicação (RF);
- e) permitir ao usuário navegar entre as séries (RF);
- f) permitir ao usuário consultar sinais braille, informando pontos de entrada, retornando sua correspondência em tinta (RF);
- g) permitir ao usuário a interação com o aplicativo através de atividades de memorização dos sinais braille (RF);
- h) utilizar as mesmas características visuais que o Tagarela (RNF);
- i) ser desenvolvido utilizando o PhoneGap, com utilização das linguagens HTML5, JavaScript e CSS (RNF);
- j) permitir utilização em dispositivos Android, iOS e web (RNF).

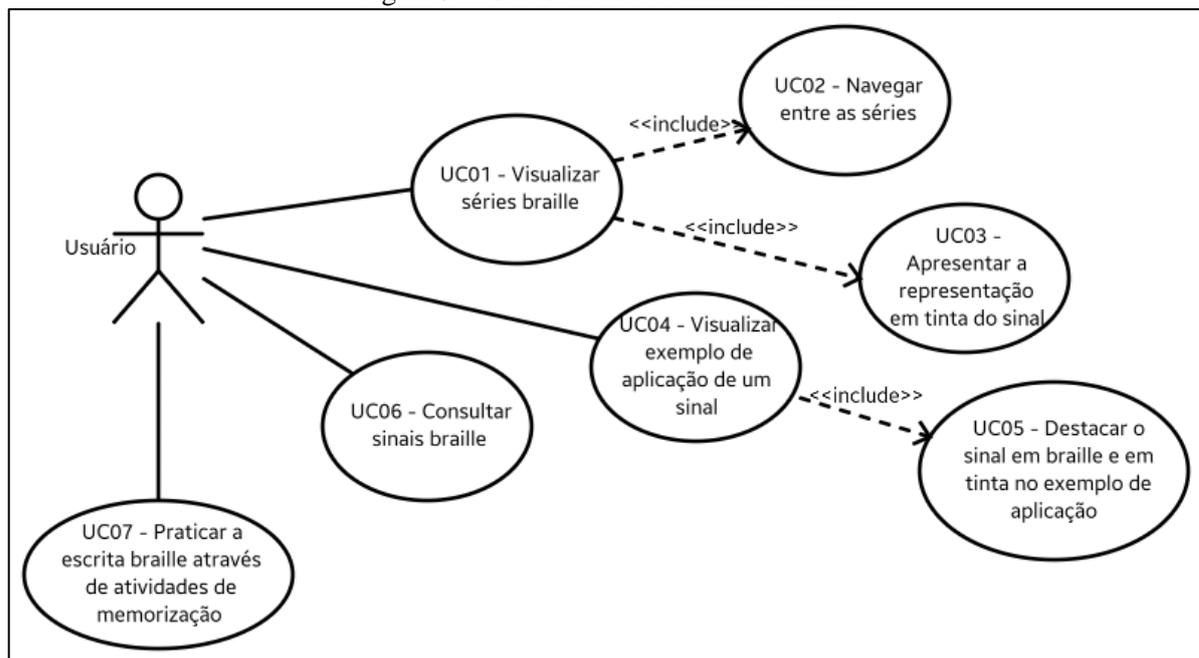
3.2 ESPECIFICAÇÃO

Para a especificação deste trabalho foram utilizados diagramas da UML. Os casos de uso são apresentados através de um diagrama de casos de uso, seguido de suas respectivas descrições, na seção 3.2.1. A seguir, na seção 3.2.2 é apresentado o diagrama de classes do módulo. Por fim, na seção 3.2.3, tem-se o diagrama de atividades da funcionalidade para a prática da escrita braille.

3.2.1 Casos de Uso

Nesta seção é apresentado o diagrama de casos de uso do módulo braille e também a descrição dos cenários de cada requisito especificado. Para a especificação é utilizado apenas um ator, que interage com todos os casos de uso. A Figura 9 apresenta os casos de uso, lembrando que, diferente do Tagarela, para o módulo braille não é necessário login ou realizar algum passo anterior para a sua utilização, como o cadastramento de sinais, figuras, áudios, vídeos, entre outros.

Figura 9 – Casos de uso do módulo braille

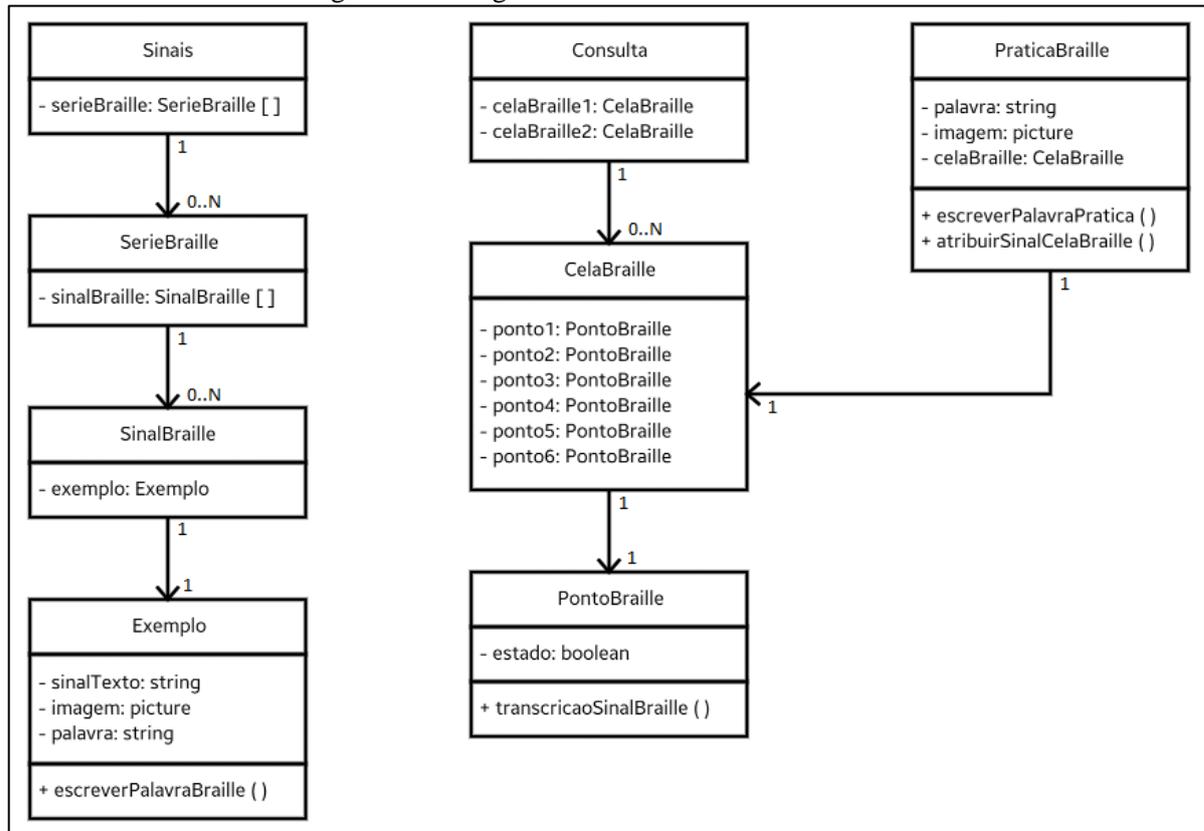


Os diagramas acima foram desenvolvidos com base no padrão UML de especificação utilizando a ferramenta DrawExpress. Foi criado pelo menos um cenário para cada caso de uso acima representado e este foi vinculado a no mínimo um requisito funcional. As descrições dos *Use Cases* (UC), cenários, fluxos alternativos e exceções podem ser vistas no Apêndice A.

3.2.2 Diagrama de Classes

A seguir é apresentado o diagrama de classes que compõem o módulo e seus relacionamentos, retratados pela Figura 10. Como as linguagens utilizadas no desenvolvimento da aplicação não possuem classes, apenas objetos, cada um dos arquivos da aplicação foram retratados como um objeto, com o intuito de organizar a estrutura da aplicação e auxiliar na visualização dos requisitos especificados de maneira simplificada.

Figura 10 – Diagrama de classes do módulo braille



A primeira classe representada é a *Sinais*. Esta classe contém um conjunto de objetos do tipo *SerieBraille*, onde são armazenadas todas as sete séries braille e os seus sinais. A *SerieBraille*, por sua vez, possui um conjunto de objetos da classe *SinalBraille*, representando cada um dos sinais que a série contém, que podem variar de 6 a 10 sinais. Por fim, a classe *SinalBraille* tem relacionamento com a classe *Exemplo*, que contém cada um dos exemplos de aplicação para o seu respectivo sinal. O método *escreverPalavraBraille*, da classe *Exemplo*, é onde a *palavra* é escrita na aplicação para que se possa visualizar a sua representação em braille em tinta e em braille. Essa conversão é feita letra a letra, inserindo o elemento textual e o elemento em braille. Essa forma de conversão possibilita comparar se a letra/sinal que está sendo escrito no momento corresponde ao mesmo sinal do exemplo de aplicação, e, em caso afirmativo, o método *escreverPalavraBraille* faz uma diferenciação do sinal para diferenciá-lo dos demais sinais que serão apresentados.

A seguir, a classe *Consulta* possui dois objetos do tipo *CelaBraille*, que são utilizados para a identificação de sinais simples ou compostos. Cada *CelaBraille* possui seis objetos do tipo *PontoBraille*. O *PontoBraille* possui apenas um *estado* para identificar se esse ponto está marcado ou desmarcado. A cada modificação do estado dos pontos da *CelaBraille*, o método *transcricaoSinalBraille* é acionado, verificando todos os pontos e

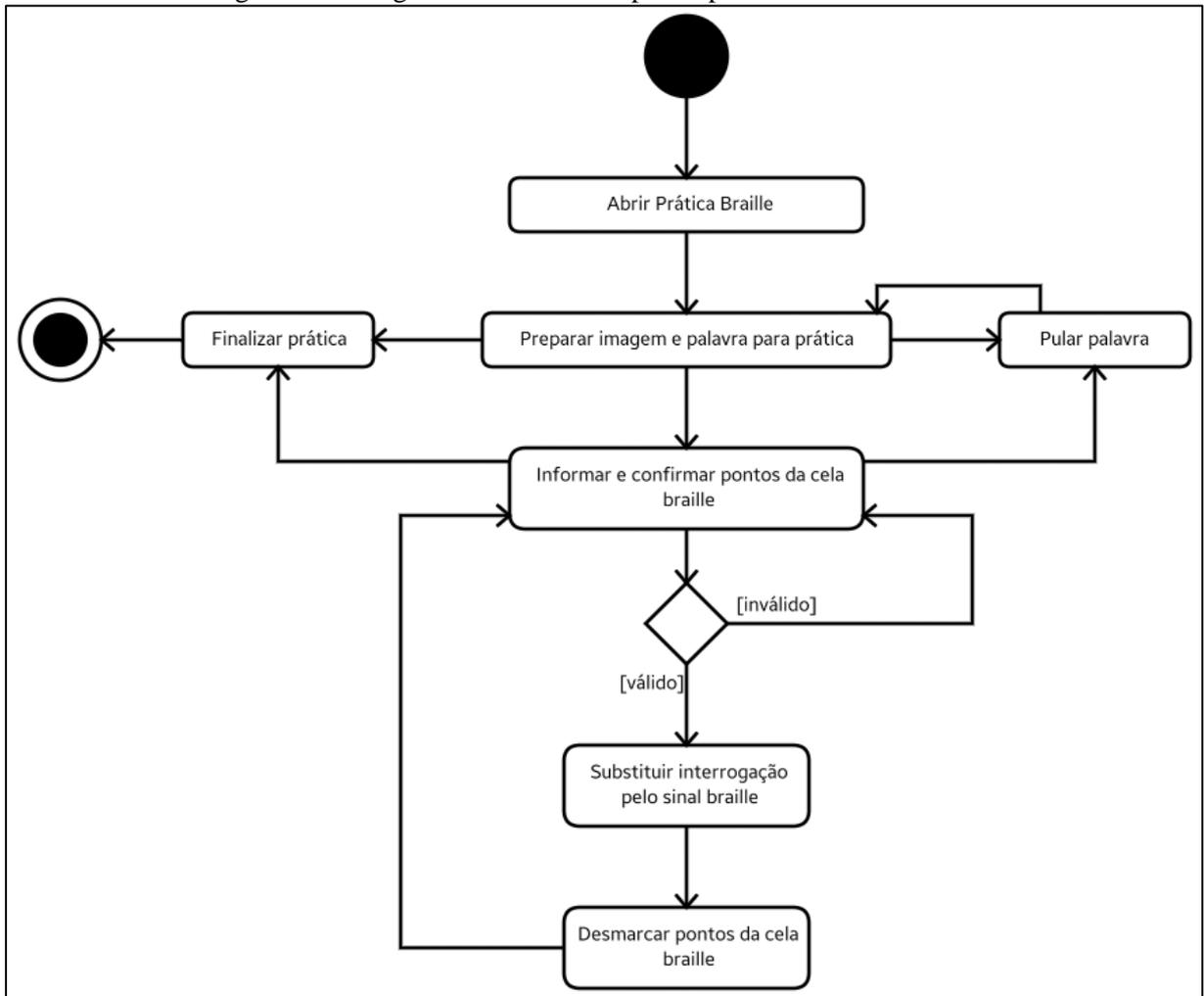
identificando o novo sinal. Neste mesmo método, para os sinais que não possuem representação textual, mas fazem parte da escrita braille, é apresentado apenas o seu significado. Por exemplo, para o sinal de letras maiúsculas que não possui representação em tinta, o método retorna apenas uma descrição do seu significado. Quando o sinal validado não faz parte da escrita braille, o método retorna apenas uma descrição informativa de que o sinal não possui correspondência.

Por último, a classe `PraticaBraille`, é responsável pelas atividades de interação com o usuário. Essa classe possui um relacionamento com a classe `CelaBraille`. Ao iniciar uma atividade, o método `escreverPalavraPratica` é acionado. Neste método, uma palavra é sorteada (das palavras existentes na aplicação), alterando a imagem atual para a imagem correspondente à palavra sorteada. Em seguida, essa palavra é escrita em tinta e em braille, letra a letra. A letra com representação em tinta é escrita normalmente, mas a sua representação em braille é aleatoriamente escolhido para ser apresentado normalmente, ou apresentar um ponto de interrogação no local do sinal. Os pontos de interrogação fazem parte da atividade de interação, onde o usuário deverá utilizar a cela braille para substituir o ponto de interrogação pelo sinal braille correspondente. Por último, cada vez que um sinal braille é confirmado na atividade, o método `atribuirSinalCelaBraille` é chamado. Nesse método, verifica-se o estado dos pontos da `CelaBraille`, fazendo a sua transcrição e analisando se o sinal corresponde ao que deveria estar no lugar do ponto de interrogação. Em caso afirmativo, a interrogação é removida e o sinal braille é adicionado, e destacando-se o sinal informado dos demais sinais.

3.2.3 Diagrama de Atividades

O diagrama de atividades, apresentado na Figura 11, demonstra a utilização da funcionalidade implementada para a prática da escrita braille.

Figura 11 – Diagrama de atividades para a prática da escrita braille



Ao entrar na PRÁTICA BRAILLE, a aplicação apresenta uma imagem, a palavra em tinta e a palavra em braille, com alguns dos sinais substituídos por pontos de interrogação. Quando o usuário informar os pontos na cela braille e confirmar a ação, o sistema irá validar o sinal informado.

Caso seja um sinal válido e esperado para a atividade, o ponto de interrogação será substituído pelo sinal braille. A seguir, todos os pontos da cela braille são automaticamente desmarcados para que o usuário possa informar o próximo sinal braille. Caso o sinal informado seja inválido para o prosseguimento da atividade, a aplicação continuará aguardando o usuário informar o sinal correto.

A qualquer momento, caso o usuário deseje, poderá pular a palavra atual sugerida pela aplicação, fazendo com que uma nova imagem e palavra sejam apresentadas para a atividade. O usuário poderá também finalizar a prática da escrita braille, conduzindo a aplicação para o ponto final deste diagrama e retornando para o início do módulo braille.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do módulo e a operacionalidade da implementação.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

O desenvolvimento do aplicativo foi realizado utilizando as linguagens HTML5, CSS e JavaScript. O ambiente de desenvolvimento para a criação do trabalho foi o Brackets em conjunto com o PhoneGap. Por razões de praticidade, para depuração e execução de testes da aplicação não foi utilizado nenhum emulador e sim um *tablet* da fabricante Samsung denominado Galaxy Tab S modelo SM-T805M.

O *tablet* Galaxy Tab S possui processador Exynos Octa-Core, sendo um ARM A15 e um ARM A7, com 1.9 Giga Hertz (GHz) e 1.3 GHz respectivamente, processador gráfico Mali-T628, memória RAM de 3 Giga Bytes (GB) e memória interna de 16 GB.

3.3.2 Transcrição dos pontos de celas braille

Para fazer a transcrição dos pontos de uma cela braille para um elemento textual, utilizou-se a binarização dos pontos braille, uma vez que cada um dos pontos da cela pode ter somente dois estados, marcado ou desmarcado. A partir disso foram criadas duas listas, uma para os sinais braille simples, ou seja, que utilizam apenas uma cela braille, e outra lista para sinais compostos, que utilizam duas celas braille.

A seguir é apresentada a rotina utilizada para a identificação dos sinais através dos pontos informados na CONSULTA, retornando para a tela a sua transcrição. Essa ação é executada sempre que o estado de um dos pontos da cela braille é modificado, através do método (`".point-braille").click`. Primeiro, como pode-se ver no Quadro 2, através da ação iniciada pelo clique em algum dos pontos da cela o ponto é marcado ou desmarcado, alterando a cor do ponto em tela.

Quadro 2 – Alteração do estado do ponto da cela braille

```

29  if (document.getElementById($(this).attr('id')).style.backgroundColor === "black") {
30      document.getElementById($(this).attr('id')).style.backgroundColor = "transparent";
31  } else {
32      document.getElementById($(this).attr('id')).style.backgroundColor = "black";
33  }

```

Em seguida, todos os pontos da cela braille são binarizados, sendo 0 para desmarcado e 1 para marcado. O Quadro 3 mostra a binarização dos pontos da primeira cela braille. O mesmo é aplicado para a segunda cela, gravando o retorno em variáveis diferentes que são utilizadas para fazer a identificação dos sinais.

Quadro 3 – Binarização dos pontos da cela braille

```

38  var pAtualC1 = '';
39
40  if (document.getElementById('c1p1').style.backgroundColor === "black") {
41    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
42  } else {
43    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
44  }
45
46  if (document.getElementById('c1p2').style.backgroundColor === "black") {
47    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
48  } else {
49    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
50  }
51
52  if (document.getElementById('c1p3').style.backgroundColor === "black") {
53    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
54  } else {
55    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
56  }
57
58  if (document.getElementById('c1p4').style.backgroundColor === "black") {
59    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
60  } else {
61    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
62  }
63
64  if (document.getElementById('c1p5').style.backgroundColor === "black") {
65    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
66  } else {
67    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
68  }
69
70  if (document.getElementById('c1p6').style.backgroundColor === "black") {
71    pAtualC1 = pAtualC1 + '1';
72  } else {
73    pAtualC1 = pAtualC1 + '0';
74  }

```

Continuando a rotina para identificação do sinal, após a binarização, faz-se as comparações para retornar para a tela a correspondência dos pontos informados. O Quadro 4 apresenta esta parte da rotina. Caso as duas celas estejam em branco, a transcrição para a tela resulta em Espaço (linha 77 e 78), pois a ausência de pontos também é considerada um sinal braille. Se as celas não estiverem zeradas, faz-se a averiguação da primeira cela braille para saber se o sinal pesquisado pode ser um sinal composto (linhas 79). Em caso afirmativo, verifica-se se o sinal da primeira cela braille é para letras maiúsculas ou números, modificando a transcrição que retornaria através do sinal da segunda cela braille (linhas 86 a 93). Se o sinal informado na segunda cela não puder ser modificado, ou seja, não representa um numeral ou uma letra, a aplicação retorna informando o usuário que o sinal não possui correspondência (linha 94). Caso o sinal informado na primeira cela não seja classificado como sinal composto, verifica-se se a binarização das duas celas juntas representam um sinal composto (linha 105), retornando sua correspondência para a visualização do usuário. Se a junção das duas celas não resultar em um sinal composto, então, verifica-se apenas se o sinal informado em qualquer uma das duas celas é um sinal simples, e em caso afirmativo, faz-se a

transcrição do sinal, independente de ter sido informado na primeira ou segunda cela braille (linhas 108 a 118).

Quadro 4 – Identificação do sinal braille após binarização dos pontos da cela

```

76 // Identificação dos pontos braille.
77 if ((pAtualC1 === '000000') && (pAtualC2 === '000000')) {
78   document.getElementById('sinal-braille').innerHTML = 'Espaço';
79 } else if (brailleComposto.indexOf(pAtualC1) >= 0) {
80   if ((brailleSimples.indexOf(pAtualC2) < 0) && (pAtualC2 === '000000')) {
81     document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
82     correspondenteC[brailleComposto.indexOf(pAtualC1)];
83   } else if (brailleSimples.indexOf(pAtualC2) >= 0) {
84
85     // Tratamento para sinais modificadores.
86     if (pAtualC1 === '000101') { // Letra maiúscula
87       document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
88       correspondenteS[brailleSimples.indexOf(pAtualC2)].toUpperCase();
89     } else if (pAtualC1 === '001111') { // Número
90       if (brailleNumero.indexOf(pAtualC2) >= 0) {
91         document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
92         correspondenteN[brailleNumero.indexOf(pAtualC2)];
93       } else {
94         document.getElementById('sinal-braille').innerHTML = 'Sinal sem
95 correspondência';
96       }
97     } else {
98       document.getElementById('sinal-braille').innerHTML = 'Sinal composto sem
99 tratamento';
100     }
101
102   } else {
103     document.getElementById('sinal-braille').innerHTML = 'Sinal sem correspondência';
104   }
105 } else if (brailleComposto.indexOf(pAtualC1 + pAtualC2) >= 0) {
106   document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
107   correspondenteC[brailleComposto.indexOf(pAtualC1 + pAtualC2)];
108 } else if (((brailleSimples.indexOf(pAtualC1) >= 0) &&
109 (brailleSimples.indexOf(pAtualC2) < 0) && (pAtualC2 === '000000')) ||
110 ((brailleSimples.indexOf(pAtualC2) >= 0) && (brailleSimples.indexOf(pAtualC1) < 0) &&
111 (pAtualC1 === '000000')))) {
112   if (brailleSimples.indexOf(pAtualC1) >= 0) {
113     document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
114     correspondenteS[brailleSimples.indexOf(pAtualC1)];
115   } else {
116     document.getElementById('sinal-braille').innerHTML =
117     correspondenteS[brailleSimples.indexOf(pAtualC2)];
118   }
119 } else {
120   document.getElementById('sinal-braille').innerHTML = 'Sinal sem correspondência';
121 }
122 });

```

Por fim, se nenhum dos casos anteriores tenha sido atendido e o sinal não puder ser classificado como simples ou composto, a aplicação retornará a informação de que o sinal não possui correspondência (linha 120), finalizando o processo de identificação dos pontos.

Um processo semelhante é aplicado para a identificação dos pontos da cela braille da PRÁTICA BRAILLE. A única diferença está na identificação de sinais compostos ou dos modificadores, pois nesta tela trata-se apenas dos sinais simples para interação do usuário com a aplicação, onde, após a identificação dos pontos da cela faz-se a substituição do ponto de interrogação pelo sinal braille. Esta ação pode ser visualizada pelo código do Quadro 5, que é acionado através do clique no botão de confirmação do sinal (`(".point-braille-palavras-confirmar").click`).

Quadro 5 – Identificação do sinal da PRÁTICA BRAILLE e substituição do ponto de interrogação

```

48  if (brailleSimples.indexOf(pAtual) >= 0) {
49      var letraBraille = correspondentes[brailleSimples.indexOf(pAtual)].toLowerCase();
50      var palavraBraille = document.getElementById('p').innerHTML.split("");
51
52      for (var i = 0; i < palavraBraille.length; ++i) {
53          if (document.getElementById('im' + i.toString()).src.search('interrogacao') > 0) {
54              if (palavraBraille[i] === letraBraille) {
55                  document.getElementById('im' + i.toString()).src = 'img/sinais-braille-small/' +
56                  GetImagemSinalCorreto(letraBraille.toString()) + '-d.png';
57                  LimparCelaBraille();
58              }
59              break;
60          }
61      }
62  }

```

Nesta rotina, a palavra em tinta é separada caractere por caractere (linha 50). A seguir, é verificado na transcrição em braille cada um dos caracteres da palavra. Se o sinal braille for uma interrogação e o sinal informado na cela braille é correspondente ao sinal esperado para a substituição do mesmo, faz-se a troca da interrogação pelo sinal braille correspondente (linha 55). A seguir, o método `LimparCelaBraille` é chamado para desmarcar todos os pontos e esperar até que o usuário informe um novo sinal para o prosseguimento da atividade.

3.3.3 Escolha e configuração das palavras para PRÁTICA BRAILLE

Para a PRÁTICA BRAILLE, sempre que a tela é aberta ou o usuário decide pular a palavra atual, uma nova palavra é sorteada e exibida para interação. O método `GetNovaPalavraBraille`, conforme o Quadro 6 mostra como é feito o sorteio e como são configuradas a imagem e as palavras em tinta e em braille na tela.

Quadro 6 – Método `GetNovaPalavraBraille`

```

73  var intOk = false;
74  var indImg = Math.floor(Math.random() * palavras.length);
75  var palavra = document.createElement("h");
76  palavra.id = 'p';
77  palavra.className = "textoLatino";
78  palavra.innerHTML = palavras[indImg].toString();
79  document.getElementById('divTexto').appendChild(palavra);
80
81  document.getElementById('img-palavra').src = "img/palavras-braille/" +
82  GetImagemCorreta(palavras[indImg]).toString() + ".png";
83
84  var palavraBraille = palavras[indImg].split("");
85  for (var i = 0; i < palavraBraille.length; ++i) {
86      var img = document.createElement("img");
87      img.id = 'im' + i.toString();
88      if ((Math.random() >= 0.5) || ((intOk === false) && (i === palavraBraille.length -
89      1))) {
90          intOk = true;
91          img.className = "imagem-small-b";
92          img.src = "img/sinais-braille-small/interrogacao-p.png";
93      } else {
94          img.src = "img/sinais-braille-small/" +
95          GetImagemSinalCorreto(palavraBraille[i].toLowerCase()) + ".png";
96      }
97      document.getElementById('divBraille').appendChild(img);
98  }

```

Como pode ser visto no método, na linha 74, faz-se o sorteio da lista de palavras utilizadas pela aplicação e o índice da imagem é armazenado em uma variável. Após o

sorteio, é criado dinamicamente na tela um componente para exibir a palavra em tinta (linhas 75 a 78) e adicionado à tela (linha 79).

Depois de adicionado a palavra em tinta na tela, a palavra é separada caractere por caractere (linha 84), para iniciar a escrita da palavra em braille. Percorre-se cada um dos caracteres da palavra e faz-se um `random` para definir se o caractere será apresentado na tela com o sinal correspondente, ou se o sinal será substituído por um ponto de interrogação para a atividade proposta ao usuário (linha 88). Sempre, no mínimo um ponto de interrogação será adicionado à tela em substituição de um sinal braille. O sinal braille ou ponto de interrogação também são adicionados dinamicamente na tela, criando um componente que comporte a imagem do sinal braille (linhas 86, 87 e de 90 a 94) e em seguida adicionando a imagem para exibição (linha 97).

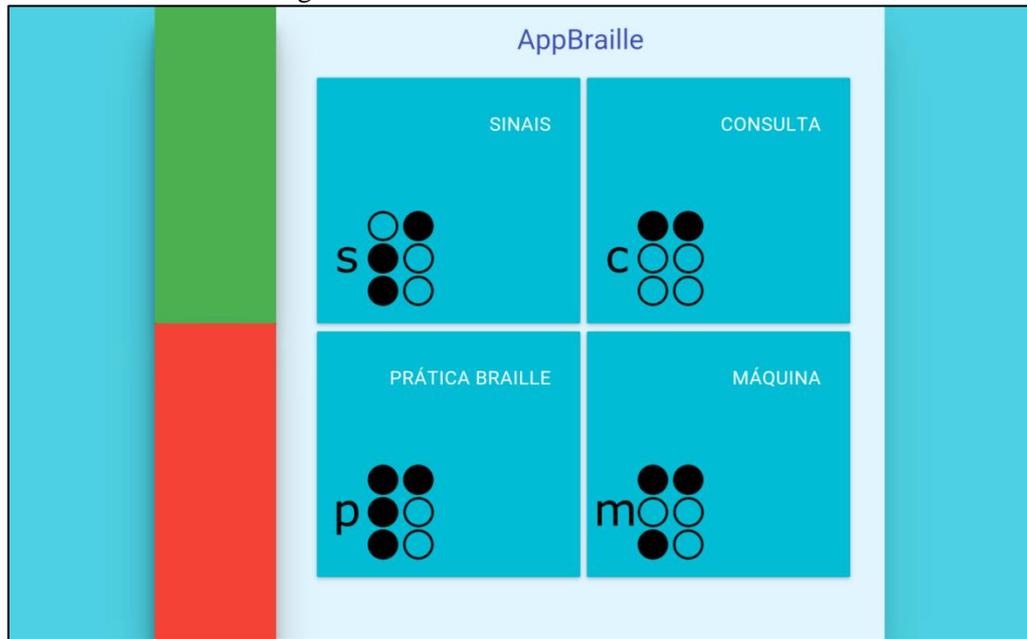
Essa forma de escrita dos sinais braille em tela também é utilizado para os exemplos de aplicação dos sinais apresentados no menu `SINAIS`. Há duas diferenças principais para a escrita braille nas duas telas. A primeira é que nos exemplos, ao escrever os sinais braille sempre se verifica se o sinal que vai ser escrito é um numeral, para inserção do ponto `3456` antes do número, ou se o sinal a ser escrito é uma letra maiúscula, para inserção do ponto `46` antes da letra. A segunda diferença é que, nos exemplos de aplicação é necessário fazer a validação dos sinais compostos antes de fazer a transcrição para o sinal em braille. Na `PRÁTICA BRAILLE` isso não é necessário porque sempre se estará trabalhando com os sinais simples.

3.3.4 Operacionalidade da implementação

As principais atividades do módulo desenvolvido estão relacionadas à apresentação, consulta e prática da escrita braille. Não é necessário que o usuário faça cadastros dentro do Tagarela. As imagens e palavras utilizadas foram fixadas na aplicação e não podem ser alteradas pelo usuário. Estas imagens foram classificadas em conjunto com a pedagoga e professora Luana Tillmann, a fim de facilitar na identificação e entendimento da mesma forma que se trabalha com crianças em fase de alfabetização, na tentativa de melhorar o aprendizado do Sistema Braille, seja por crianças ou adultos normovisuais.

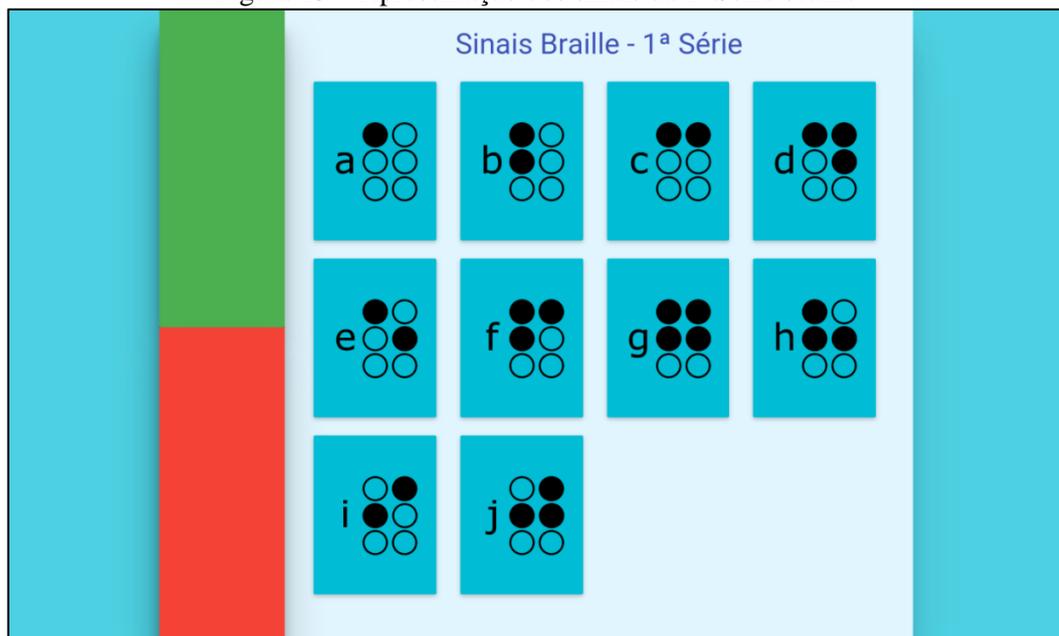
Após o usuário entrar no aplicativo, é aberta a tela principal do módulo braille. Como mostra a Figura 12, nesta tela são apresentadas as opções `SINAIS`, `CONSULTA`, `PRÁTICA BRAILLE` e `MÁQUINA`, assim como o botão verde e vermelho na lateral esquerda, que tem as funções de avançar ou retroceder dentro de toda aplicação.

Figura 12 – Tela inicial do módulo braille



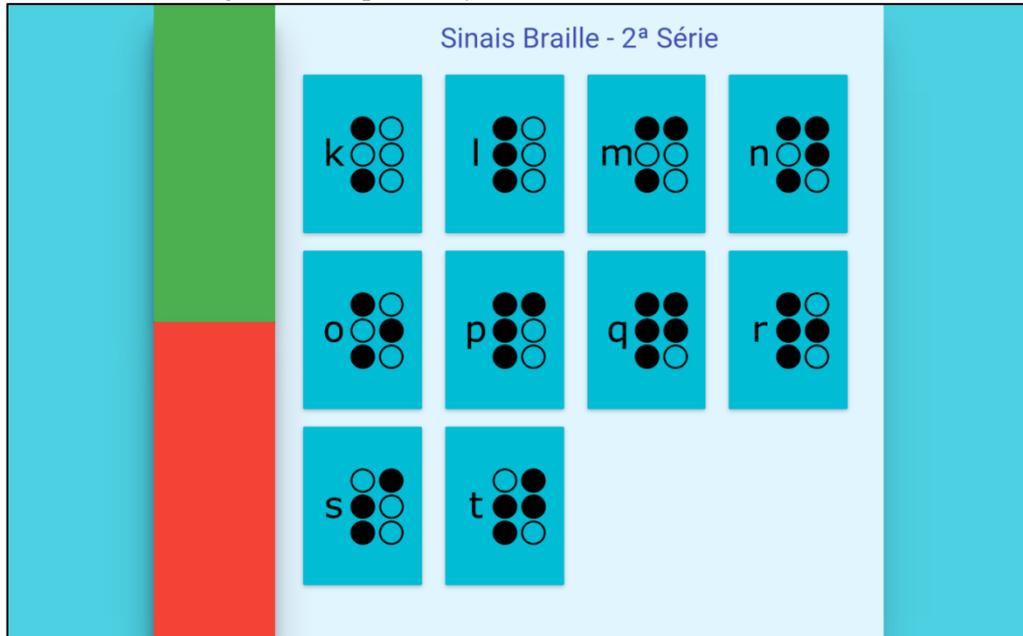
Para facilitar no entendimento da disposição dos pontos nas celas braille, as sete séries foram separadas no aplicativo para melhorar a visualização através da mudança de pontos de uma série para a próxima. Por exemplo, como descrito na seção 2.1 e representado pela Figura 13, sabe-se que a “primeira série apresenta dez sinais superiores, que utilizam somente os quatro pontos superiores da cela braille, pontos 1, 2, 4, 5; e servem de base para as segunda, terceira e quarta série” (TILLMANN; POTTMEIER, 2014, p. 8).

Figura 13 – Apresentação dos sinais da 1ª Série braille



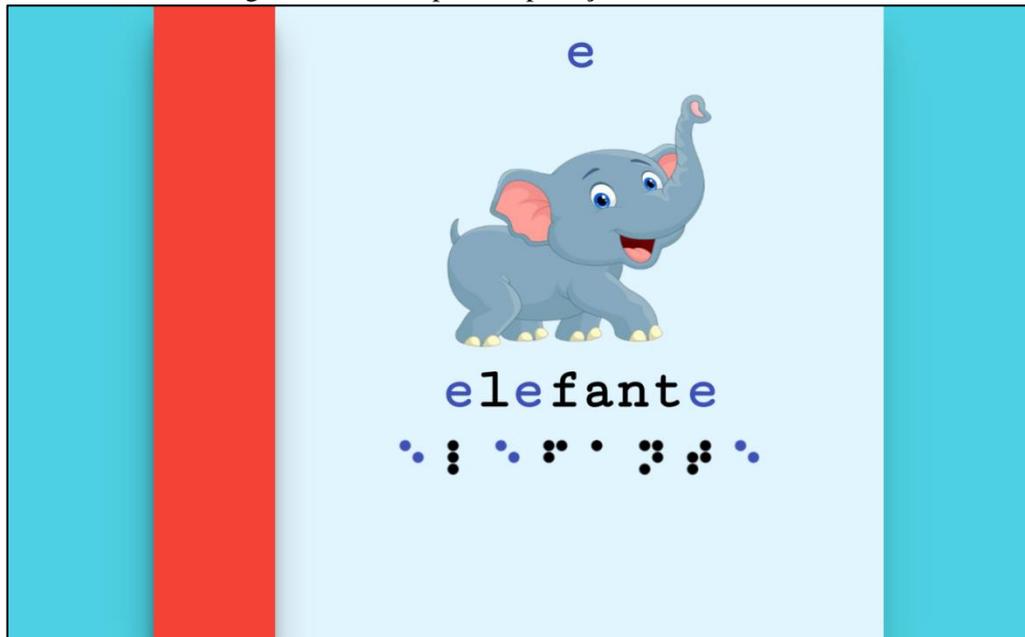
Seguindo com a apresentação das séries, sabe-se que “a segunda série corresponde a mesma sequência da primeira, acrescentando-se o ponto 3” (TILLMANN; POTTMEIER, 2014, p. 8). Essa mudança dos pontos das celas pode ser visualizada na Figura 14.

Figura 14 – Apresentação dos sinais da 2ª Série braille



Caso o usuário queira ver um exemplo de aplicação para os sinais braille, basta clicar sobre um dos sinais apresentados nas séries. Na visualização do exemplo, sempre que possível é apresentado uma imagem e sua representação escrita em tinta e em braille. No exemplo, sempre estará destacado em azul o sinal que está sendo visualizado. Na Figura 15, ao visualizar um exemplo de aplicação para a letra e, ou sinal 25, pode-se observar a imagem de um elefante e, na escrita em tinta e braille, as letras e destacadas em azul.

Figura 15 – Exemplo de aplicação letra e, sinal 15



Em alguns casos não é possível apresentar uma imagem para o sinal apresentado. Nestes casos, pode-se visualizar apenas um exemplo de aplicação. Para as letras y e w, por exemplo, é apresentado apenas uma mensagem informativa, “Letra utilizada geralmente em substantivos próprios”.

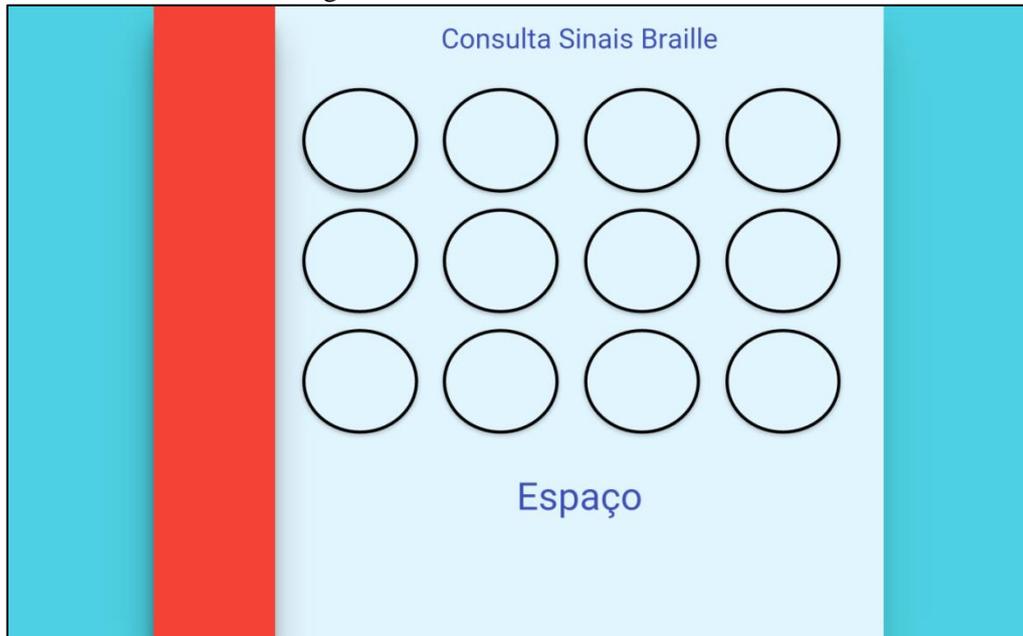
Em outros casos, um mesmo sinal pode conter dois significados distintos, dependendo de sua aplicação para a interpretação. Por exemplo, o sinal 235, no contexto literário representa o sinal de exclamação, porém, no contexto matemático, representa o sinal de adição. Esse mesmo exemplo e sua aplicação podem ser visualizados na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo de aplicação do sinal 235, exclamação ou adição



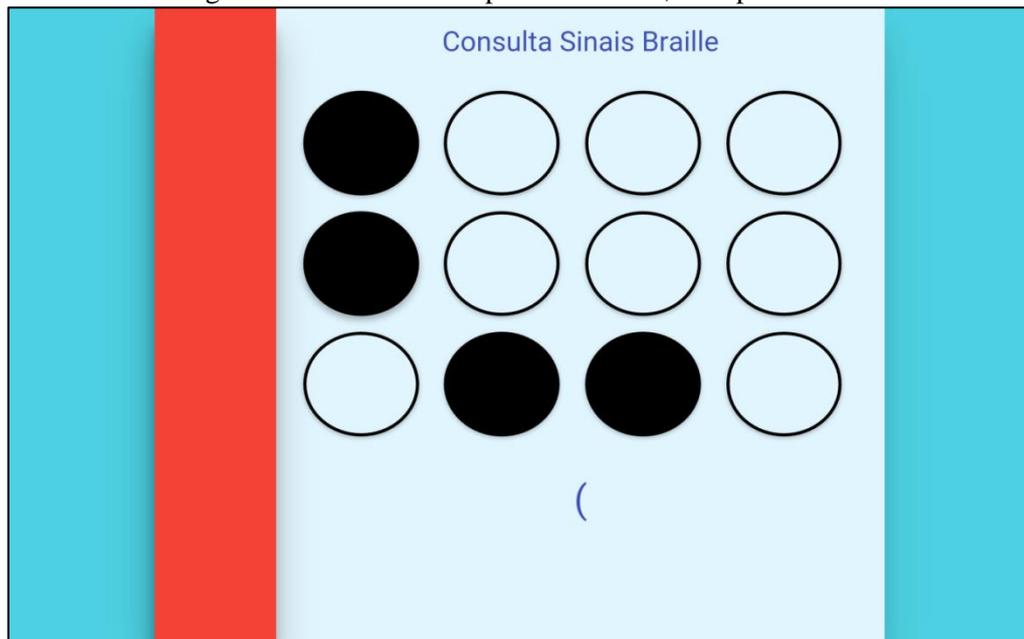
A consulta de sinais braille apresenta interativamente a transcrição dos pontos braille utilizados nas celas e é atualizada a cada inserção ou remoção dos pontos. É importante lembrar que a ausência de pontos também é um sinal braille, representado em sua transcrição por um espaço em branco. Nesse caso, ao abrir a consulta, na primeira tela o sinal que se vê é o Espaço, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – Consulta de sinais braille



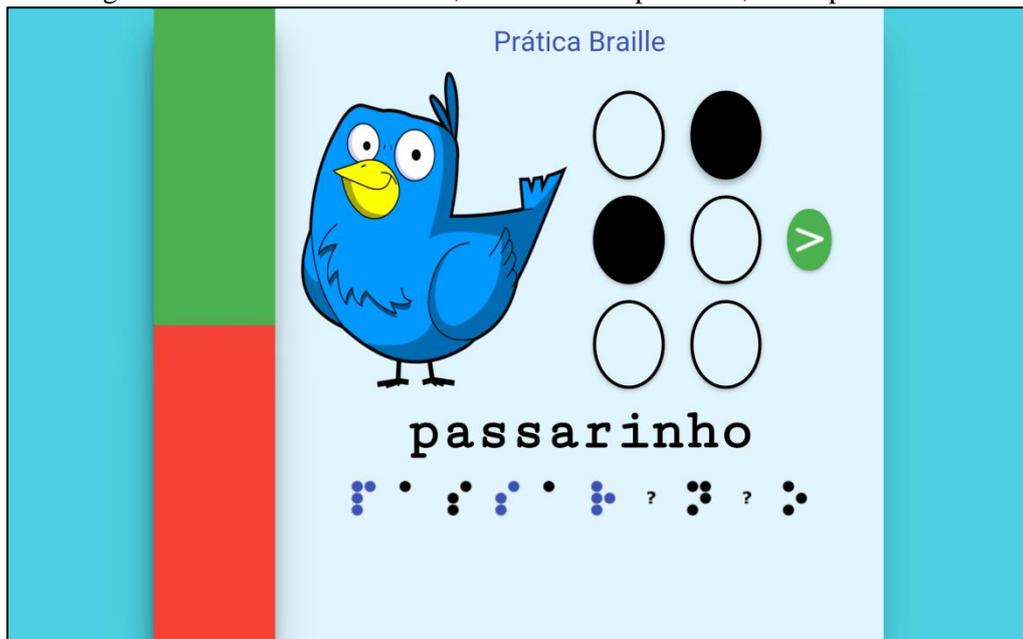
Nesta tela, o usuário pode informar os pontos em qualquer uma das duas celas para obter a sua transcrição. Porém, também é possível pesquisar por sinais compostos, fazendo utilização das duas celas. Como se pode ver na Figura 18, ao informar os pontos 126 na primeira cela e 3 na segunda cela, obtém-se a transcrição do sinal abre parênteses literário ((). Essas duas celas, se consultadas separadamente, retornariam resultados completamente diferentes. Os pontos 126 correspondem à letra ê e o ponto 3 corresponde ao ponto final (.).

Figura 18 – Consulta dos pontos 126 e 3, abre parênteses



Na prática braille são apresentadas imagens com uma descrição em tinta que remete ao seu significado. Logo abaixo da descrição em tinta, há a descrição com o uso dos sinais braille. Alguns sinais foram substituídos por um sinal de interrogação. Como atividade, o usuário deve informar os sinais que estão faltando através da cela braille, que está ao lado da imagem. Para cada sinal braille informado, deve-se clicar no botão verde ao lado direito da cela braille. Se o sinal braille informado pelo usuário for um sinal válido, a aplicação irá substituir o ponto de interrogação pelo sinal braille destacando-o em azul, conforme ilustrado na Figura 19. Nesta imagem pode-se observar os pontos 1234 (p), 234 (s) e 1235 (r) destacados e na cela braille os pontos 24 informados para substituir o próximo ponto de interrogação, simbolizando a letra i. Se o sinal informado for inválido ou não corresponda ao sinal esperado, a aplicação não irá substituir o ponto de interrogação pelo sinal informado na cela braille e continuará esperando que o usuário informe e confirme o sinal corretamente.

Figura 19 – Praticando o braille, informando o ponto 24, corresponde ao i



Caso o usuário queira pular a palavra atual, deve clicar no botão verde da lateral esquerda, que tem a ação de gerar uma nova imagem, a palavra correspondente e a combinação de sinais e pontos de interrogação para preenchimento. As imagens e palavras podem se repetir, mas os pontos de interrogação podem estar dispostos de forma diferente da gerada anteriormente, conforme ilustrado pela Figura 20 e Figura 21.

Figura 20 – Prática braille, primeira sequência de sinais aleatória para a palavra passarinho

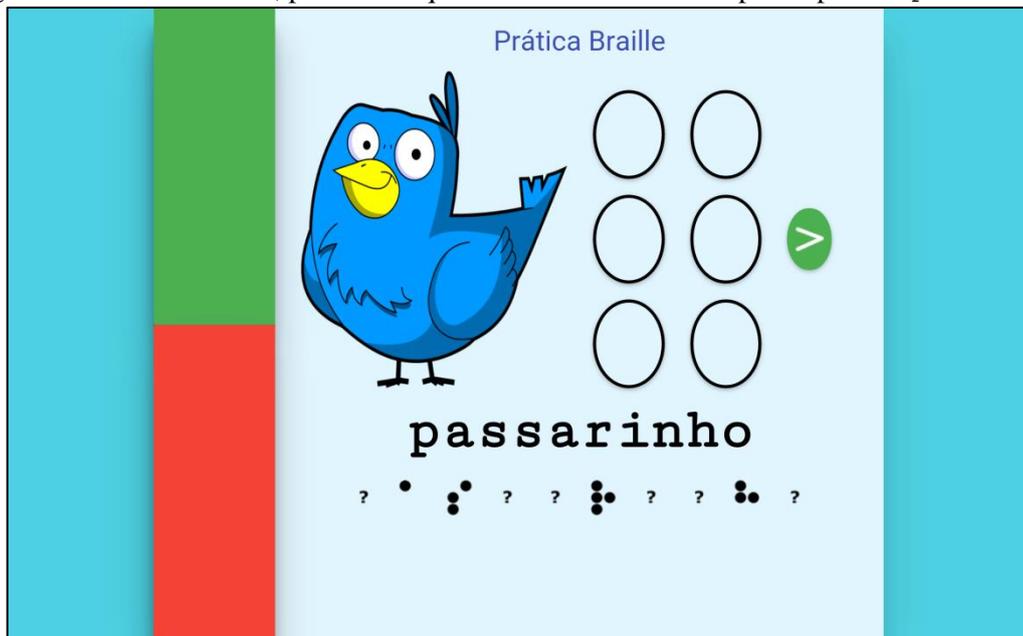


Figura 21 – Prática braille, segunda sequência de sinais aleatória para a palavra *passarinho*



3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do módulo braille para o aplicativo Tagarela. Para analisar os resultados obtidos com a utilização do aplicativo, na seção 3.4.1 está o relato do teste realizado na FURB com a turma de Sistema Braille, do curso de Educação Especial, juntamente com a professora da turma, Luana Tillmann. Na seção 3.4.2 foram efetuados comparativos entre os trabalhos correlatos pesquisados e descritos na seção 2.3 e o trabalho desenvolvido.

3.4.1 Teste com utilização da aplicação

Neste semestre (2016/01), na FURB, as alunas do curso de Educação Especial frequentam a disciplina de Sistema Braille. Essa é a única turma prevista para o curso na FURB e não possui previsão de abertura de matrículas novamente. Cursam a disciplina 27 alunas, sob orientação da professora Luana Tillmann, que possui deficiência visual, e que auxiliou durante o desenvolvimento da aplicação com sugestões de como dispor as telas da aplicação.

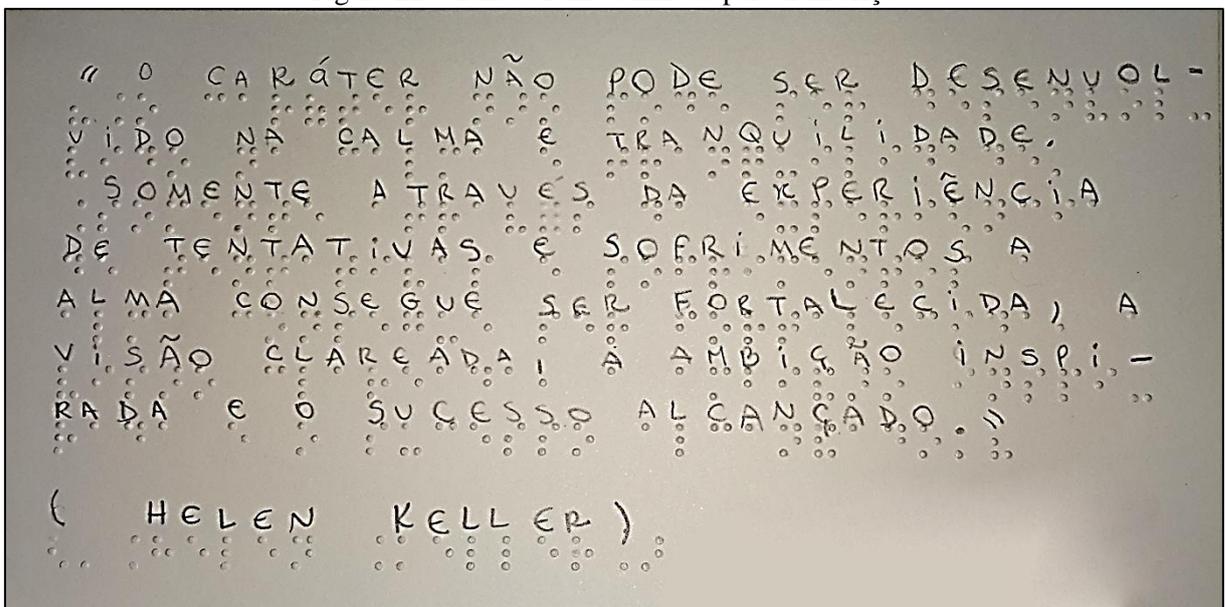
A proposta inicial de teste da aplicação era de utilizar os *tablets* do Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), dentro da sala de aula com as alunas da disciplina. A professora Luana elaborou uma atividade para ser realizada em aula com a utilização do aplicativo. Porém, a aplicação não funcionou nos *tablets* do LIFE, inviabilizando esta ideia. Acredito que este problema possa ter acontecido por causa da versão do Android utilizada nos *tablets*.

Como não foi possível fazer utilização dos *tablets* do LIFE, os testes foram feitos utilizando dois *tablets* Android e 3 computadores, sendo um *notebook* e um *netbook* com navegador Chrome e um *desktop* com navegador Internet Explorer. A atividade elaborada pela professora Luana foi alterada para que todas as alunas pudessem utilizar o aplicativo individualmente por algum tempo e pudessem avaliar o aplicativo desenvolvido, respondendo a um questionário previamente elaborado. O questionário utilizado está disponível no Apêndice A.

No início da aula, a aplicação foi apresentada para as alunas presentes através do computador e projetor. Foram explicadas todas as funções existentes e relatado que por questões tecnológicas, a simulação da escrita braille através da máquina não estava disponível para teste.

A seguir, a professora Luana iniciou as atividades, escolhendo alunas aleatoriamente para fazer utilização do aplicativo e fazer a transcrição de um texto braille, o mesmo apresentado na Figura 22, utilizando a consulta existente. Pode-se observar o entusiasmo das alunas ao fazer a transcrição com a utilização da consulta, pois facilitava esse processo que antes era feito com uma folha de papel onde constavam todos os sinais existentes, sendo necessário fazer a busca pela combinação de pontos para só depois transcrevê-los.

Figura 22 – Texto braille utilizado para transcrição



Após a realização da transcrição, as alunas tiveram algum tempo para explorar a Prática Braille. Ao final da experiência com a aplicação, foi entregue o questionário de avaliação para preenchimento. Ao todo, foram entregues 21 avaliações, que juntamente com o acompanhamento da aula permitiu observar melhor o funcionamento do aplicativo e a

facilidade de compreensão e uso por novos usuários. As respostas obtidas com os questionários podem ser visualizadas no Apêndice B.

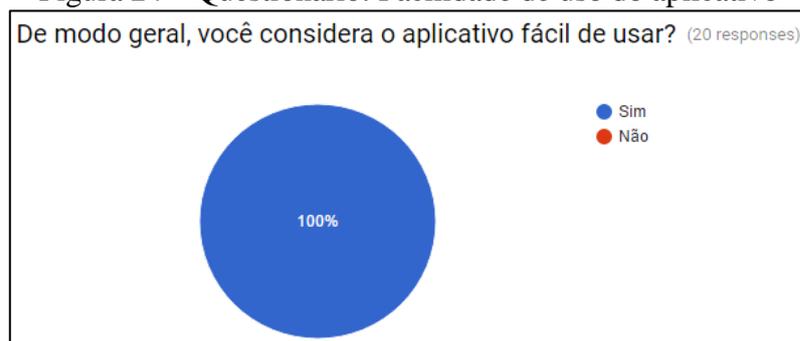
Todas as alunas que avaliaram a aplicação trabalham com educação, mas apenas quatro trabalham com alunos com deficiência visual. Ao serem questionadas sobre se consideram importante que o Sistema Braille deve ser aprendido por pessoas normovisuais, conforme mostra a Figura 23, foi destacada principalmente a importância do aprendizado das pessoas envolvidas no processo de alfabetização e ensino da criança com deficiência, como pais, professores ou mesmo toda a unidade escolar que recebe o educando, até mesmo as outras crianças da sala de aula. Como relatado nas avaliações, as outras crianças têm curiosidade de saber como o colega cego sabe qual é a letra que ele está tocando.

Figura 23 – Questionário: Importância do aprendizado do Sistema Braille por pessoas normovisuais



A aplicação foi considerada fácil de utilizar, conforme mostra a Figura 24. Além disso, a aplicação da tecnologia e de recursos visuais dinâmicos torna o aprendizado do Sistema Braille mais fácil e lúdico. Segundo as avaliações, o que mais chama atenção no aplicativo é a consulta de sinais que facilita no processo de identificação e transcrição dos sinais. Como relatado pela professora Luana, a atividade de completar as palavras é estimulante e torna o processo de ensino-aprendizagem do Sistema Braille para as pessoas que enxergam mais dinâmico e intuitivo. A utilização de ilustrações contribui com a atratividade para esta funcionalidade. Ao apresentar-se como um desafio, o ato de acertar a simbologia correta torna a atividade mais atrativa e empolgante.

Figura 24 – Questionário: Facilidade de uso do aplicativo



A utilização de tecnologias para o aprendizado do Sistema Braille também foi considerado uma questão de destaque, conforme mostra a Figura 25 e Figura 26. A única outra aplicação relatada por duas acadêmicas em relação ao braille foi o Braille Fácil, que não tem a função de ensinar o Sistema Braille, mas sim, auxiliar no processo de configuração de textos braille para impressão.

Figura 25 – Questionário: Utilização de tecnologias para o aprendizado do Sistema Braille

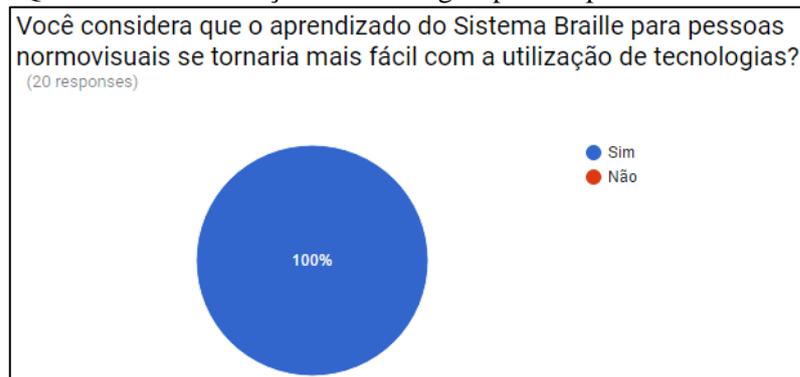
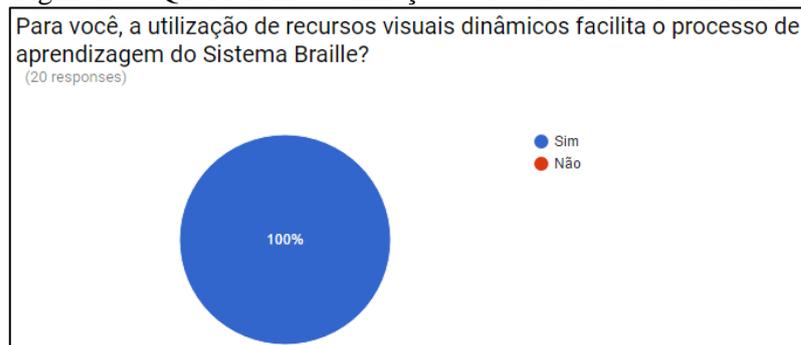


Figura 26 – Questionário: Utilização de recursos visuais dinâmicos



Chegando ao fim do questionário, as acadêmicas fizeram uma avaliação geral do aplicativo, conforme mostra a Figura 27, e em seguida sugeriram melhorias a serem contempladas nas próximas versões.

Figura 27 - Questionário: Avaliação do aplicativo



Como melhorias a serem abrangidas foram sugeridas a inclusão de novas atividades que possam ser realizadas no aplicativo, tais como: poder informar a letra em tinta faltando, não apenas o sinal braille; utilizar frases com pontuações e sinais compostos, e, ter algum tipo

de som. Como melhoria para as funções já existentes, utilizar imagens com cores mais destacadas para utilizar o aplicativo com pessoas com baixa visão.

3.4.2 Comparação entre o trabalho desenvolvido e os trabalhos correlatos

O Quadro 7 apresenta de forma comparativa algumas características observadas nos trabalhos correlatos, abordados na seção 2.3. Foram acrescentadas novas características em relação ao trabalho proposto, para ressaltar as características do trabalho desenvolvido e das dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento.

Quadro 7 – Comparativo entre os trabalhos correlatos

Características / Trabalhos Correlatos	iEnable (2014)	Kleck (2014)	Chen (2012)	Tagarela (Braille)
plataformas suportadas	iOS (iPad)	iOS (iPad)	Android	Android, iOS, web
interface intuitiva e atraente, utilização de cores e imagens		X	X	X
lições com letras do alfabeto	X	X	X	X
lições com palavras e frases	X		X	
consulta de sinais braille	X			X
possui exemplos de aplicação da simbologia braille				X
possui jogos de interação com a simbologia braille e em tinta			X	X
tratamento para apresentação de sinais compostos ou não visuais*				X
desenvolvimento com foco em pessoas com deficiência	X	X		
* estão inclusos nesta categoria sinais que precisam de mais de uma cela braille para serem interpretados: parênteses, chaves, colchetes, entre outros; e também sinais não visuais: indicador de letra maiúscula, número, entre outros.				

Como se pode observar, através da visualização dos trabalhos correlatos e dos dados extraídos destas aplicações para a composição do Quadro 7, a técnica mais comum utilizada para o aprendizado do Sistema Braille é a memorização dos sinais para cada um dos símbolos textuais. Essa característica foi trazida para o Tagarela, apresentando exemplos de aplicação para cada um dos sinais, e sempre que possível, a sua representação em tinta e em braille.

Algumas atividades utilizadas dentro dos aplicativos estimulam o raciocínio, interagindo ludicamente com o usuário e ampliando a capacidade de aprendizagem. Por enquanto, o Tagarela conta com apenas um tipo de atividade de interação, mas pretende-se ampliá-las para melhorar o aprendizado, diversificando as opções para o usuário. A utilização de cores e imagens também fornecem uma melhor interação entre o usuário e a aplicação, agindo como um facilitador para o aprendizado. Essa mesma característica foi adaptada e aplicada no desenvolvimento do módulo braille para o Tagarela, porém, ainda há necessidade

de melhoria, destacando mais as imagens para melhor visualização de usuários com baixa visão.

Como a disposição de pontos em telas menores ficaria muito condensada e de difícil interpretação, adotamos a prática de focar o desenvolvimento do módulo para uso em telas maiores, como *tablets* Android e iOS, e em navegadores de internet. Existem outros aplicativos para o ensino do Sistema Braille para dispositivos com telas menores, que não foram abordados nos trabalhos correlatos, pela simplicidade das aplicações que geralmente figuram em telas de fundo preto com a apresentação da simbologia braille de modo sequencial e sem a interação ou algum tipo de atividades com o usuário, tornando o aprendizado mais cansativo.

Todos os trabalhos correlatos apresentados podem ser utilizados facilmente por usuários normovisuais. Dentre os trabalhos correlatos, a aplicação desenvolvida por iEnable e Kleck são as que trabalham com acessibilidade e foram elaboradas para pessoas com deficiência visual. A ação adotada para o Tagarela foi de concentrar a aplicação para pessoas normovisuais e com baixa visão, por acreditar que o ensino do Sistema Braille deve ser aprendido não só pela pessoa cega, mas por todas as pessoas que se interessem em aprendê-lo, ou mesmo que trabalham direta ou indiretamente no processo de alfabetização destas pessoas. Porém, sabe-se da importância de trazer essa característica para o Tagarela em versões futuras.

Uma característica peculiar observada durante o desenvolvimento do trabalho e não foi possível visualizar nas aplicações relatadas na seção 2.3, é o cuidado em apresentar os sinais específicos da grafia braille, como sinal de letra maiúscula ou sinal de número, bem como sinais compostos, limitando-se apenas na apresentação de sinais que possuem representação em tinta, como letras e pontuações.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvida uma versão inicial para o módulo braille do Tagarela. O objetivo principal foi dar apoio para pessoas normovisuais que quisessem aprender o Sistema Braille, tentando fazer com que a comunidade entendesse a importância do braille como um meio de comunicação acessível para pessoas com deficiência visual. Conforme as ideias para o módulo e as funcionalidades foram se assentando, pode-se perceber que seria possível ensinar o Sistema Braille para qualquer pessoa normovisual ou com baixa visão, não como forma de conscientização, mas sim como forma de auxiliar na educação e processo de ensino aprendizagem de pessoas cegas, ou mesmo como uma ferramenta de apoio para profissionais de educação especial.

O módulo ainda tem muito para evoluir, acrescentando novas funcionalidades e atividades para facilitar no aprendizado, mas, por ora, considera-se que os objetivos deste trabalho foram atendidos. Os resultados dos testes de usabilidade da aplicação tiveram um retorno positivo. O que contribui muito para difundir esse conhecimento são as plataformas escolhidas para a implementação, pois mesmo que não se tenha um *tablet* para instalar o aplicativo, pode-se trabalhar com as mesmas funcionalidades em navegadores de internet, deixando-o mais acessível.

Em se tratando da implementação, tem-se em mente que a transcrição dos pontos das celas em símbolos textuais ainda precisa de algumas melhorias, pois há algumas exceções de escrita que não foram tratadas. Nos exemplos de aplicação dos sinais braille, foram tratados a escrita dos sinais matemáticos por saber que aquele exemplo estaria neste contexto, mas, para o simulador máquina braille seria interessante poder trabalhar em contextos diferentes, onde um mesmo sinal pode mudar seu significado. Por exemplo, o sinal 236, no contexto textual corresponde ao sinal de aspas duplas, mas esse mesmo sinal, quando aplicado no contexto matemático, corresponde ao sinal de multiplicação.

Algo que chamou atenção quando se iniciou a montagem das telas com as séries braille foi tomar o cuidado de apresentar devidamente cada um dos sinais e seus possíveis significados. Em outras aplicações estudadas, a ideia é sempre apresentar o sinal na sua forma mais primitiva, sem modificadores ou possíveis combinações para sinais compostos. Nas aplicações elencadas, a apresentação da letra *a* corresponde ao ponto 1. Porém, para o número 1, por exemplo, o sinal utilizado para a letra *a* também é utilizado, precedido pelo sinal de número 3456. Ou mesmo para a letra *A*, que deve utilizar o mesmo sinal, precedido pelo sinal

46, que simboliza a utilização de letras maiúsculas. Todas essas modificações feitas por sinais são apresentadas perfeitamente na consulta dos pontos braille elaborada.

Uma das limitações conhecidas, hoje, na aplicação, é não poder utilizá-la para o ensino de pessoas com deficiência visual, que não foram o foco deste trabalho, mas que também necessitam de ferramentas de apoio pedagógico. Acredita-se que ao longo do desenvolvimento de futuras versões para o módulo a aplicação estará adaptada e poderá seguir com uma nova perspectiva a cerca do ensino do Sistema Braille, tornando-a cada vez mais inclusiva.

4.1 EXTENSÕES

Sugerem-se as seguintes extensões para trabalhos futuros:

- a) verificar e arrumar configuração da aplicação para funcionar nos *tablets* do LIFE;
- b) implementar o simulador da máquina braille;
- c) gerar arquivo de texto braille para impressão a partir da máquina braille;
- d) criar fonte braille para ser utilizada na aplicação como texto, não através de imagens;
- e) criar repositório de imagens no banco do Tagarela para facilitar inclusão de novos itens para prática da escrita braille;
- f) implementar novas atividades com a aplicação de frases, com as pontuações utilizadas na Língua Portuguesa;
- g) aumentar o contraste de cores para pessoas com baixa visão;
- h) adicionar áudios para as funcionalidades da aplicação.

REFERÊNCIAS

- CHEN, Ling Zi. **Learn Braille Alphabet**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.LearnBraille>>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- FABENI, Alan Filipe C. **Tagarela**: Aplicativo para Comunicação Alternativa no iOS. 2012. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- IENABLE. **Braille Tutor**. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://ienabletechnology.com/braille-tutor/>>. Acesso em: 27 mar. 2015.
- KLECK, Hillary. **Exploring Braille with Madilyn and Ruff**. [S.l.], 2014a. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/us/app/exploring-braille-madilyn/id882909909?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- _____. **“Exploring Braille with Madilyn and Ruff” App Best Practices**. [S.l.], 2014b. Disponível em: <<http://www.sensorysun.org/#!tutorials/c13rw>>. Acesso em: 21 mai. 2015.
- MACHADO, Edileine Vieira. A importância do (re) conhecimento do Sistema Braille para a humanização das políticas públicas de Inclusão. **International Studies on Law and Education**. São Paulo, v. 9, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/isle9/49-54Edileine.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- MACIEL, Gilson Rodrigues. **Motor de Jogos 2D de Encaixe de Imagens na Plataforma Android**. 2015. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- MARCO, Darlan Diego de. **Tagarela**: Aplicativo de Comunicação Alternativa na Plataforma Android. 2014. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- MONTEIRO, Claudia Guerra. **O Papel Educativo dos Meios de Comunicação**. São Paulo, [2001?]. Disponível em: <http://www.ipv.pt/forumedia/3/3_fi3.htm>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- REETZ, Wagner Jean. **Jogo de letras/números voltado para tecnologia assistiva no Android**. 2013. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- RIBEIRO, G. M.; CHAGAS, R. L.; PINTO, S. L. O renascimento cultural a partir da imprensa: o livro e sua nova dimensão no contexto social do século XV. **Akropolis**, Umuarama, v. 15, n. 1 e 2, p. 29-36, 1. sem. 2007.

TAGARELA. **Tagarela**: Rede de Comunicação Alternativa. Blumenau, 2014. Disponível em: <http://gcg.inf.furb.br/?page_id=992>. Acesso em: 28 mar. 2015.

TILLMANN, Luana. **Cultura Escrita da Pessoa Cega**: A Inclusão de quem não Enxerga na Sociedade Multiletrada. 2013. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Centro de Ciências da Educação, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

TILLMANN, Luana; POTTMEIER, Sandra. As Letras em Relevo sob nossos Dedos: Conhecendo o Sistema Braille. **Revista Científica CENSUPEG**, [S.l.], v. 1, n. 9, p. 3-14, 2. sem. 2014.

WIPPEL, André Filipe. **Tagarela**: Integração e melhorias no aplicativo de rede de comunicação alternativa. 2015. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

APÊNDICE A – Detalhamento dos casos de uso, cenários e fluxos alternativos

A seguir estão descritos os casos de uso definidos para o módulo braille do Tagarela.

O caso de uso UC01 descreve a relação entre o Usuário e a ação que possibilita a visualização das séries de sinais do Sistema Braille. O Quadro 8 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 8 – UC01: Visualizar séries braille

UC01: Visualizar séries braille	
Pré-condições	Usuário estar no aplicativo.
Cenário principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao entrar no aplicativo o Usuário estará na tela inicial. 2. O Usuário clica no botão SINAIS.
Fluxo alternativo	<p>Na execução do passo 2 do cenário principal, o Usuário poderá clicar em outras opções, levando a aplicação para outro estado, sendo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário clica no botão CONSULTA (UC06). 2. O Usuário clica no botão PRÁTICA BRAILLE (UC07). 3. O Usuário clica no botão MÁQUINA (UC08).
Pós-condições	Abre-se a tela Sinais Braille – 1ª Série.

O caso de uso UC02 descreve a relação entre o Usuário e a ação que possibilita navegar entre as séries do Sistema Braille, mostrando sempre um conjunto novo de sinais a cada série. O Quadro 9 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 9 – UC02: Navegar entre as séries braille

UC02: Navegar entre as séries braille	
Pré-condições	Usuário deve ter executado o UC01.
Cenário principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário está visualizando todos os sinais de uma série braille. 2. O Usuário clica no botão verde à esquerda da tela, exibindo os sinais da próxima série. 3. O Usuário clica no botão vermelho à esquerda da tela, exibindo os sinais da série anterior. 4. O aplicativo retorna ao passo 1.
Fluxo alternativo	<p>Na execução dos passos 2 e 3 do cenário principal, o Usuário poderá clicar em outra opção, levando a aplicação para outro estado, sendo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário clica sobre um dos sinais apresentados na série, conduzindo a aplicação para o UC04.
Exceção 1	No passo 2 do cenário principal, caso o Usuário esteja visualizando a 7ª Série, não haverá o botão verde, possibilitando apenas a ação de voltar a série anterior através do botão vermelho.
Exceção 2	No passo 3 do cenário principal, caso o Usuário esteja visualizando a 1ª Série, ao pressionar o botão vermelho, a aplicação voltará para a tela inicial.
Pós-condições	É apresentado para o Usuário uma tela com os sinais braille da série em que está navegando.

O caso de uso UC03 descreve a relação entre o Usuário e a visualização do correspondente em tinta para os sinais da série braille apresentados no UC01. O Quadro 10 escreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 10 – UC03: Apresentar a representação em tinta do sinal braille

UC03: Apresentar a representação em tinta do sinal braille	
Pré-condições	Usuário deve ter executado o UC01.
Cenário principal	Não há.
Fluxo alternativo	Não há.
Pós-condições	Ao lado esquerdo de cada sinal da série braille visualizada, será exibida a representação em tinta correspondente.

O caso de uso UC04 descreve a relação entre o Usuário e a ação que possibilita a visualização do exemplo de aplicação do sinal braille selecionado. Ao clicar em um dos sinais da série que está sendo visualizada, abre-se uma tela com a representação em tinta, uma imagem associada ao sinal juntamente com seu nome em tinta e em braille. O Quadro 11 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 11 – UC04: Visualizar exemplo de aplicação de um sinal

UC04: Visualizar exemplo de aplicação de um sinal	
Pré-condições	Usuário deve ter executado o UC01.
Cenário principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário está visualizando todos os sinais de uma série braille. 2. O Usuário clica sobre um dos sinais apresentados.
Fluxo alternativo	Na execução do passo 2 do cenário principal, o Usuário poderá clicar em outra opção, levando a aplicação para outro estado, sendo: <ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário pode pressionar o botão verde ou vermelho, conduzindo a aplicação para o UC02.
Pós-condições	É apresentado para o Usuário uma tela com o sinal selecionado, uma figura correspondente ao sinal, sua representação no alfabeto latino e sua representação em braille.

O caso de uso UC05 descreve a relação do Usuário e a visualização de destaque do sinal nos exemplos de aplicação. O Quadro 12 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 12 – UC05: Destacar o sinal em braille e em tinta no exemplo de aplicação

UC05: Destacar o sinal em braille e em tinta no exemplo de aplicação	
Pré-condições	Usuário deve ter executado o UC04.
Cenário principal	Não há.
Fluxo alternativo	Não há.
Pós-condições	Na visualização do exemplo de aplicação, o sinal em braille e em tinta tem uma cor azulada, para diferenciá-los dos demais sinais apresentados.

O caso de uso UC06 descreve a relação do Usuário e a interação com a consulta de sinais braille. Esse recurso é utilizado para que, ao surgir uma dúvida em relação ao sinal braille apresentado ou mesmo fazendo a transcrição de um texto, possa recordar qual o sinal em tinta correspondente. O Quadro 13 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 13 – UC06: Consultar sinais braille

UC06: Consultar sinais braille	
Pré-condições	Usuário estar no aplicativo.
Cenário principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao entrar no aplicativo o Usuário estará na tela inicial. 2. O Usuário clica no botão CONSULTA. 3. São apresentados para o Usuário duas celas braille, onde poderá fazer a consulta de sinais simples (utilizando uma das duas celas) ou sinais compostos (utilizando as duas celas).
Fluxo alternativo	Na execução do passo 2 do cenário principal, o Usuário poderá clicar em outras opções, levando a aplicação para outro estado, sendo: <ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário clica no botão SINAIS (UC01). 2. O Usuário clica no botão PRÁTICA BRAILLE (UC07). 3. O Usuário clica no botão MÁQUINA (UC08).
Exceção	Caso o Usuário informe um sinal que não existe na grafia braille para a Língua Portuguesa, a aplicação irá retornar uma mensagem informando que o sinal não possui correspondência.
Pós-condições	De maneira interativa, ao marcar ou desmarcar um ponto das celas braille, a aplicação irá retornar sua representação em tinta ou seu significado, para sinais não visuais.

Este caso de uso descreve a relação entre o Usuário e a prática da escrita braille com atividades para memorização dos sinais. O Quadro 14 descreve em detalhes este caso de uso.

Quadro 14 – UC07: Praticar escrita braille através de atividades de memorização

UC07: Praticar escrita braille através de atividades de memorização	
Pré-condições	Usuário estar no aplicativo.
Cenário principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao entrar no aplicativo o Usuário estará na tela inicial. 2. O Usuário clica no botão PRÁTICA BRAILLE. 3. Abre a tela para a prática da escrita braille. 4. O Usuário informa os pontos na cela braille e confirma a ação, através do botão verde à direita da cela braille.
Fluxo alternativo	Na execução do passo 2 do cenário principal, o Usuário poderá clicar em outras opções, levando a aplicação para outro estado, sendo: <ol style="list-style-type: none"> 1. O Usuário clica no botão SINAIS (UC01). 2. O Usuário clica no botão CONSULTA (UC06). 3. O Usuário clica no botão MÁQUINA (UC08).
Exceção	Na execução do passo 4, caso o Usuário informe pontos na cela braille que não correspondem a letra que está sendo esperada, a aplicação continuará esperando para que informe os pontos corretos.
Pós-condições	Os pontos de interrogação são substituídos pelos pontos informados na cela braille.

APÊNDICE B – Questionário de avaliação do Tagarela Braille

O questionário abaixo foi aplicado com as alunas da disciplina de Sistema Braille, após a utilização do aplicativo, conforme relatado na seção 3.4.1. Os nomes das alunas foram abstraídos para preservar suas identidades. O questionário foi respondido à caneta pelas alunas. A seguir as respostas foram transcritas para o Google Forms, de onde foram extraídas as perguntas e respostas, conforme seguem abaixo.

Profissão / atuação: (19 responses)

Professora

Professora

Professora

Professora

Professora

Professora

Professora

Professora Educação Especial

Professora Educação Infantil

Pedagoga - Saede (ensino regular)

Orientadora no CAESP/APAE de Jaraguá do Sul

Professor / Ensino Regular

Professor AEE

Professora, trabalho com desenvolvimento infantil.

Professora de artes

Professora (Brusque) Educação Especial

Professora / SAEDE

Auxiliar de educação infantil

Professora II

Neste ano (2016), você trabalha com aluno com deficiência visual? Caso sim, em AEE ou ensino regular? (20 responses)

Não

Não

Não

Não

Não

Não

Não

Não.

Não.

Não.

Não.

Não.

Não.

Não.

Sim, no Saede de ensino regular.

Não, nunca trabalhei com alunos com deficiência visual.

Tenho alunos com baixa visão.

Ainda não trabalhei com aluno com deficiência visual.

Sim, no ensino regular.
Sim, AEE

De modo geral, você considera o aplicativo fácil de usar? (20 responses)

Sim 20
Não 0

Você já utilizou ou conhece outro aplicativo para aprender o Sistema Braille? Qual o nome? (19 responses)

Não
Não
Não
Não
Não
Não
Não
Não
Não.
Não.
Não.
Não.
Não.
Não.
Nunca utilizei.
Não, nunca utilizei.
Braille fácil.
Sim, braille fácil.
Não.

Qual foi a sua maior dificuldade utilizando o aplicativo? (19 responses)

Nenhuma.
Nenhuma.
Nenhuma.
Nenhuma.
No momento nenhuma.
Concentração
Nenhuma, é de fácil manuseio.
Nunca tinha usado, achei bastante acessível e compreensível.
Nenhuma
Foi tranquilo de usar. Acredito que em tablet seja mais prático e de melhor acesso quanto a rapidez e agilidade.
No momento não encontrei.
Sinais compostos não aparecem especificado. Ex: Sinal 236 aparecia sinal de vezes mas era aspas.
Descobrir como se apaga os sinais, que era só desmarcar.... rrsrrs
Descobrir onde apagava a letra.
Minha amiga estava empolgada com o aplicativo, apenas observei o método de como utilizar.
Não apresentei dificuldade.
Não encontrei. Achei muito legal.

Não tive nenhuma dificuldade.

Não senti dificuldades.

Você compreende que este aplicativo pode ser utilizado para fins pedagógicos com estudantes normovisuais ou com baixa visão? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Você acredita ser importante pessoas que enxergam aprenderem o Sistema Braille? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Este aplicativo contribui para isso? Por quê? (20 responses)

Sim.

Sim.

É fácil de fazer, pois você preenche as celas e a letra aparece. É bom para treinar.

Sim, o aplicativo facilita o aprendizado.

Sim, uma maneira mais fácil de entender e memorizar.

Sim, pois também contribuem para a concentração.

Sim, porque é uma forma divertida de aprender o braille.

Sim, porque além de ser de fácil manuseio, é lúdico e motivador.

Sim, pois é possível ter uma boa visualização e fácil acesso.

Maneira fácil e diferente de aprender a grafia.

Acredito que sim! A prática ajuda bastante e o modo interativo e visual incentiva a ter maior interesse.

Sim, pois as letras e celas facilitam a identificação da letra e sinais.

Ótimo modo lúdico e didático de aprender.

Sim, pois facilita e muito tanto o processo da transcrição, quanto o conhecimento da simbologia.

Sim, pela facilidade de compreensão.

Sim, porque é uma forma de aprendermos braille através do método da informática.

Contribui e muito, pois ele sana nossas dúvidas sobre os pontos apresentados.

Sim, por sua facilidade ajuda a uma melhor memorização e aprendizado.

Sim. Este aplicativo auxilia no fácil acesso ao reconhecimento da simbologia braille.

Sim, pois torna o aprendizado mais lúdico.

Quais outras pessoas, envolvidas no processo de ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência visual, deveriam aprender a ler e a escrever em Braille para contribuir com o desenvolvimento do aluno cego? (20 responses)

Professores principalmente, mas como é algo que se torna cada vez mais utilizado, todas as pessoas que estão em contato com a criança.

Família, terapêuticos, professores.

Sim, é de suma importância.

Todos envolvidos com esse aluno, profissionais da escola, família e comunidade.

Todas as pessoas da escola, família.

Todas envolvidas, inclusive a família.

Todos os professores próximos à ele, posteriormente todas as pessoas que convivem com ele.

Colegas, professores, pais, em geral pessoas próximas.

Família, professores, terapeutas.

A família e professores, até colegas que convivem com a criança.

Toda unidade escolar que receba um aluno com deficiência visual, deveria pelo menos ter uma noção.

Todos os profissionais ligados direta ou indiretamente com este aluno.

Além dos familiares, professores e os colegas de sala que desejassem.

Penso que todos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem do educando.

Os professores, a sociedade deveria aprender o braille pois é algo de comunicação que envolve todos.

Professores, e alunos em geral, pois trabalho em sala de aula com uma menina cega e os seus colegas apresentam interesse sobre como sabe "descobrir" as palavras.

Professores, pais e a comunidade escolar.

Família, professores e comunidade em geral.

Todos os profissionais. Não é uma questão de necessidade, mas sim de conscientização.

Sim, todos os envolvidos devem ter acesso a simbologia braille para auxiliar o aprendizado do aluno cego.

Este aplicativo, na sua opinião, contribuiria com o aprendizado de tais pessoas? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Você considera que o aprendizado do Sistema Braille para pessoas normovisuais se tornaria mais fácil com a utilização de tecnologias? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Para você, a utilização de recursos visuais dinâmicos facilita o processo de aprendizagem do Sistema Braille? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Cite quais destes recursos no aplicativo você mais apreciou. (18 responses)

Consulta de sinais.

Consulta de sinais.

Consulta de sinais.

Consulta de sinais.

Achei a consulta interessante, pois qualquer dúvida, é só colocar os pontos.

A consulta.

Consulta e utilização da informática.

Pesquisa e jogos.

Gostei do aprendizado das letras.

Jogos com imagens, tabela de pontos que ao colocar (preencher pontos) mostra qual letra é.

Consulta braille.

Gostei da consulta, bem simples de fácil compreensão.

A prática braille e a consulta.

As consultas e prática braille.

A cela braille e os jogos.

Consulta.

Prática braille e consulta de sinais.

A atividade para completar as palavras.

Você se sentiu motivado a continuar utilizando este aplicativo para aprender mais sobre o Sistema Braille? (20 responses)

Sim 20

Não 0

Qual a sua avaliação do aplicativo? (20 responses)

Muito bom 17

Bom 3

Regular 0

Insatisfatório 0

Que sugestões você daria para melhorar o aplicativo? (10 responses)

Quem sabe mudar o contraste das cores e aumentar um pouco o tamanho das letras.

Um sistema de numeração onde aparecesse a letra.

Para mim não precisa melhorar. Está muito bom.

Está ótimo.

Nenhuma sugestão.

Colocar frases em braille onde devemos por a letra correspondente ao ponto.

A opção de ter som para as pessoas que desejassem.

Cores que destacam para pessoas com baixa visão.

Adorei o aplicativo, acho que deveria ser apresentado para as escolas e demais pessoas.

Outras atividades: para formar frases e dar o sinal em Braille e a pessoa colocar seu significado em tinta.

Qual foi sua opinião sobre o aplicativo, referente a:

Coors

Gostei 16

Não gostei 2

Exemplos

Gostei 18

Não gostei 0

Consulta de sinais

Gostei 18

Não gostei 0

Prática Braille

Gostei 18

Não gostei 0

Máquina

Gostei

Não gostei