



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
DE BRASÍLIA (IESB)
COORDENAÇÃO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

IZABELA RAMOS FERREIRA

**TECLADO ANDROID PARA INCLUSÃO DIGITAL DE DEFICIENTES
VISUAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**BRASÍLIA - DF
2021**

TECLADO ANDROID PARA INCLUSÃO DIGITAL DE DEFICIENTES VISUAIS

Monografia submetida ao curso de graduação em Ciência da computação do Centro Universitário do Instituto de Educação Superior de Brasília (IESB), como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em: __/__/__

BANCA AVALIADORA

Profº Esp. Kenniston Arraes Bonfim
IESB

Profº MSc. Cristiane Loesch
IESB

Profº MSc. Sérgio Antônio Aragão
IESB

BRASÍLIA - DF
2021

RESUMO

Desenvolvimento de um teclado virtual para usuários com limitações visuais. Realizado em ambiente Android e em linguagem Kotlin, o teclado possui como diferencial a interação com o usuário através de vibrações e respostas sonoras do aparelho, a fim de respeitar as limitações físicas ao propor um novo design e novos comandos gestuais.

Esse projeto propõe uma navegação tátil ao deficiente visual por meio do teclado virtual convencional presente no sistema Android, utilizando-se dos recursos de áudio e vibração de cada aparelho para se corresponder com o usuário. A proposta visa autonomia ao se integrar as ações de interação do usuário com a tela de forma dinâmica ao viabilizar uma navegação intuitiva baseada na tecnologia touchscreen garantindo portabilidade entre diversos produtos que utilizam esta tecnologia, a saber, elevadores, portas automáticas, televisões, fornos elétricos, geladeiras, entre outros aparelhos.

A pesquisa abrange a construção de uma infraestrutura segura e funcional para dar suporte à solução, o levantamento de requisitos em contato direto com o público-alvo, o desenvolvimento do teclado em linguagem Kotlin conforme os paradigmas de orientação a objeto baseando-se nos levantamentos acerca do sistema braile e dos recursos de acessibilidade que possuímos até então nas plataformas digitais.

Para maior concisão nos resultados obtidos, a proposta desse trabalho reúne a aplicação de estudos estatísticos para definição de uma interface simplificada utilizando-se de metodologias e estudos sobre Interface Humano-Computador para desenhar uma interface interativa com a proposta de novos comandos gestuais, levando em consideração os impactos para a garantia de compatibilidade, desempenho e estabilidade que serão persistidos através de intensivas rotinas de testes.

Palavras-chave: Teclado Virtual. Inclusão Digital. Deficiência Visual. Android. Kotlin.

ABSTRACT

Development of a virtual keyboard for users with visual impairment. Made for Android with the Kotlin programming language, the keyboard has in its user interaction through vibrations and sound feedback its key differential in order to respect the user's physical limitations while proposing new design and gesture commands.

This project proposes the use of tactile navigation to the visual impaired through the conventional virtual keyboard present in the Android system, using the sound and vibration resources of each device to interact with the user. This proposal aims to be autonomous in terms of how it dynamically integrates the user's interactions with the screen by allowing an intuitive navigation based on touchscreen technologies, thus guaranteeing portability between various products that use them, such as elevators, automatic doors, televisions, electric ranges, and fridges, among other devices.

The research covers the development of a safe and functional infrastructure that is able to support the solution itself, the requirements gathering under direct contact with the target audience, the development of the keyboard with the Kotlin language following the object-oriented paradigm based on the requirements of the Braille system, and the accessibility resources currently present on digital platforms.

In order to keep the collected results concise, this work's proposal gathers the application of statistical studies for the definition of a simplified interface while using human-computer interface studies and methodologies to design an interactive interface with the new gesture command proposal, taking into consideration the compatibility, performance, and stability guarantees that should be maintained by thorough test routines.

Keywords: Virtual Keyboard. Digital inclusion. Visual impairment. Android. Kotlin.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Respostas Discursivas	4
--	---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Percentual de distribuição cumulativa das versões do Android	9
Figura 2 – Gráfico pizza sobre uso das versões Android	9
Figura 3 – Protótipo inicial com teclado sensível em modelo QWERTY	15
Figura 4 – Arquitetura do algoritmo	19
Figura 5 – Redução da ARC em grafo conexo e acíclico	23
Figura 6 – Representação geométrica do comportamento vetorial com relação ao ângulo	23
Figura 7 – Teclado Sensível com nova proposta de design	26
Figura 8 – Seleção do Teclado Sensível	27
Figura 9 – Comparativo entre o teclado tradicional e o sensível	27
Figura 10 – Gráficos pizza dos percentuais de respostas ao formulário	5
Figura 11 – Gráficos pizza dos percentuais de respostas ao formulário	6
Figura 12 – Árvore de Representação do Conhecimento	7

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	JUSTIFICATIVA	7
1.1.1	Motivação	7
1.1.2	<i>Smartphone</i>	7
1.1.3	Android <i>Marshmallow</i> 6.0	8
1.2	OBJETIVOS	11
1.3	OBJETIVO GERAL	11
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.0.1	<i>Kotlin, Android Studio</i>	12
2.0.2	Projetos Correlatos	12
3	DESENVOLVIMENTO	13
3.1	Requisitos	13
3.1.1	Requisitos não funcionais	13
3.1.2	Requisitos funcionais	14
3.1.3	Design de teclado	14
3.1.4	Casos de Uso	16
3.1.5	Comando Gestual	18
3.2	Arquitetura do Projeto	18
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	20
4.1	Braile: Análise	20
4.1.1	Combinações	20
4.2	Interface	21
4.2.1	Análise Geométrica	21
4.2.1.1	Conceitos	22
4.2.1.2	Grafo	22
5	RESULTADOS PARCIAIS	26
5.0.1	Aplicativo	26
6	CONCLUSÃO	28
6.1	Próximos Passos	28
6.2	Considerações Finais	28

<i>SUMÁRIO</i>	5
Referências	30
Apêndices	1
APÊNDICE A Formulário	2
APÊNDICE B Resultados Gráficos da Aplicação do Formulário	4
B.1 Síntese das respostas abertas	4
B.2 Síntese das respostas fechadas	4
APÊNDICE C Árvore de Representação do Conhecimento	7

1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual é definida como a condição de saúde em que o indivíduo é privado parcialmente ou totalmente da capacidade de ver (OLIVEIRA et al., 2017). Cegos são pessoas que apresentam desde ausência total de visão até a perda da projeção de luz e o seu processo de aprendizagem ocorre através dos sentidos, dentre eles o tato e a audição.

Cerca de 1% da população mundial apresenta algum grau de deficiência visual e mais de 90% destes encontram-se nos países em desenvolvimento. De acordo com o IBGE¹, no Brasil existem mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão (CENSO IBGE, 2010).

Este projeto visa uma navegação tátil ao deficiente visual por meio do teclado virtual presente no sistema Android, utilizando-se dos recursos de áudio e vibração de cada aparelho para se corresponder com o usuário oferecendo uma opção a mais de teclado dentro do sistema. Proporcionando autonomia ao se integrar as ações de interação do usuário com a tela, de forma dinâmica, e viabilizando uma navegação intuitiva baseada na tecnologia *touch screen*².

Este documento está organizado em 7 tópicos principais: Introdução, Revisão da Literatura, Desenvolvimento, Análise e Discussão dos Resultados, Resultados Parciais, Conclusão e Referências. Na sessão 1 são abordados fatos, dados e percepções sobre o cenário do deficiente visual, bem como a iniciativa do aplicativo e seus objetivos, evidenciando as justificativas e defesas para a instauração deste projeto. Na sessão 2 são referenciadas as tecnologias bem como os trabalhos correlatos. Na sessão 3 há uma abordagem mais técnica sobre a construção da solução e seus resultados, que são detalhados na sessão 5. Por fim, na sessão 6 há uma síntese do que foi desenvolvido e aborda sobre os projetos futuros.

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

² tela sensível ao toque

1.1 JUSTIFICATIVA

Se a tendência do futuro for um ambiente cada vez mais digital e tecnológico, a inclusão digital deve ser instaurada como pré-requisito em qualquer nova descoberta. O propósito deste trabalho é evidenciar as deficiências dos aparelhos eletrônicos, por meio da aplicação de formulários [apêndice A], no que diz respeito a acessibilidade e tentar contornar esse quadro. Hoje o sistema Android pode ser integrado em elevadores, portas automáticas, televisões, fornos elétricos, geladeiras, entre outros aparelhos e essa evolução tecnológica deve crescer alinhada à acessibilidade, possibilitando para a portabilidade dessa solução para várias plataformas.

Uma vez que as pessoas com deficiência têm maior probabilidade de estarem expostas a problemas cotidianos, essas tecnologias podem ser usadas para apoiar as pessoas com deficiência e fornecer um ambiente operacional seguro.

Não conseguir navegar na *web* por falta de acessibilidade no meio digital é uma grande barreira. Deve ser responsabilidade de todo desenvolvedor zelar pelo progresso do ambiente digital e contribuir para a acessibilidade e a portabilidade de todos os recursos digitais que possuímos hoje. A capacidade de fazer transações bancárias, compras, pagar contas, encontrar informações importantes e interagir socialmente são motivações para ficar *online*.

Não obstante, as adaptações do mundo físico e digital para atender às necessidades de pessoas com deficiência facilitam o ingresso no mercado de trabalho e no meio acadêmico.

1.1.1 Motivação

Por razões humanas, aproximar o deficiente visual dos avanços tecnológicos abre portas para diversas áreas a saber, educação, profissionalização, acessibilidade e até conforto. Na educação há a possibilidade de facilitar a alfabetização e possibilitar maior contato com o alfabeto latino, na profissionalização de deficientes visuais que querem se qualificar e contribuir nas academias de tecnologias ou áreas humanas. Na acessibilidade para trazer ao indivíduo possibilidades mais viáveis de produzir textos para se comunicar ou de ter autonomia para executar tarefas que necessitem de recursos tecnológicos. E no conforto de permitir certo nível de independência e autonomia para realizar operações sozinho.

1.1.2 Smartphone

Os aparelhos móveis estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Eles proporcionam soluções *online* que substituem atividades reais de deslocamento e acesso. Essa autonomia que os aparelhos móveis possibilitam pode não ser distribuída de forma democrática para determinados grupos de pessoas, isso se avaliado num escopo de limitações físicas, distribuição

desigual de renda no país ou falta de acesso à informação.

Esse quadro pôde ser extraído pela pesquisa realizada no formulário aplicado em anexo [apêndice A] pela questão 3 onde se extraiu o resultado contido no anexo [apêndice B] evidenciando que dentro desse espaço amostral, em um seleto grupo de pessoas com o perfil de uso, 51,6% dessas pessoas utilizam *smartphone* diversas vezes ao dia e pelo menos 38% faz uso do dispositivo o tempo todo.

Portanto, fica evidente uma espécie de onipresença desse recurso tecnológico na sociedade e o objetivo desse trabalho é aproveitar esse cenário para espalhar mecanismos de inclusão digital da forma mais democrática possível.

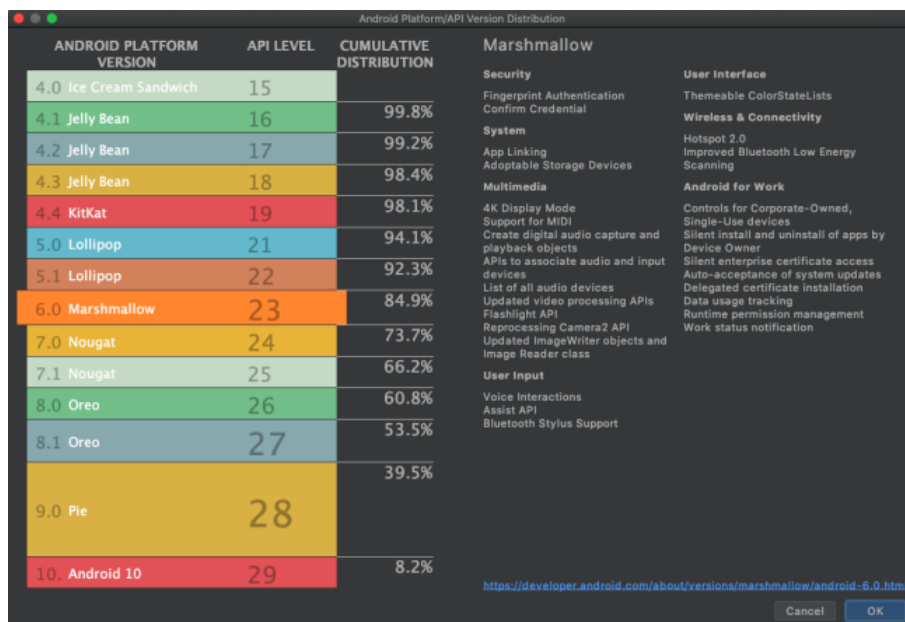
1.1.3 Android *Marshmallow* 6.0

O *Android* 6.0 foi uma escolha estratégica baseada na configuração de *backups* automáticos, disponibilizando um limite de 25 *Megabytes* por aplicativo criptografados por padrão, permitindo a mudança de aparelho ou apenas a redefinição quando for realizada a reinstalação seus aplicativos, os dados anteriores serão restaurados convenientemente, mesmo com aplicativos que foram carregados ou comprados em outras lojas de aplicativos.

Além disso, permite acesso as configurações do aplicativo e opções de ativar ou desativar individualmente as permissões específicas do aplicativo a qualquer momento. Isso dá aos usuários controle total sobre a aplicação e resolve quaisquer preocupações de privacidade que possam ocorrer.

Para execução desse projeto, encontrou-se maior conveniência para desenvolver baseado nessa do *Android* entre as opções ofertadas abaixo:

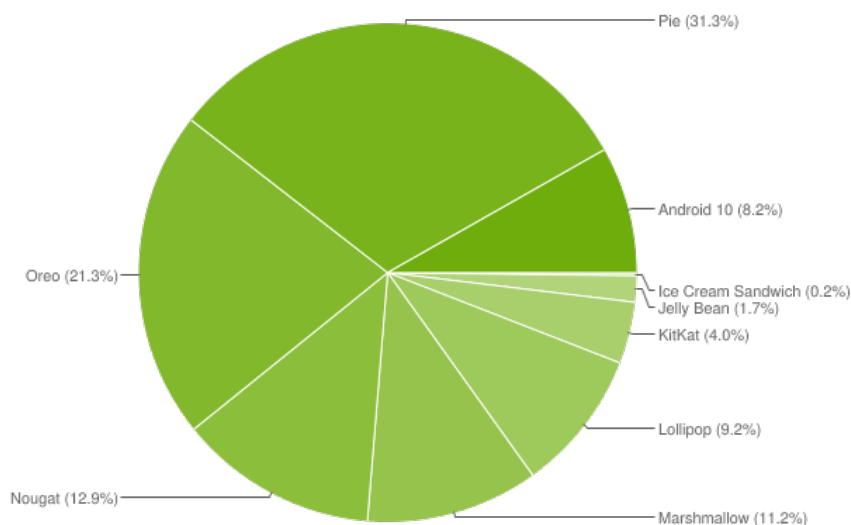
Figura 1 – Percentual de distribuição cumulativa das versões do Android



Esses dados dizem sobre a distribuição cumulativa, onde se evidencia o valor de 84.9% de adoção dessa versão no mercado. O critério para escolha foi baseado na ampla distribuição considerando os impactos de qualquer *feature*³ nova ou depreciação de funcionalidades antigas do sistema *Android*.

Esses valores, no entanto, para melhor entendimento podem ser convertidos para uma visualização um pouco mais simplificada:

Figura 2 – Gráfico pizza sobre uso das versões Android



³ Nova característica ou função

Além disso, a versão *Marshmallow* possui um *hub*⁴ de *API's*⁵ para associação de serviços de áudio e de entrada, como descrito nas informações de Multimídia da figura 1 e em uma visualização setorizada e desenhada através do percentual de distribuição por versão da figura 2, ocupa uma considerável parcela de 11,2% de consumo que se torna relevante dada sua estabilidade e portabilidade, diferentemente das versões *Jelly Bean* ou até mesmo *Kitkat* que possuem propriedades depreciadas e que não atendem as integrações necessária exigidas pelos requisitos na sessão 3.

⁴ Concentrador utilizado na área da informática para realizar a conexão de computadores de uma rede e possibilitar a transmissão de informações entre essas máquinas

⁵ Conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso a um aplicativo de *software* ou plataforma baseado na *Web*

1.2 OBJETIVOS

No intuito de desenhar a melhor solução para tornar aparelhos eletrônicos cada vez mais acessíveis, bem como alcançar grupos dos mais diversos perfis, foram definidos objetivos que serão esclarecidos em 1.3 e 1.4.

1.3 OBJETIVO GERAL

Espera-se promover a autonomia do usuário considerando as limitações físicas e a inclusão digital de deficientes visuais ao se desenvolver uma solução em linguagem *Kotlin*, levando em consideração a versatilidade e integração com *AndroidStudio*⁶. O projeto, como um todo, busca construir uma consciência sobre acesso e disponibilidade sobre o mundo físico conectado ao mundo virtual.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir infraestrutura segura e funcional para dar suporte à solução
- Levantar requisitos em contato direto com o público-alvo
- Desenvolver teclado em linguagem *Kotlin* orientado a objetos
- Estudar e levantar informações sobre acessibilidade e o sistema braile
- Aplicar estudos estatísticos para apuração dos resultados
- Definir um projeto visual simplificado com base em estudos sobre Interface Humano-Computador
- Definir interface interativa
- Coordenar novos comandos gestuais
- Garantir compatibilidade, desempenho e estabilidade

⁶ ambiente de desenvolvimento integrado para desenvolver para a plataforma *Android*

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.0.1 *Kotlin, Android Studio*

Este projeto requer uma linguagem de programação de tipagem estática e concisa, o que justifica a escolha da linguagem *Kotlin*, que está em constante desenvolvimento (SMYTH, 2017) e também é totalmente interoperável com *Java*. Assim, cabe a conveniência do ambiente de desenvolvimento *Android Studio* que é integrado para desenvolver para a plataforma *Android*.

2.0.2 Projetos Correlatos

Braille Touch – Teclado Auxiliar apresenta um teclado virtual, por meio de película especial equipada com caracteres em braile, a ser aplicada em telas com tecnologia *touch screen* para inclusão digital (OLIVEIRA, 2018).

Estudo de Aplicativos Móveis para Deficientes Visuais no Âmbito Acadêmico apresenta um estudo de aplicativos móveis a serem utilizados no âmbito acadêmico por seu alto potencial de uso por parte dos deficientes visuais para a melhoria da vida cotidiana no âmbito acadêmico (SILVA; BRAGA; DAMACENO, 2015).

Acessibilidade Computacional Por Meio de Teclado Adaptado apresenta a criação e o desenvolvimento do protótipo de um teclado com teclas em alto relevo especial e acessível para as pessoas com deficiência visual (OLIVEIRA; CHAVES et al., 2017).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Requisitos

Através de um levantamento analítico do problema, foram definidos requisitos básicos da aplicação com base nas necessidades do usuário de acordo com o que as tecnologias aqui definidas podem oferecer. Estes devem declarar o que o sistema deve fazer e sob quais restrições, também conhecidos como Requisitos Não Funcionais 3.1.1 e Requisitos Funcionais 3.1.2.

3.1.1 Requisitos não funcionais

[R1] Disponibilidade	A solução deve ser desenvolvida e disponibilizada com enfoque para o ambiente <i>Android</i> mais acessível, estável e popular entre os aparelhos móveis e eletrônicos que suportem integrações com o sistema.
[R2] Linguagem	A aplicação deve apresentar a solução de acordo com o alfabeto latino, sistema de escrita alfabética mais utilizado no mundo.
[R3] Desempenho	A aplicação deve usar os recursos disponibilizados pelos aparelhos móveis de forma exata as suas necessidades, não desperdiçando a utilização de nenhum destes recursos, sem impactar negativamente na autonomia da bateria ou do gerenciamento de memória
[R4] Segurança	Garantir segurança de dados, de operações e de privacidade.
[R5] Interoperabilidade	A aplicação deve implementar mecanismos de nulidade desconhecida; acesso de propriedade; sem palavra-chave específica do Kotlin; parâmetros lambda por último. De acordo com as regras definidas (<i>File >Preferences > Editor >Inspections >Kotlin Interoperability</i>).
[R6] Usabilidade	A aplicação deve adotar os princípios ergonômicos gerais que se aplicam ao projeto de diálogos entre os seres humanos e sistemas de informação conforme Heurística de Usabilidade, Norma ISO 9241-11.
[R7] Compatibilidade	Deve ser possível executar a aplicação plenamente em todas as plataformas suportadas, oferecendo uma experiência semelhante de interação quaisquer que sejam essas plataformas e suas versões

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.2 Requisitos funcionais

[R8] A aplicação deve possuir recurso de alerta por meio de vibração.

[R9] A aplicação deve possuir recurso de reprodução de leitura de texto em forma de áudio.

[R10] A aplicação deve tratar o *input* do usuário de forma individual.

[R11] A aplicação deve possuir funcionalidade independente para reproduzir todo o conteúdo de *input*.

[R12] A aplicação deve ser configurável em ambiente *Android* para permitir a troca de teclados.

[R13] A aplicação deve propor comandos gestuais para navegação tátil facilitada ao pressionar para que o usuário seja guiado entre os comandos e soltar para selecionar.

[R14] A aplicação deve reproduzir os resultados em formato de áudio de modo inteligível¹.

[R15] A aplicação deve mapear todos os caracteres necessários utilizando-se da estratégias intuitivas para memorização das sequências alfanuméricas.

3.1.3 Design de teclado

Foram coletadas informações para o levantamento das dificuldades no aprendizado e utilização do sistema braile de leitura para que se compreenda melhor a sensibilidade que a solução deve alcançar. A maioria dos aparelhos com tela *touch screen* não tem um teclado físico, mas possuem um teclado virtual para receber a interação do usuário conforme definições dos requisitos do item 5.1.

Para o desenvolvimento do teclado virtual personalizado será utilizada a ferramenta *AndroidStudio* que é um IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) distribuído pela *Google* para os programadores de *Android*. Um projeto neste ambiente é organizado, no computador do desenvolvedor, em pastas contendo arquivos XML - *Extensible Markup Language* - o qual define um conjunto de regras para a codificação de documentos em um formato que seja legível por humanos e interpretável por máquinas.

O teclado virtual aqui definido é considerado como um *Input Method Editor* (IME) pelo sistema operacional *Android* e para que esse método de entrada aconteça será criado um novo modelo de teclado contendo o mapeamento das teclas para que atender aos métodos de interação. Segue abaixo, na figura 3 o protótipo desenvolvido de forma customizada para receber os novos comandos gestuais para interação com usuário.

Esse novo modelo foi desenvolvido através de novos componentes: *expandableView*,

¹ Que se compreende bem, que é fácil de entender; claro, compreensível. Que se ouve nitidamente.

Figura 3 — Protótipo inicial com teclado sensível em modelo QWERTY



Fonte: Elaborada pelo autor.

*keyboard*², *textFields* e *utilities*. Isso porque a *API* do teclado do sistema *Android* é limitada e difícil de trabalhar. Assim, a classe *CustomKeyboardView* pode ser injetada com qualquer *layout* e controlador de teclado sendo apenas necessário criar um *EditText*³ e escolher o teclado interativo para o usuário alvo.

² onde foi declarada a classe *CustomKeyboardView*

³ método de entrada do usuário

3.1.4 Casos de Uso

Caso de Uso nº1 - Teclado	
Ator principal	Usuário
Atores secundários	Sistema operacional <i>Android</i> , Teclado virtual [R1]
Resumo	Funcionalidade de teclado virtual interativo via áudio e sistema interno de vibração [R8][R9]
Pré-Condição	A aplicação de Teclado Virtual deve estar instalada no aparelho [R12]
Pós-Condição	Durante o fluxo de ações de <i>input</i> e interações com a ferramenta por comandos gestuais o sistema deve apresentar como <i>output</i> o texto digitado e reproduzi-lo em formato de áudio [R9][R11][R14]
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1. Mapeia os botões referentes a cada tecla do Teclado Virtual e responde com sinais de alerta sobre cada comando gestual que ultrapasse as fronteiras desse mapeamento [R8][R9][R13]
2. Realiza o comando gestual de pressionar o dedo na tela, realizando navegação [R8][R9][R13]	
3. Realiza o comando gestual de soltar o dedo da tela, realizando seleção [R8][R9][R13]	4. Reproduz caractere selecionado em formato de áudio [R14]
	5. Insere caractere na caixa de texto correspondente [R10]
6. Seleciona botão de leitura ao final da escrita [R15]	7. Reproduz <i>input</i> completo em formato de áudio
Restrições Validações	<ul style="list-style-type: none"> - O Teclado Virtual deve inserir um caractere por vez - O Teclado Virtual deve reproduzir os resultados em formato de áudio de modo inteligível, espaçado e em velocidade de reprodução normalizada - O Teclado Virtual deve emitir vibrações curtas a cada comando gestual fora do botão alvo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso de Uso nº2 - Configuração do Teclado	
Ator principal	Usuário auxiliador
Atores secundários	Sistema operacional <i>Android</i> , Teclado virtual [R1]
Resumo	Configuração da funcionalidade de teclado virtual interativo via áudio e sistema interno de vibração [R8][R9]
Pré-Condição	A aplicação de Teclado Virtual deve estar instalada no aparelho e o Usuário deve solicitar auxílio para acessar as configurações do aparelho [R12]
Pós-Condição	Definir Teclado Virtual como método de entrada <i>default</i> [R1][R6][R7][R12]
Ações do Ator	Ações do Sistema
	1. Após instalação, o sistema deve estar exposto na listagem de 'Teclado e métodos de entrada' no aparelho
2. Acessar as configurações do aparelho	
3. Selecionar 'Idioma e entrada'	
4. Selecionar 'Teclado Virtual' em 'Teclado e métodos de entrada'	
Restrições Validações	- O Teclado Virtual deve atuar como método de entrada <i>default</i> [R2][R3]

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.5 Comando Gestual

Como o toque com o dedo nem sempre é a forma mais precisa de interação, a detecção de eventos geralmente se baseia mais no movimento do que no simples contato. Para identificar o movimento na plataforma de desenvolvimento, um novo *onTouchEvent()*⁴ é acionado com um evento *ACTION_MOVE* sempre que a posição, pressão ou tamanho do contato de toque atual muda. Todos esses eventos são registrados no parâmetro *MotionEvent* de *onTouchEvent()*.

Para ajudar os apps a diferenciar gestos de movimento (como deslizar) de gestos sem movimento (como um único toque), o *Android* inclui a noção de "tolerância de toque". A tolerância de toque refere-se à distância em pixels que o toque do usuário pode percorrer antes que o gesto seja interpretado como um gesto de movimento.

A seguir, as maneiras de rastrear o movimento em um gesto:

- As posições inicial e final de um ponteiro.
- A direção do percurso do ponteiro, conforme determinado pelas coordenadas x e y.
- É possível encontrar o tamanho do histórico⁵ de um gesto chamando o método *MotionEvent getHistorySize()*⁶.
- É possível saber as posições, tamanhos, horários e pressões de cada evento histórico usando os métodos *getHistorical <Value>* do evento de movimento.
- A velocidade do ponteiro conforme ele se move na tela.

3.2 Arquitetura do Projeto

A programação orientada a objetos nos permite resolver um problema complexo usando objetos. As classes são os principais blocos de construção de qualquer linguagem de programação orientada a objetos e todos os objetos fazem parte de uma classe e compartilham propriedades e comportamentos comuns definidos pela classe na forma de atributos e funções.

Para execução desse projeto definiu-se os seguintes principais componentes:

- *Views*:
Define o comportamento geral da estrutura conforme as ações de expansão, contração e redimensionamento para garantir responsividade da aplicação.
- *Controllers*:
Define as ações de cada tecla e seus comportamentos separados por: teclado decimal, padrão e numérico.
- *Layouts*:
Define uma matriz com cada caractere para ordenação, organização e estrutura dos teclados decimal, padrão e numérico.

⁴ Método que reconhece cada ponto da tela que o usuário tocar.

⁵ O histórico é útil ao renderizar uma trilha do dedo do usuário, bem como para desenhar com o toque.

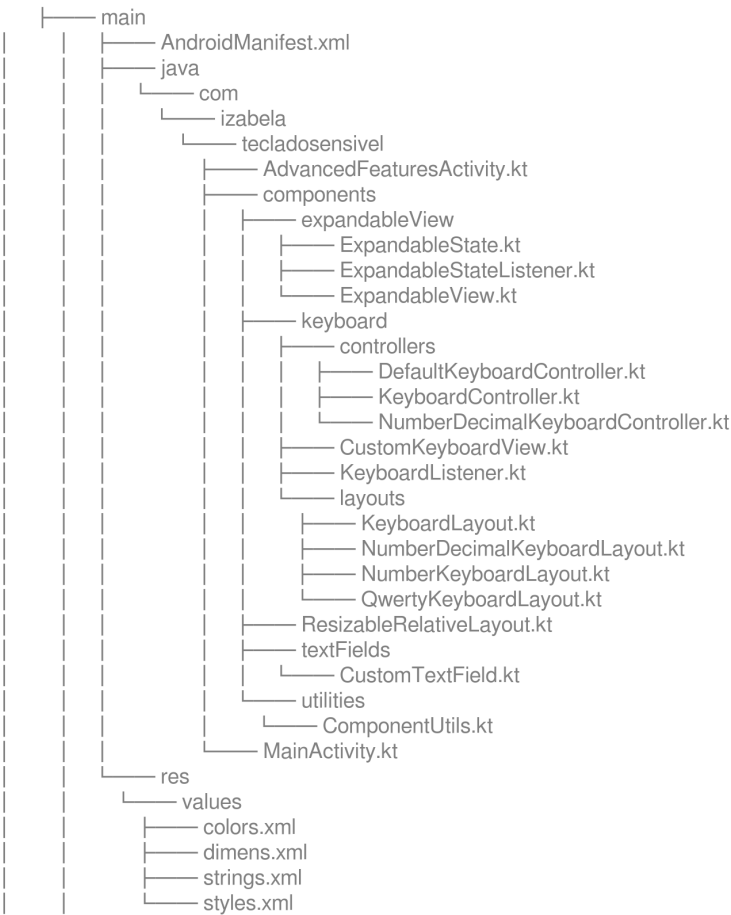
⁶ Método que retorna todos os pontos que foram mapeados em tela.

Todos orquestrados pela atividade principal:

- MainActivity

Conforme ilustrado a seguir:

Figura 4 – Arquitetura do algoritmo



Fonte: Elaborada pelo autor.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados gráficos em anexo [apêndice B] obtidos pela aplicação do formulário em anexo [apêndice A] sintetizam a real necessidade do usuário final, a saber:

- 3.2% dos respondentes não conseguem utilizar um *smartphone* sozinho;
- 35.5% dos respondentes nunca utilizaram as opções de acessibilidade do sistema e entre os que utilizaram, 4.2% categoriza a experiência como ruim;
- 3.2% dos respondentes afirmam que o *smartphone* não proporciona praticidade em atividades cotidianas e 29% não consideram o *smartphone* acessível;

4.1 Braile: Análise

4.1.1 Combinações

O braile possui uma lógica simples: Considerando 6 pontos, pode-se arranjar grupos de 1 à 6 entre estes 6 pontos em que cada ponto se destaque em posições diferentes.

Matematicamente essa linguagem corresponde à soma das combinações simples:

$$\binom{n}{k} = {}^nC_k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$$\begin{aligned}\binom{6}{1} &= 6 + \\ \binom{6}{2} &= 15 + \\ \binom{6}{3} &= 20 + \\ \binom{6}{4} &= 15 + \\ \binom{6}{5} &= 6 + \\ 0! &= 1\end{aligned}$$

64 caracteres

Os objetivos desse estudo também são compostos pela necessidade de reduzir a complexidade e a curva de aprendizado para aquele que ainda vai se adaptar ao cenário de baixa ou nenhuma visão. O alfabeto latino hoje é um dos mais utilizados no mundo. O padrão utilizado hoje, ISO (codificado em ISO/IEC 646¹), também oficialmente adotado em língua portuguesa, consiste de 26 caracteres: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Além disso, o alfabeto latino possui letras com diacríticos² e esse é o ponto fundamental em que a proposta deste projeto se baseia na escolha da adaptação do alfabeto convencional na inclusão por meio do teclado interativo. Levando em consideração a versatilidade em oferecer

¹ norma internacional para codificação de caracteres, baseada na norma estadunidense ASCII, que foi aprovada em 1991 pela Organização Internacional de Normalização.

² Sinais que modificam o som da letra: acentos (agudo, circunflexo, grave) e sinais (til, cedilha, trema e apóstrofo).

uma solução que atenda ao padrão de teclado³ do mercado atual (NOYES, 1983) e ao padrão sequencial que o alfabeto latino proporciona.

4.2 Interface

Para modelar uma melhor proposta de interface com base na praticidade e na possibilidade de mapear cada caractere através da memória, foram utilizados conceitos e recursos a cerca da área de conhecimento sobre Similaridade Semântica para tentar computar de forma lógica a capacidade cognitiva humana associando grupos de elementos símiles. A Similaridade Semântica é como um critério de ordenação de pares de coisas, estabelecendo graus de semelhanças, tendo em vista que semelhança não é o mesmo que equivalência e permitindo criar uma estrutura complexa de conhecimento, conforme o apêndice C.

Os estudos a seguir refletem a importância do requisito não funcional de Usabilidade [R6] regido pela ABNT NBR ISO 9241-11⁴ que define a usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um dispositivos de interação visual em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário final.

A avaliação da Similaridade Semântica, com todas as limitações que serão enunciadas na Análise Geométrica, é o mais viável para ser implementado e constituir um mínimo de evidência para a hipótese dessa pesquisa. Espera-se que esta hipótese/pressuposto indique um tipo de formalismo, materializado num programa de computador, capaz de se aproximar da capacidade cognitiva de julgamento de semelhanças e de diferenças entre classes de entidades espaciais (BORGES, 2003).

4.2.1 Análise Geométrica

O problema a ser resolvido, no entanto, é responder ao seguinte questionamento: Qual seria a melhor interface para um deficiente visual? Um teclado, seja para escrita, seja para comandos, seja para calculadores e dezenas de outras aplicações, concentra uma complexidade visual que é captada de acordo com a nossa memória física e muscular como a memória visual propriamente dita. Entretanto, ao separar as informações similares a cerca dos caracteres de um teclado é possível definir uma cadeia de conceitos organizada por níveis de similaridade das informações e associadas através de uma distância semântica representada por uma ARC⁵.

O apêndice C relaciona a informação de acordo com a seguinte hierarquia:

- Caracteres

Lowest Common Ancestor (LCA).

³ *QWERTY* é o *layout* de teclado para o alfabeto latino atualmente mais utilizado em computadores e máquinas de escrever

⁴ Aplica-se ao trabalho de escritório com computadores e situações onde o usuário está interagindo com um produto para alcançar seus objetivos.

⁵ Árvore de Representação do Conhecimento

- Tipos de Caracteres
Letras (vogais, consoantes), Números, Símbolos (pontuação, operadores matemáticos, acentos gráficos), Comandos.
- Quantidade de Caracteres
Quantidade de cada item da Lista de símbolos léxicos que compõem cada estrutura.
- Lista de símbolos léxicos que compõem cada estrutura.
Símbolos léxicos que compõem cada grupo de caracteres.

4.2.1.1 Conceitos

Com base no modelo geométrico da ARC, novos conceitos vêm à tona:

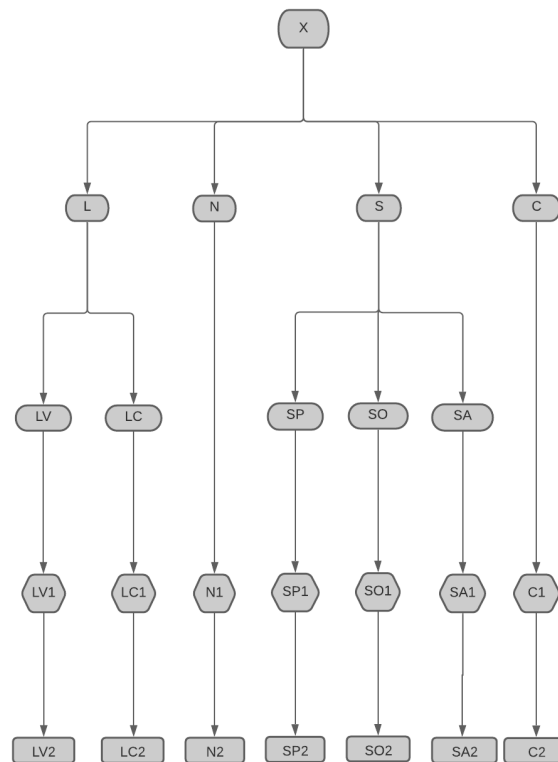
- *Lowest Common Ancestor (LCA)*
No caso da representação modelada no apêndice C, é definida a distância semântica $\frac{1}{17}$ no nó-raíz ao assumir a representação de grafo, conforme a figura 5. O conceito de LCA está intrínseco na distância que define uma ordem de similaridade entre 2 termos dessa estrutura com relação à classe que os subordina.
- Vetores de componentes idênticos
Nesse estudo aplicado, define-se que o produto interno entre dois vetores de componentes idênticos tem como resultado a unidade.
- *Bag of Elements*
São coleções de vetores que representam os elementos da estrutura.

4.2.1.2 Grafo

A estrutura de representação do conhecimento, para essa premissa, é interpretada como o seguinte grafo⁶ representado pela figura 5:

⁶ Uma forma de organizar dados, definida a partir de um conjunto de vértices/nós e um conjunto de arestas são utilizadas para ligar 2 vértices

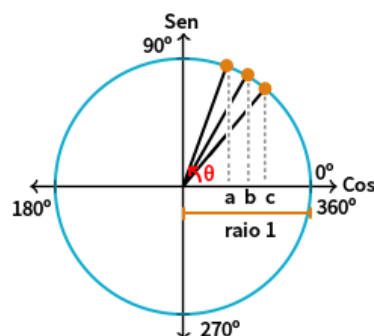
Figura 5 – Redução da ARC em grafo conexo e acíclico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Assumindo grandezas vetoriais no espaço, a figura 6 representa geometricamente a interpretação da Similaridade Semântica. Essa semelhança semântica é denotada pelo comportamento do ângulo θ que cresce proporcionalmente à medida que a similaridade entre os elementos da figura 5 decresce, assim como a função Co seno entre os vetores decresce (GANESAN; GARCIA-MOLINA; WIDOM, 2003).

Figura 6 – Representação geométrica do comportamento vetorial com relação ao ângulo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando A, B, C, D, E e F como *Bag of Elements*, os cálculos abaixo representam o percentual de similaridade semântica de cada grupo em sua área de semelhança.

Para essa análise de interface foram agrupados alguns componentes de um teclado convencional de acordo com suas características e atributos. Nessa estrutura, existe uma chave

principal da informação: Os Caracteres. A partir dela foram definidos 4 tópicos: Letras, Números, Símbolos e Comandos.

Neste objeto de pesquisa, as Letras são representadas por dois subgrupos: Vogais e Consoantes, os Símbolos por mais três subgrupos e os Números e os Comandos por 1 subgrupo. São todos classificados por dois conjuntos representativos de quantidade de caracteres e dos símbolos léxicos que cada um é composto. O objetivo é representar vetorialmente a similaridade semântica entre cada área de conhecimento e mapear da melhor forma o alcance entre cada conjunto de caractere para facilitar a navegação do deficiente visual, tendo como pre suposto a ideia de que é mais fácil memorizar e mapear mentalmente estruturas que possuem um posicionamento baseado na logica e na organização por suas características.

Aplicando a distancia semântica vetorial entre cada área de conhecimento, os cálculos abaixo trazem o embasamento teórico e logico que determinou a interface final do projeto.

$$\begin{aligned}\cos \theta &= SS(v_1, v_2) = \frac{\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2}{\|\vec{v}_1\| \times \|\vec{v}_2\|} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i \times y_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \times \sum_{i=1}^n y_i^2}} \\ A &= (\overrightarrow{LV_2}, \overrightarrow{N_2}) \text{ e } B = (\overrightarrow{LC_2}, \overrightarrow{N_2}) \\ \cos \theta &= SS(A, B) = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\|\vec{A}\| \times \|\vec{B}\|} = \frac{(\overrightarrow{LV_2}, \overrightarrow{N_2}) \times (\overrightarrow{LC_2}, \overrightarrow{N_2})}{\sqrt{[(LV_2, N_2) \times (LV_2, N_2)] \times [(N_2, LC_2) \times (N_2, LC_2)]}} \\ \cos \theta &= SS(A, B) = \\ &= \frac{(LV_2, LC_2) + (LV_2, N_2) + (N_2, LC_2) + (N_2, N_2)}{\sqrt{[(LV_2, LV_2) + (LV_2, N_2) + (N_2, LV_2) + (N_2, N_2)] \times [(LC_2, LC_2) + (LC_2, N_2) + (N_2, LC_2) + (N_2, N_2)]}} \\ \cos \theta &= SS(A, B) = \frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{17} + \frac{1}{17} + 1}{\sqrt{[1 + \frac{1}{17} + \frac{1}{17} + 1] \times [1 + \frac{1}{17} + \frac{1}{17} + 1]}} = \frac{\frac{17 + 4 + 4 + 68}{68}}{\sqrt{\frac{17 + 1 + 1 + 17}{17} \times \frac{17 + 1 + 1 + 17}{17}}} = \frac{\frac{93}{68}}{\frac{36}{17}} = \frac{1581}{2448} \\ \therefore \cos \theta &= 0,645833333 \\ SS(A, B) &\approx 64,58\%\end{aligned}$$

Portanto o valor aproximado de 0,64 (64,58%) denota a probabilidade, moderada, dos grupos de elementos do conjunto de letras vogais e de números e do conjunto de letras consoantes serem semanticamente similares.

$$\begin{aligned}C &= (\overrightarrow{SP_2}, \overrightarrow{SO_2}) \text{ e } D = (\overrightarrow{SA_2}, \overrightarrow{SO_2}) \\ \cos \theta &= SS(C, D) = \frac{\vec{C} \cdot \vec{D}}{\|\vec{C}\| \times \|\vec{D}\|} = \frac{(\overrightarrow{SP_2}, \overrightarrow{SO_2}) \times (\overrightarrow{SA_2}, \overrightarrow{SO_2})}{\sqrt{[(SP_2, SO_2) \times (SP_2, SO_2)] \times [(SO_2, SA_2) \times (SO_2, SA_2)]}} \\ \cos \theta &= SS(C, D) = \\ &= \frac{(SP_2, SA_2) + (SP_2, SO_2) + (SO_2, SA_2) + (SO_2, SO_2)}{\sqrt{[(SP_2, SP_2) + (SP_2, SO_2) + (SO_2, SP_2) + (SO_2, SO_2)] \times [(SA_2, SA_2) + (SA_2, SO_2) + (SO_2, SA_2) + (SO_2, SO_2)]}} \\ \cos \theta &= SS(C, D) = \frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + 1}{\sqrt{[1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + 1] \times [1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + 1]}} = \frac{\frac{7}{4}}{\sqrt{\frac{10}{4} \times \frac{10}{4}}} = \frac{\frac{7}{4}}{\frac{10}{4}} = \frac{28}{40} \\ \therefore \cos \theta &= 0,7 \\ SS(C, D) &= 70\%\end{aligned}$$

Portanto o valor aproximado de 0,7 (70%) denota a probabilidade, relativamente alta, dos grupos de elementos do conjunto de símbolos de pontuação e de operadores matemáticos e do conjunto de sinais de pontuação serem semanticamente similares.

$$E = (\overrightarrow{N_1}, \overrightarrow{C_1}) \text{ e } F = (\overrightarrow{LV}, \overrightarrow{LC})$$

$$\begin{aligned}
\cos \theta = SS(E, F) &= \frac{\vec{E} \cdot \vec{F}}{\|\vec{E}\| \times \|\vec{F}\|} = \frac{(\vec{N_1}, \vec{C_1}) \times (\vec{LV}, \vec{LC})}{\sqrt{[(N_1, C_1) \times (N_1, C_1)] \times [(LV, LC) \times (LV, LC)]}} \\
\cos \theta = SS(E, F) &= \frac{(N_1, LV) + (N_1, LC) + (C_1, LV) + (C_1, LC)}{\sqrt{[(N_1, N_1) + (N_1, C_1) + (C_1, N_1) + (C_1, C_1)] \times [(LV, LV) + (LV, LC) + (LC, LV) + (LC, LC)]}} \\
\cos \theta = SS(E, F) &= \frac{\frac{1}{17} + \frac{1}{17} + \frac{1}{17} + \frac{1}{17}}{\sqrt{[1 + \frac{1}{17} + \frac{1}{17} + 1] \times [1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1]}} = \frac{\frac{4}{17}}{\sqrt{\frac{36}{17} \times \frac{6}{2}}} = \frac{\frac{4}{17}}{\sqrt{\frac{216}{34}}} \\
\therefore \cos \theta &= 0,093352005 \\
SS(E, F) &\approx 9,33\%
\end{aligned}$$

Portanto o valor aproximado de 0,09 (9%) denota a probabilidade, baixa, dos grupos de elementos que representam o total de números, que aqui pode ser compreendido como o range de botoes com relação as letras em seus subgrupos não se associarem semanticamente.

5 RESULTADOS PARCIAIS

Com base nas definições e conceitos acerca da probabilidade de simular a intuição ou cognição humana ao mapear informações e características em uma interface aqui declaradas e calculadas, ainda é difícil concluir que determinadas apropriações de usabilidade são as mais adequadas ou o contrário. Ainda assim, foi construído um aplicativo considerando a melhor alocação dos caracteres no teclado, como apresenta a figura 7, ilustrada abaixo, retirada da própria aplicação instalada em um *smartphone* para testes:

Figura 7 — Teclado Sensível com nova proposta de design



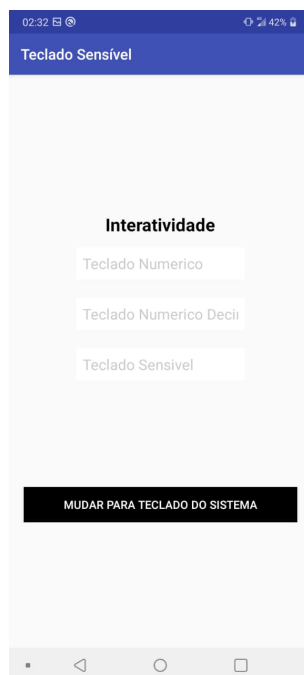
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os números ficaram alocados no canto superior esquerdo e as vogais abaixo. O restante da tela foi composto pelas consoantes, todos em ordem alfabética e crescente e tendo como teclas auxiliares para outras funções básicas os três botões inferiores que representam as funcionalidades de acesso rápido aos caracteres adicionais (símbolos, acentuação e operadores matemáticos), as funcionalidades de apagar e de entrada.

5.0.1 Aplicativo

O aplicativo consiste em duas telas, para avaliação de usabilidade e comparação, a seguir:

Figura 8 – Seleção do Teclado Sensível



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na figura 8 apresentamos a opção de interagir com a aplicação, que responde com impulsos de vibração para mapear as teclas *touch screen* para teclado numérico, numérico decimal e alfabético na aplicação que foi denominada Teclado Sensível.

Figura 9 – Comparativo entre o teclado tradicional e o sensível



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já na figura 9 apresentamos o teclado padrão do sistema *Android* a fim de comparação dos teclados com o teclado desenvolvido através deste estudo de interface.

6 CONCLUSÃO

Hoje, várias tecnologias permitem a utilização de eletrônicos por deficientes, e a influência disso está em como uma mudança no modo de olhar a deficiência gera diferentes visões sobre suas possibilidades, trazendo novos parâmetros de interpretação de seu potencial. Este projeto busca descobrir as reais dificuldades encontradas por um deficiente visual no uso de serviços digitais de tablets e smartphones e, como consequência, encontrou-se necessidades reais de aprimoramento no que se diz respeito à usabilidade e acessibilidade para alguns meios.

É preciso levar em consideração a complexidade do sistema Braille de leitura e a curva de aprendizado se comparado ao Alfabeto Latino, análise presente na sessão 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, visto que existem obstáculos entre a assimilação de deficientes visuais natos e pessoas que perderam a visão em um momento remoto da vida. Deve-se levar em consideração até que ponto a tecnologia pode facilitar a comunicação e até mesmo inserir esse público em novas áreas do mercado de trabalho, implementar essas tecnologias na sala de aula ou assegurar essa solução em diversos dispositivos eletrônicos de forma a viabilizar a portabilidade em televisões, aparelhos de som, fornos, geladeiras e demais eletrônicos.

6.1 Próximos Passos

Como trabalhos futuros, é pretendido sofisticar a solução para tornar-se ainda mais versátil através de uma usabilidade participativa, recíproca e intuitiva com o usuário ao implementar mecanismos de dicionário e *autocomplete*¹; estudar a possibilidade de coletar dados do funcionamento da aplicação visando otimizar os algoritmos contidos; abranger a pesquisa para testes com voluntários e disponibilizar nas lojas de aplicativos como alternativa ao teclado *QWERTY* tradicional e padrão do sistema Android.

Todo esse trabalho reflete na construção da autonomia do usuário no universo digital. Para isso, está inclusa a disponibilização para testes em diferentes aparelhos para avaliar o alcance em um público com poucos recursos, compreender o usuário final, suas dificuldades e seus recursos para assegurar um sistema compatível, portátil, funcional e estável por meio de testes.

6.2 Considerações Finais

Esse trabalho foi desenvolvido a fim de atender a uma demanda de cunho social e inclusivo no que diz respeito à inserção de pessoas no universo digital. No entanto, também foi uma atividade multidisciplinar que reuniu conceitos de Orientação a Objetos, Programação para

¹ recurso de autocompletar ou autocomplemento

Dispositivos Móveis, Interface Homem-Computador, Similaridade Semântica, Probabilidade e Estatística e Análise Combinatória, Metodologia Científica, Análise de Requisitos, entre outras áreas.

O desenvolvimento foi desenhado conforme as necessidades de pessoas reais, com apoio das instituições: Portal Cegos Brasil, Associação Deficientes Visuais Amigos, Organização Nacional de Cegos do Brasil, União dos Cegos no Brasil, Associação de Cegos do Rio Grande do Sul e Fundação Dorina que tiveram excelente participação na coleta de informações, entrevistas, ligações e aplicação de questionários.

Os dados foram coletados de forma ampla e democrática, através de plataformas online. A pesquisa foi inspirada pela construção de interfaces inteligentes, tendo como foco uma nova proposta de *design* e de usabilidade para que todas as pessoas possam acompanhar os avanços da tecnologia touch screen. Os objetivos principais foram, portanto, cumpridos ao sugerir uma infraestrutura fechada e completa, proporcionada pelas facilidades das plataformas de desenvolvimento, suporte e publicação do *Android Studio* e dos Repositórios GIT², a definição de uma interface conversacional para navegação e comparação da proposta e a garantia de compatibilidade da aplicação para aparelhos menos sofisticados, não tendo limitação por resolução de tela ao se tratar de um aplicativo responsivo e que não ocupa a tela do *smartphone* em sua totalidade de resolução.

A aplicação trata os inputs do usuário de forma individualizada, mapeando todos os caracteres necessários com base na lógica estabelecida pela similaridade de cada componente do teclado. Permitindo, sobretudo, a alternância dos teclados em um *design* conciso e intuitivo.

Contudo, é de imensa contribuição o nível desta pesquisa para toda a comunidade, pois traz consigo não apenas o dever de utilizar-se da tecnologia e da ciência da computação para ajudar pessoas, tornar o que percebemos com nossos sentidos, de mudar e de se transformar. A ciência portanto, cumpre esse dever e estabelece o conceito de devir em nossa sociedade.

² Plataforma digital de repositório de código publico, online e versionamento de código

Referências

- BORGES, P. C. R. Avaliação da similaridade semântica entre classes de entidades espaciais, representadas numa ontologia ad-hoc. 2003. Citado na página 21.
- CENSO IBGE, I. B. d. G. e. E. **Censo 2010 IBGE**. 2010. <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Citado na página 6.
- GANESAN, P.; GARCIA-MOLINA, H.; WIDOM, J. Exploiting hierarchical domain structure to compute similarity. **ACM Transactions on Information Systems (TOIS)**, ACM New York, NY, USA, v. 21, n. 1, p. 64–93, 2003. Citado na página 23.
- NOYES, J. The qwerty keyboard: A review. **International Journal of Man-Machine Studies**, Elsevier, v. 18, n. 3, p. 265–281, 1983. Citado na página 21.
- OLIVEIRA, D. G. et al. Avaliação do perfil socioeconômico, formação profissional e estado de saúde de pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 76, n. 5, 2017. Citado na página 6.
- OLIVEIRA, G. B. de. Braille touch–teclado auxiliar. **5 Seminário Nacional de Inclusão Digital**, SENID, UPF, 2018. Citado na página 12.
- OLIVEIRA, T. M. d.; CHAVES, R. C. et al. Acessibilidade computacional por meio de teclado adaptado. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**, Araranguá, SC, 2017. Citado na página 12.
- SILVA, J.; BRAGA, J. C.; DAMACENO, R. Estudo de aplicativos móveis para deficientes visuais no âmbito acadêmico. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, p. 722. Citado na página 12.
- SMYTH, N. **Kotlin/Android Studio 3.0 Development Essentials-Android 8 Edition**. [S.l.]: eBookFrenzy, 2017. Citado na página 12.

Apêndices

APÊNDICE A – Formulário

Construção de Interface para DV's¹

Trabalho de Conclusão de Curso - Ciência da Computação

Orientador: Kenniston Arraes Bonfim Orientanda: Izabela Ramos Ferreira

Esse formulário tem como objetivo coletar informações para projeto de interface digital em plataforma mobile direcionada para pessoas com deficiência visual. A sua contribuição com essa pesquisa reflete na definição de requisitos, construção da motivação do projeto e coleta de dados.

Você que é não DV pode agregar com a pesquisa auxiliando DV's para que respondam assertivamente a este formulário.

Questão 1 Possui deficiência? Quais?

- ☐ Não
- ☐ Baixa visão ou visão subnormal
- ☐ Cegueira
- ☐ Surdez
- ☐ Física
- ☐ Intelectual

Questão 2 Você possui smartphone?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Questão 3 Com que frequência você utiliza um smartphone?

- ☐ Nunca usei
- ☐ Raramente
- ☐ Poucas vezes ao dia
- ☐ Diversas vezes ao dia
- ☐ O tempo todo

Questão 4 Você consegue utilizar um smartphone sozinho?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Questão 5 Você utiliza ou já utilizou as opções de acessibilidade do sistema do seu smartphone?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Questão 6 Se sim, como você categoriza a sua experiência?

- ☐ Péssima
- ☐ Ruim
- ☐ Indiferente

¹ Deficientes Visuais

☐ Boa

☐ Ótima

Questão 7 Quais das funcionalidades abaixo você consegue acessar com autonomia?

☐ Ligação

☐ Agenda de Contatos

☐ Aplicativos

☐ Calculadora

☐ Teclado

☐ Gravador de áudio

☐ Editor de Texto

☐ SMS

☐ Navegador Web

Questão 8 Você possui redes sociais?

☐ Sim

☐ Não

Questão 9 O aparelho de smartphone te proporciona praticidade em atividades cotidianas?

☐ Sim

☐ Não

Questão 10 Você considera o smartphone acessível?

☐ Sim

☐ Não

Questão 11 Na sua opinião, quais melhorias um smartphone ou aplicativos necessitam para se tornarem cada vez mais acessíveis?

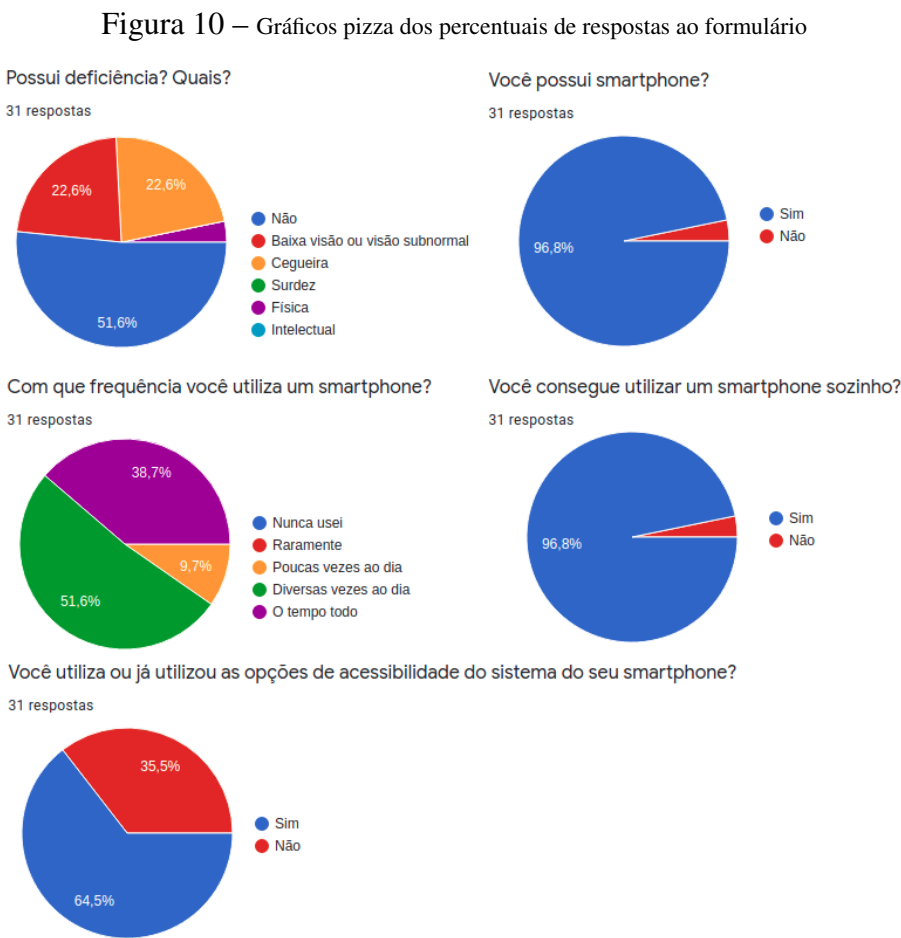
APÊNDICE B – Resultados Gráficos da Aplicação do Formulário

B.1 Síntese das respostas abertas

Quadro 1 – Respostas Discursivas

Interface	Mídia	Acessibilidade	Preço	Portabilidade	Outros
3 respondentes sugeriram melhorias na interface dos aplicativos;	7 respondentes sugeriram descrição automática de vídeos e imagens; 3 respondentes sugeriram melhorias ou melhor compatibilidade nas funcionalidades que reproduzem textos em formato de áudio;	5 respondentes reclamaram sobre as plataformas digitais hoje não serem acessíveis o suficiente;	2 respondentes reclamaram de preço;	8 respondentes reclamaram de novas tecnologias não serem portáteis ou compatíveis para outros eletrônicos de baixo custo;	3 respondentes não souberam responder;

B.2 Síntese das respostas fechadas

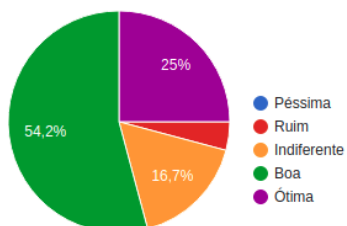


Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 – Gráficos pizza dos percentuais de respostas ao formulário

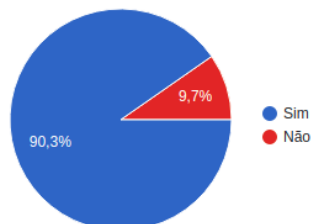
Se sim, como você categoriza a sua experiência?

24 respostas



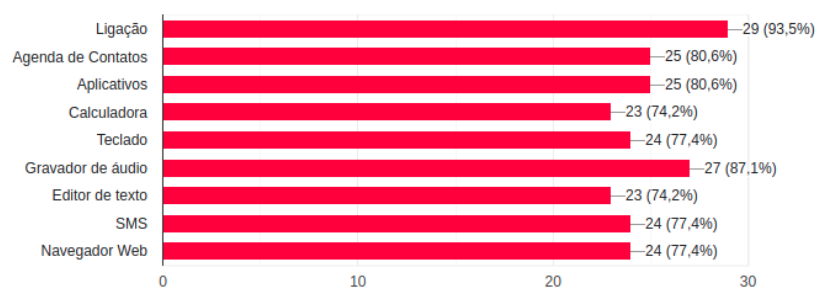
Você possui redes sociais?

31 respostas



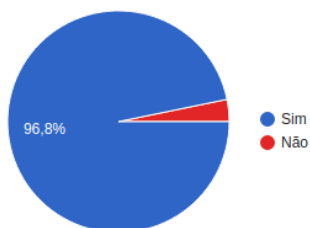
Quais das funcionalidades abaixo você consegue acessar com autonomia?

31 respostas



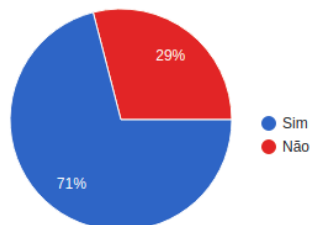
O aparelho de smartphone te proporciona praticidade em atividades cotidianas?

31 respostas



Você considera o smartphone acessível?

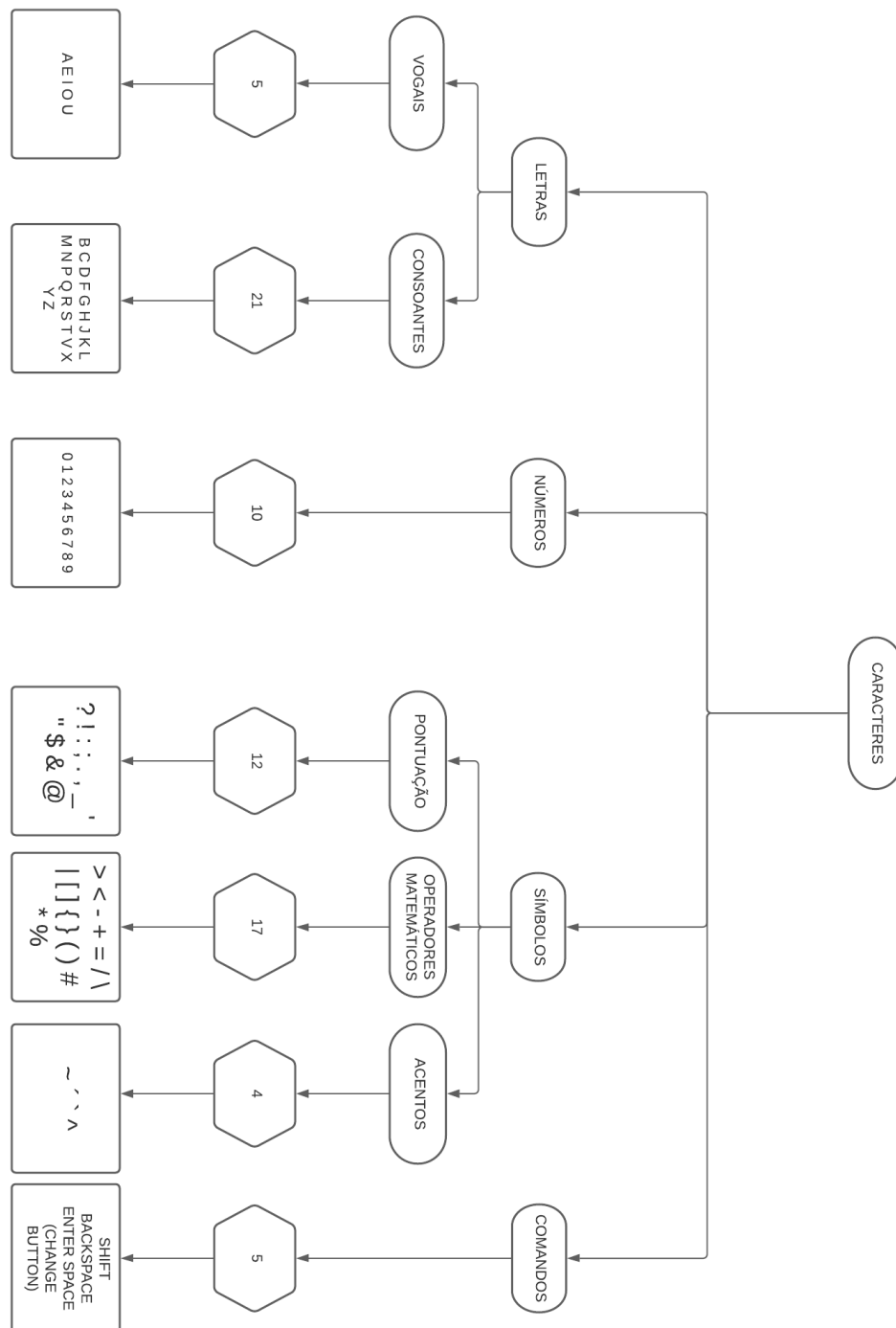
31 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor.

APÊNDICE C – Árvore de Representação do Conhecimento

Figura 12 – Árvore de Representação do Conhecimento



Fonte: Elaborada pelo autor.