



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

## **Proposta de Aplicação Mobile para Autocuidado de Diabéticos com Acuidade Visual Prejudicada**

Trabalho de Conclusão de Curso

Jonathan Kelvin de Jesus Santos



São Cristóvão – Sergipe

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Jonathan Kelvin de Jesus Santos

**Proposta de Aplicação Mobile para Autocuidado de Diabéticos  
com Acuidade Visual Prejudicada**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Computação da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador(a): Profa. Dra. Adicinéia Aparecida de Oliveira

São Cristóvão – Sergipe

2021

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Quantidade de artigos encontrados por base. . . . .	17
Figura 2 – Quantidade de artigos aceitos, rejeitados e duplicados na seleção. . . . .	18
Figura 3 – Quantidade de artigos aceitos e rejeitados por base. . . . .	19
Figura 4 – Quantidade de artigos rejeitados por critério de exclusão. . . . .	19
Figura 5 – Quantidade de artigos aceitos por ano e base. . . . .	20
Figura 6 – Artigos aceitos e rejeitados na fase de extração. . . . .	21

# Lista de quadros

Quadro 1 – Palavras-chave e Sinônimos. . . . .	15
Quadro 2 – <i>String</i> genérica. . . . .	15
Quadro 3 – <i>Strings</i> específicas para busca em cada base. . . . .	16
Quadro 4 – Artigos aceitos na fase de extração. . . . .	22

# **Lista de tabelas**

# Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
DCOMP	Departamento de Computação
DM	<i>Diabetes Mellitus</i>
e-Mag	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
TA	Tecnologias Assistivas
TTS	<i>Text-to-speech</i>
SO	Sistema Operacional
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UX	<i>User Experience</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>9</b>
1.1	Motivação e Justificativa	10
1.2	Objetivos	10
1.2.1	Objetivo Geral	10
1.2.2	Objetivos Específicos	11
1.3	Metodologia de Pesquisa	11
1.4	Organização do Documento	11
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>13</b>
2.1	Top	13
<b>3</b>	<b>Mapeamento Sistemático</b>	<b>14</b>
3.1	Protocolo de Mapeamento Sistemático	14
3.1.1	Bases de Dados	15
3.1.2	<i>String</i> de Busca	15
3.1.3	CrITÉrios de Inclusão e Exclusão	17
3.1.4	Fase de Extração	21
3.2	Resultados Encontrados	23
3.2.1	<i>A Mobile Educational Game Accessible to All, Including Screen Reading Users on a Touch-Screen Device</i>	23
3.2.2	<i>A Model-Driven Approach to Cross-Platform Development of Accessible Business Apps</i>	24
3.2.3	<i>An Accessible Roller Coaster Simulator for Touchscreen Devices: An Educational Game for the Visually Impaired</i>	25
3.2.4	<i>Application for the Configuration and Adaptation of the Android Operating System for the Visually Impaired</i>	25
3.2.5	<i>Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems</i>	26
3.2.6	<i>Design and development of a mobile app of drug information for people with visual impairment</i>	27
3.2.7	<i>Designing multimodal mobile interaction for a text messaging application for visually impaired users</i>	28
3.2.8	<i>Do You like My Outfit? Cromnia, a Mobile Assistant for Blind Users</i>	29
3.2.9	<i>Effect of UX Design Guideline on the information accessibility for the visually impaired in the mobile health apps</i>	30
3.2.10	<i>Improved and Accessible E-Book Reader Application for Visually Impaired People</i>	30



3.2.11	<i>MathMelodies 2: A Mobile Assistive Application for People with Visual Impairments Developed with React Native</i>	30
3.2.12	<i>Object Recognition and Hearing Assistive Technology Mobile Application Using Convolutional Neural Network</i>	31
3.2.13	<i>QUIMIVOX MOBILE 2.0: Application for Helping Visually Impaired People in Learning Periodic Table and Electron Configuration</i>	32
3.2.14	<i>“Talkin’ about the weather”: Incorporating TalkBack functionality and sonifications for accessible app design</i>	33
3.2.15	<i>Users’ perception on usability aspects of a braille learning mobile application ‘mBRAILLE’</i>	34
3.2.16	<i>WordMelodies: Supporting Children with Visual Impairment in Learning Literacy</i>	35
3.3	Estudos Relacionados	37
<b>4</b>	<b>Proposta</b>	<b>38</b>
4.1	Lista de códigos	38
4.2	Lista de Algoritmos	38
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>41</b>
	<b>Referências</b>	<b>42</b>

# 1

## Introdução

Atualmente o mundo enfrenta um sério problema com relação a saúde da visão. Segundo a Organização Mundial da Saúde ([WHO \(2019\)](#)), pelo menos 2,2 bilhões de pessoas no mundo possuem deficiência visual em algum grau, com isso a necessidade de cuidados com os olhos tende a crescer drasticamente nas próximas décadas. No Brasil, de acordo com o censo do [IBGE \(2012\)](#), os números dessa deficiência representavam cerca de 18,6% da população em 2010. // citar dados mais recentes (PNAD, IBGE, estimativas)

Segundo as estimativas, mais de 5 bilhões de pessoas possuem dispositivos móveis no mundo, sendo mais da metade destes, *smartphones*. No Brasil, a taxa de adultos que dizem possuir dispositivos móveis é de 83% no total e 60% para *smartphones*. Na faixa etária entre 18 e 34 anos, houve um aumento no número de proprietários de *smartphones* de 61% em 2015 para 85% em 2018 ([TAYLOR; SILVER, 2019](#)). //CETIC.br, NIC-BR, ITU (ONU)

Visando a inclusão das pessoas com deficiência visual numa sociedade cada vez mais conectada, tecnologias conhecidas como Tecnologias Assistivas (TA) se tornam cada vez mais presentes. [Cook e Polgar \(2014\)](#) utilizam em seu livro, uma definição de TA mundialmente utilizada que foi definida por uma *Public Law* dos Estados Unidos da América (EUA). Os autores justificam a utilização dessa definição por a mesma contemplar os pontos mais importantes a respeito de TA, como diz a seguir:

Qualquer item, parte de equipamento ou sistema adquirido comercialmente, modificado ou customizado que é utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência ([COOK; POLGAR, 2014](#)).

Para que essas TAs funcionassem adequadamente, organizações como a *World Wide Web Consortium* (W3C) definiram diretrizes que deveriam ser seguidas no desenvolvimento de aplicações *web* ([W3C, 2019](#)). Já para aplicações *mobile*, como a implementação da tecnologia varia de acordo com o Sistema Operacional (SO), essa definição se deu pelas próprias proprietárias dos SOs, tais como Google e Apple.

## 1.1 Motivação e Justificativa

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que mais de 1 bilhão dos casos de pessoas com deficiência visual poderia ser evitado ou resolvido [WHO \(2019\)](#). De acordo com a OMS, isso ocorre por conta das principais causas desses casos serem as listadas a seguir:

- a) O tempo despendido em ambientes fechados e aumento das atividades "*near work*" (ler, escrever, assistir TV, jogar videogames, etc);
- b) O aumento no número de pessoas vivendo com diabetes, principalmente tipo 2;
- c) Muitas pessoas não terem acesso a serviços oftalmológicos e verificações de rotina.

A maior parte das diretrizes sobre acessibilidade são focadas em *web*. Embora alguns conceitos possam ser aplicados a aplicações móveis, ainda são poucos diante das variações de comportamento dos sistemas *mobile*. Um estudo realizado por [Ballantyne et al. \(2018\)](#), compila um conjunto de diretrizes para acessibilidade *mobile* e realiza testes em 25 dos *apps* mais populares da Google Play. Os resultados do estudo revelaram que apenas 8 dos 25 selecionados possuíam taxa de conformidade com as diretrizes acima de 75%. O estudo ainda revela que 63% das violações encontradas são relacionadas ao *design* (componentes de tela). Já [Yan e Ramachandran \(2019\)](#) elaboram um estudo mais abrangente, realizado com 479 *apps* de 23 categorias da Google Play. Os autores utilizam uma ferramenta automatizada, o IBM *Mobile Accessibility Checker* (MAC), para encontrar possíveis problemas com acessibilidade nesses *apps*, categorizando-os em V (Violação), PV (Potencial Violação) e A (Alerta). Os resultados encontrados por Yan e Ramachandran mostraram que 94.8%, 97.5% e 66.4% dos *apps* continham problemas relacionados a V, PV e A, respectivamente ([YAN; RAMACHANDRAN, 2019](#)).

Para [Quispe, Scatalon e Eler \(2020\)](#), um dos principais fatores para a baixa priorização da acessibilidade no desenvolvimento de aplicações *mobile* é a alta demanda sobre as equipes de desenvolvimento. Os autores ainda apontam que essa falta de tempo faz com que o processo se concentre nos requisitos funcionais em detrimento de requisitos não funcionais de usabilidade como a acessibilidade. Nesse sentido, Quispe, Scatalon e Eler, com base nas respostas de deficientes visuais a um questionário avaliando as diretrizes de acessibilidade do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-Mag), propõem uma estratégia para ajudar os desenvolvedores a contornar os problemas com acessibilidade. Essa proposta consiste na priorização das diretrizes mais importantes de acordo com sua relevância para usuários com baixa acuidade visual.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver uma aplicação de assistência voltada a pessoas com diabetes e acuidade visual prejudicada, seguindo as diretrizes de acessibilidade (DA)

do Google e Apple para Android e iOS, respectivamente. Bem como, trazer soluções alternativas baseadas nessas diretrizes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral, os objetivos específicos listados a seguir foram definidos:

- Avaliar aplicações móveis que utilizam os conceitos das DA, em busca de soluções que possam ser aplicadas ao *app* a ser desenvolvido;
- Realizar revisão sistemática de aplicações médicas com foco acessibilidade, para conhecer o estado atual;
- Pesquisar quais são os maiores problemas enfrentados pelos usuários com relação a acessibilidade em aplicações *mobile*;
- Pesquisar quais são as funcionalidades que pacientes diabéticos mais usam e/ou necessitam;
- Desenvolver a aplicação móvel;

## 1.3 Metodologia de Pesquisa

Metodologia quantitativa exploratória

- Avaliar opções para o *backend* da aplicação; //Metodologia
- Aplicar os conceitos das principais diretrizes de acessibilidade ao aplicativo; //Metodologia
- Publicar aplicativo na Google Play. //Metodologia

## 1.4 Organização do Documento

Organização

Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação, seguindo a priorização das diretrizes de acessibilidade *mobile* mais relevantes, que forneça meios que possam ser úteis na mitigação de algumas das principais causas da baixa acuidade visual.

// tirar daqui

A princípio, esses são os meios:

- a) Informações para incentivo e conscientização dos usuários com relação ao tempo que passam em frente a telas de *smartphones*, TVs, etc;
- b) Informações sobre autocuidados para que pessoas com diabetes ou tendência a ter, saibam

como se prevenir;

c) Acompanhamento das medicações prescritas para o usuário, o notificando periodicamente para que lembre de toma-las da maneira indicada pelo profissional da saúde;

d) Monitoramento de elementos como a glicemia e a diurese, para que o usuário seja notificado caso atinjam níveis preocupantes;

e) Autodiagnostico através de testes visuais, indicando que o usuário consulte um oftalmologista de acordo o resultado.

// tirar daqui

# 2

## Fundamentação Teórica

Neste capítulo...

### 2.1 Top

...

# 3

## Mapeamento Sistemático

Este capítulo abordará o processo de Mapeamento Sistemático adotado neste estudo, com o objetivo de levantar métodos, técnicas e padrões utilizados na implementação de acessibilidade em aplicações *mobile*.

### 3.1 Protocolo de Mapeamento Sistemático

O termo Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) se refere a uma revisão ampla de estudos primários existentes em um tema específico e visa identificar as evidências disponíveis nessa área (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). O método de Mapeamento Sistemático adotado foi o de Kitchenham, descrito em Silva (2009). De acordo com o método, foi desenvolvido um protocolo de revisão com intuito de responder as seguintes questões:

1. Quais são as principais técnicas, padrões e métodos utilizados no desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis para deficientes visuais?
2. Quais são as tecnologias utilizadas no desenvolvimento dessas soluções?
3. Para quais plataformas as soluções foram propostas?
4. Quais são os públicos alvos dessas soluções?

O *Parfisal*<sup>1</sup>, ferramenta *online* que auxilia no desenvolvimento de Revisões Sistemáticas da Literatura, foi utilizado neste estudo. Com ele foi possível importar os resultados das buscas nas bases, identificar os artigos duplicados, definir os critérios para inclusão e exclusão, realizar a seleção dos estudos e, por fim, obter os relatórios para construção dos artefatos que apresentam o processo e os resultados desse MSL.

---

<sup>1</sup> <<https://parsif.al/>>

### 3.1.1 Bases de Dados

Cinco bases de dados científicos foram escolhidas neste trabalho, a *IEEE Xplore*<sup>2</sup>, onde estão disponíveis conteúdos técnicos e científicos publicados pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* e seus parceiros, a *Scopus*<sup>3</sup>, que é mantida pela *Elsevier* e combina um abrangente banco de dados de resumos e citações de literatura acadêmica em diversas áreas, a *ScienceDirect*<sup>4</sup>, principal plataforma da *Elsevier* de literatura revisada por pares, a *ACM Digital Library*<sup>5</sup>, uma plataforma de pesquisa que conta com textos completos de todas as publicações da *Association for Computing Machinery (ACM)* e de uma curada coleção de publicações de editoras selecionadas e a *PubMed*<sup>6</sup>, plataforma gratuita que conta com uma base de dados com mais de 33 milhões de citações e resumos da literatura biomédica.

### 3.1.2 String de Busca

Para realização da busca dos artigos, um conjunto de palavras-chave e sinônimos foi definido de acordo com o tema deste trabalho, como é mostrado no [Quadro 1](#).

Quadro 1 – Palavras-chave e Sinônimos.

Palavra-chave	Sinônimos (Inglês)
Acessibilidade	<i>Accessibility</i>
Aplicativo	<i>Application, App</i>
Deficiência visual	<i>Visual impairment, Visually impaired</i>
Móvel	<i>Mobile, Smartphone</i>

Fonte: Autor

Com o objetivo de manter a consistência da busca nas diferentes bases, foi gerada, a partir das palavras-chave, a *string* de busca genérica indicada no [Quadro 2](#). As palavras-chave que possuem sinônimos aparecem na *string* entre parêntesis com o operador *OR*, visando incluir os resultados que contenham um dos termos, para indicar que esses termos são sinônimos no contexto do tema abordado neste trabalho.

Quadro 2 – String genérica.

<b>String genérica</b>
<i>accessibility AND (“visual impairment” OR “visually impaired”) AND (mobile OR smartphone) AND (app OR application)</i>

Fonte: Autor

<sup>2</sup> <<https://ieeexplore.ieee.org>>

<sup>3</sup> <<https://www.scopus.com>>

<sup>4</sup> <<https://www.sciencedirect.com>>

<sup>5</sup> <<https://dl.acm.org>>

<sup>6</sup> <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>>



A *string* genérica serviu de modelo para criação das *strings* específicas, indicadas no **Quadro 3**, de acordo com as particularidades de cada base de busca. As *strings* específicas buscam pelas palavras-chave nos títulos e resumos dos artigos, afim de encontrar os que focam no tema proposto neste estudo, não considerando os que apenas citam as palavras-chave ao longo do texto.

Quadro 3 – *Strings* específicas para busca em cada base.

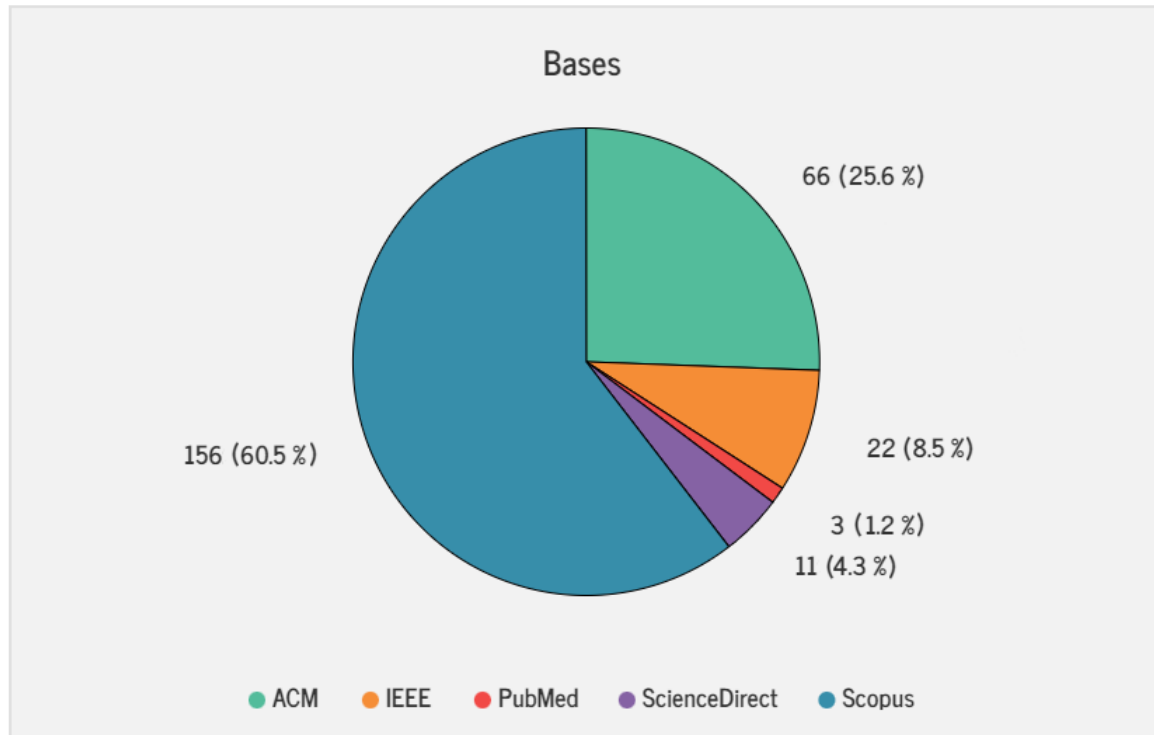
Base	String de busca
ACM Digital Library	(Abstract:(accessibility) OR Title:(accessibility)) AND (Abstract:("visual impairment"OR "visually impaired") OR Title:("visual impairment"OR "visually impaired")) AND (Abstract:(smartphone OR mobile) OR Title:(smartphone OR mobile)) AND (Abstract:(app OR application) OR Title:(app OR application))
IEEE Xplore	((("Abstract":accessibility OR "Document Title":accessibility) AND ("Document Title":mobile OR "Document Title":smartphone OR "Abstract":mobile OR "Abstract":smartphone) AND ("Document Title":("visual impairment"OR "Abstract":("visual impairment"OR "Document Title":("visually impaired"OR "Abstract":("visually impaired")) AND ("Document Title":app OR "Document Title":application OR "Abstract":app OR "Abstract":application))
PubMed	(accessibility[Abstract] OR accessibility[Title]) AND ("visually impaired"[Abstract] OR "visual impairment"[Abstract] OR "visually impaired"[Title] OR "visual impairment"[Title]) AND (mobile[Abstract] OR smartphone[Abstract] OR mobile[Title] OR smartphone[Title]) AND (app[Title] OR app[Abstract] OR application[Title] OR application[Abstract])
ScienceDirect	Title, abstract, keywords: accessibility AND ("visual impairment"OR "visually impaired") AND (mobile OR smartphone) AND (app OR application)
Scopus	TITLE-ABS (accessibility AND ("visual impairment"OR "visually impaired") AND (smartphone OR mobile) AND (app OR application))

Fonte: Autor

A busca nas bases de dados selecionadas foi realizada no dia 04 de outubro de 2021 e retornou um total de 258 resultados. Como mostra a **Figura 1**, a maior quantidade de resultados foi encontrada na *Scopus*, isso acontece porque ela possui, de acordo com seu site<sup>7</sup>, o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares. Em seguida aparecem a *ACM Digital Library* (ACM) e a *IEEE Xplore* (IEEE) cujas principais publicações são na área de computação, e elétrica no caso da IEEE. Por fim, com as menores quantidades, a *ScienceDirect*, com publicações nas mais diversas áreas da ciência e a *PubMed* com publicações na área biomédica, justificando os menores resultados, visto que a busca foi realizada visando encontrar técnicas, métodos e padrões para o desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis.

<sup>7</sup> <<https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>>

Figura 1 – Quantidade de artigos encontrados por base.



Fonte: Autor

### 3.1.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de inclusão e exclusão foram definidos visando a coerência dos artigos selecionados com o tema deste trabalho, bem como a remoção de artigos incompletos ou indisponíveis. Os critérios de inclusão e exclusão são:

#### Critérios de Inclusão

- O artigo deve propor método, técnica ou padrão para o desenvolvimento de aplicações móveis com acessibilidade para deficientes visuais;
- O artigo deve estar disponível na *web*;
- O artigo deve apresentar texto completo em formato eletrônico;
- O artigo deve estar escrito em português ou inglês.

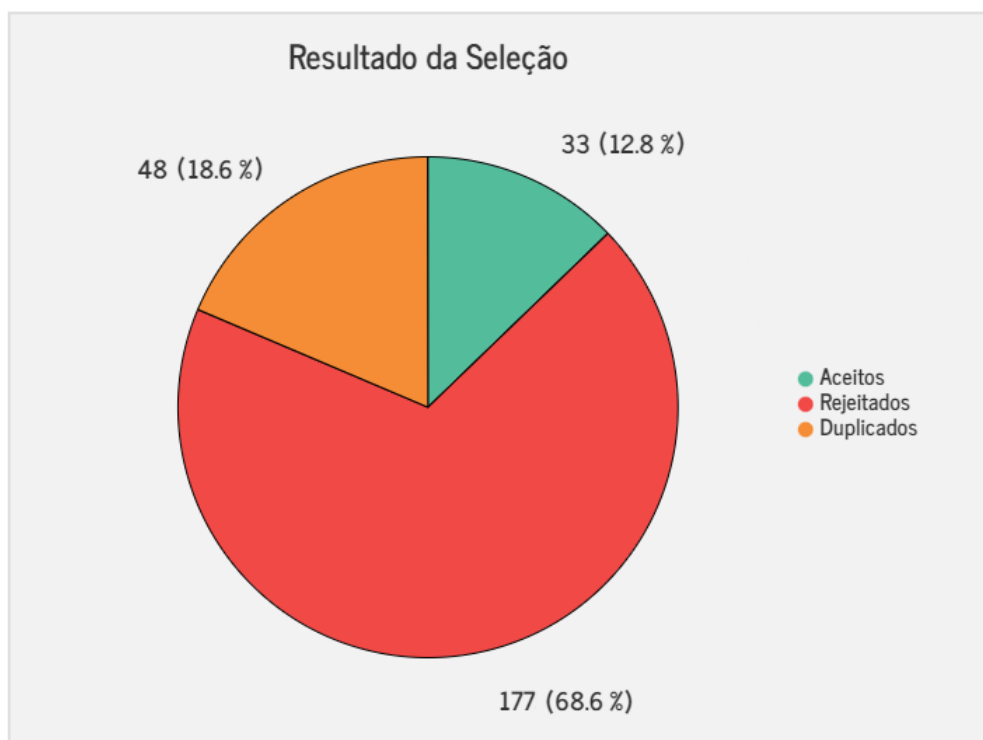
#### Critérios de Exclusão

- O artigo não propõe um *app mobile*;
- O artigo não apresenta aplicativo desenvolvido no contexto do tema deste trabalho;

- O artigo é um livro ou parte de um;
- O artigo foi publicado antes de 2016;
- O artigo está incompleto, indisponível ou duplicado.

No processo de seleção dos estudos, inicialmente, foi aplicado o critério de exclusão de artigos duplicados e, em seguida, o de artigos publicados antes de 2016, rejeitando 48 e 65 artigos, respectivamente. Esses critérios foram priorizados por não haver a necessidade da leitura dos títulos e resumos dos artigos para serem aplicados. Por fim, após a leitura dos títulos e resumos, mais 112 artigos foram rejeitados, totalizando 225 artigos. Assim, sendo aceitos 33 artigos para leitura completa e análise. A Figura 2 apresenta o resultado dessa seleção.

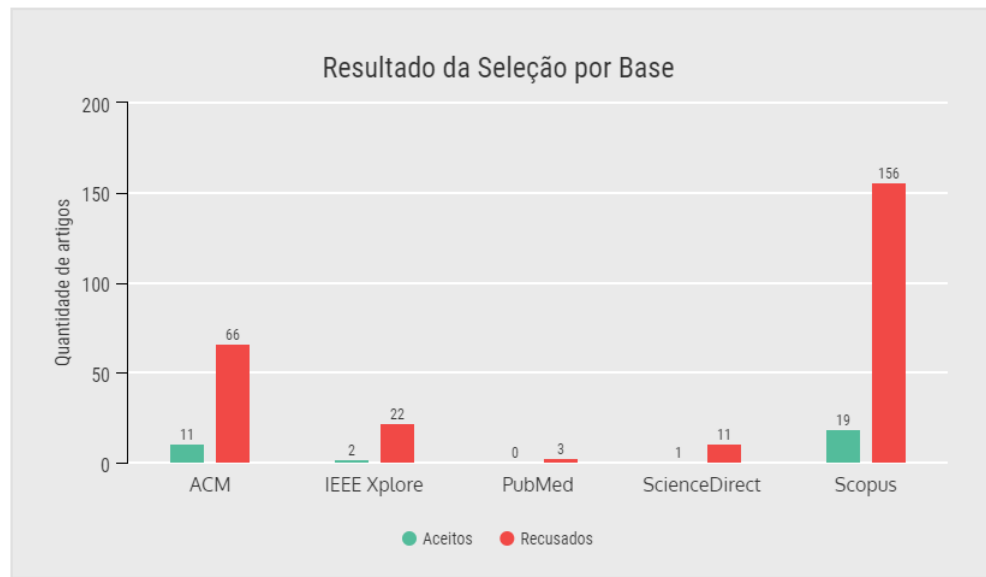
Figura 2 – Quantidade de artigos aceitos, rejeitados e duplicados na seleção.



Fonte: Autor

A Figura 3 mostra o resultado da seleção para cada base de busca. Não houve priorização de bases ao rejeitar artigos duplicados, visto que a ferramenta utilizada possui uma funcionalidade que indica esses artigos, sendo necessário apenas a confirmação. Com isso, algumas bases como a *PubMed*, cujo resultado da busca retornou apenas 3 artigos sendo 1 duplicado, acabou apresentando poucos ou nenhum artigo aceito.

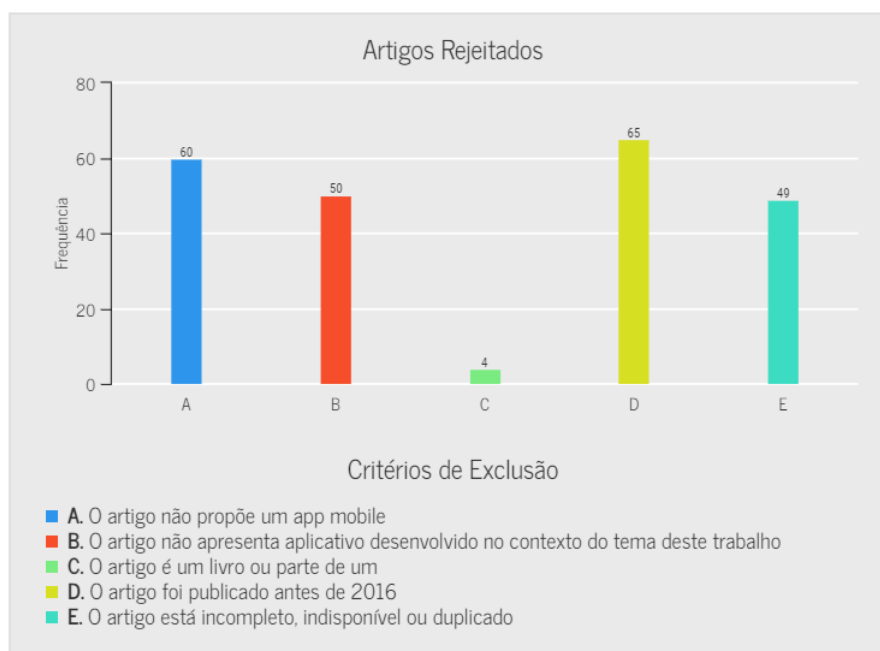
Figura 3 – Quantidade de artigos aceitos e rejeitados por base.



Fonte: Autor

A frequência dos artigos rejeitados, de acordo com os critérios de exclusão, sendo que, para rejeição, o artigo deveria atender a pelo menos um desses critérios, pode ser observada no gráfico da Figura 4, onde é listada para cada critério.

Figura 4 – Quantidade de artigos rejeitados por critério de exclusão.

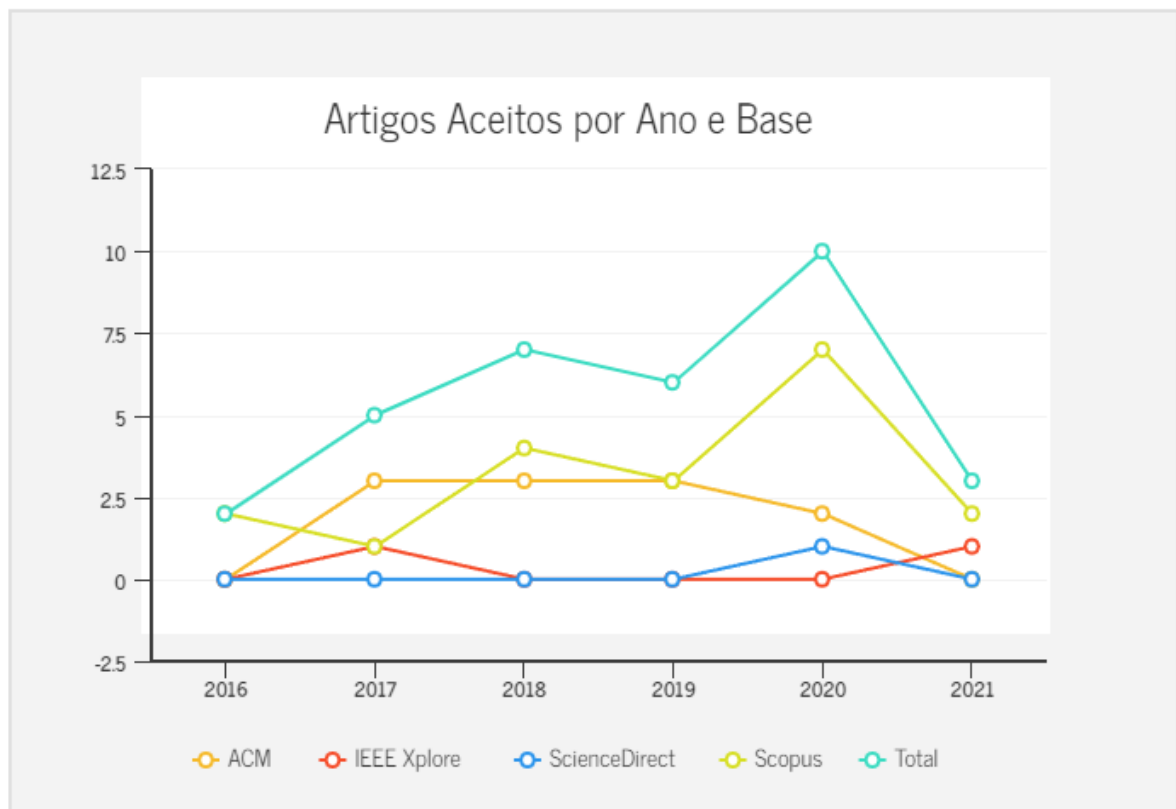


Fonte: Autor

Os critérios de exclusão levaram em consideração, principalmente, aspectos como divergência com o tema deste trabalho e não apresentação de aplicação desenvolvida para dispositivos móveis. Os critérios D e E aparecem com grande frequência na [Figura 4](#), valendo ressaltar a ordem na avaliação dos critérios (E, D, A, B e C), onde os artigos que se enquadraram em um dos critérios foram rejeitados, não sendo considerados para avaliação nos demais. É comum que o critério D seja utilizado no próprio processo de busca dos artigos, filtrando apenas os anos de interesse, porém, como não foi possível adicionar esse filtro às *strings* de busca para todas as bases, foi optado por não utilizá-lo, para manter a consistência nos resultados das buscas.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, através da leitura e análise dos títulos e resumos, os artigos restantes, a priori, mostraram se enquadrar em todos os critérios de inclusão. Assim, a [Figura 5](#) exibe a distribuição desses artigos por ano de publicação e base de busca, mostrando uma clara tendência de alta anual, nos últimos 5 anos, na quantidade de artigos que abordam o tema deste trabalho. A base *PubMed* foi desconsiderada nessa figura, visto que nenhum artigo dela foi selecionado como mostrou a [Figura 4](#).

Figura 5 – Quantidade de artigos aceitos por ano e base.

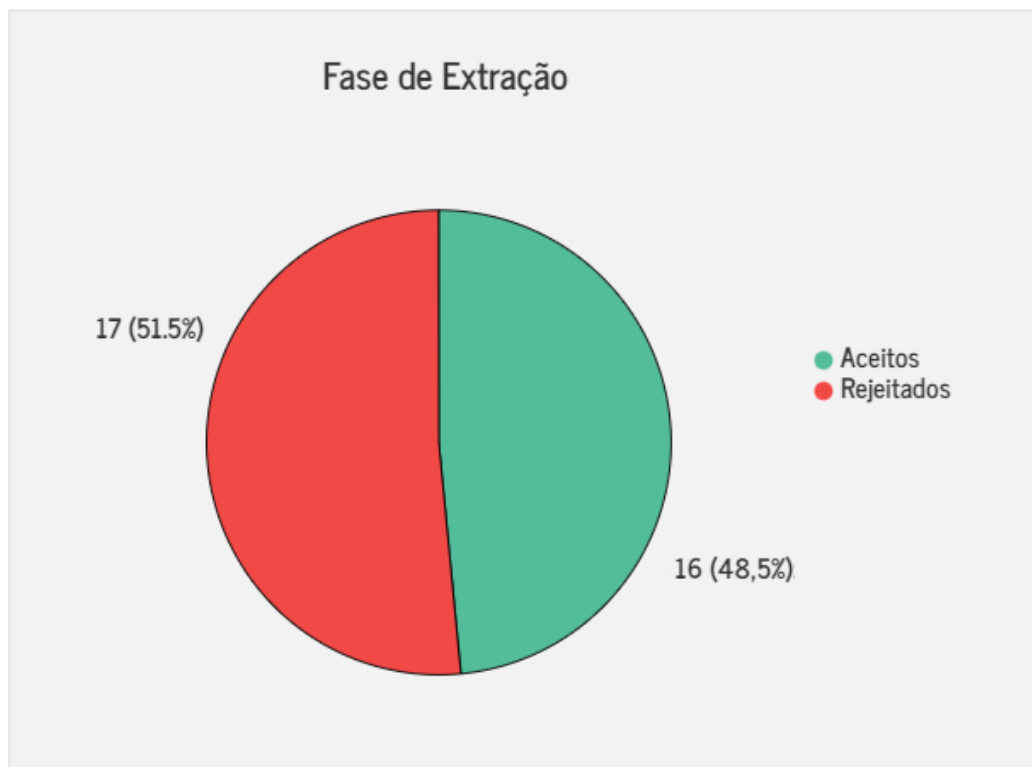


Fonte: Autor

### 3.1.4 Fase de Extração

Durante a fase de extração, uma análise mais aprofundada dos artigos foi realizada, inicialmente com intuito de reaplicar os critérios já definidos e utilizados na fase anterior. O resultado dessa última filtragem pode ser visto na [Figura 6](#).

Figura 6 – Artigos aceitos e rejeitados na fase de extração.



Fonte: Autor

Os 16 estudos aceitos na fase de extração, selecionados para leitura completa, foram reunidos no [Quadro 4](#) com a listagem de informações como o título do estudo, referência e o nome da base de dados em que o artigo foi encontrado. Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy text ever since the 1500s, when an unknown printer took a galley of type and scrambled it to make a type specimen book. It has survived not only five centuries, but also the leap into electronic typesetting, remaining essentially unchanged. It was popularised in the 1960s with the release of Letraset sheets containing Lorem Ipsum passages, and more recently with desktop publishing software like Aldus PageMaker including versions of Lorem Ipsum.

Quadro 4 – Artigos aceitos na fase de extração.

<b>Título</b>	<b>Referência</b>	<b>Base de dados</b>
<i>A Mobile Educational Game Accessible to All, Including Screen Reading Users on a Touch-Screen Device</i>	(LEPORINI; PALMUCCI, 2017)	ACM Digital Library
<i>A model-driven approach to cross-platform development of accessible business apps</i>	(RIEGER et al., 2020)	ACM Digital Library
<i>An Accessible Roller Coaster Simulator for Touchscreen Devices: An Educational Game for the Visually Impaired</i>	(BIASE et al., 2018)	IEEE Xplore
<i>Application for the Configuration and Adaptation of the Android Operating System for the Visually Impaired</i>	(OLIVEIRA; BRAGA; DA-MACENO, 2018)	ACM Digital Library
<i>Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems</i>	(SHERA et al., 2021)	Scopus
<i>Design and development of a mobile app of drug information for people with visual impairment</i>	(MADRIGAL-CADAVID et al., 2020)	ScienceDirect
<i>Designing multimodal mobile interaction for a text messaging application for visually impaired users</i>	(DUARTE et al., 2017)	Scopus
<i>Do You like My Outfit? Cromnia, a Mobile Assistant for Blind Users</i>	(VITIELLO et al., 2018)	ACM Digital Library
<i>Effect of UX Design Guideline on the information accessibility for the visually impaired in the mobile health apps</i>	(KIM et al., 2019)	Scopus
<i>Improved and Accessible E-Book Reader Application for Visually Impaired People</i>	(SHIN et al., 2017)	ACM Digital Library
<i>MathMelodies 2: A Mobile Assistive Application for People with Visual Impairments Developed with React Native</i>	(CANTù et al., 2018)	ACM Digital Library
<i>Object Recognition and Hearing Assistive Technology Mobile Application Using Convolutional Neural Network</i>	(CABALLERO; CATLI; BABI-ERRA, 2020)	ACM Digital Library
<i>QUIMIVOX MOBILE 2.0: Application for Helping Visually Impaired People in Learning Periodic Table and Electron Configuration</i>	(OLIVEIRA et al., 2019)	ACM Digital Library
<i>"Talkin' about the weather": Incorporating TalkBack functionality and sonifications for accessible app design</i>	(TOMLINSON et al., 2016)	Scopus
<i>Users' perception on usability aspects of a braille learning mobile application 'mBRAILLE'</i>	(NAHAR; SULAIMAN; JAAFAR, 2019)	Scopus
<i>WordMelodies: Supporting Children with Visual Impairment in Learning Literacy</i>	(MASCETTI et al., 2019)	ACM Digital Library

Fonte: Autor

## 3.2 Resultados Encontrados

Nesta seção, são apresentados os resumos com as principais características, relacionadas ao tema deste trabalho, dos artigos selecionados na fase de extração, visando encontrar respostas para as questões levantadas na definição do protocolo de MSL.

### 3.2.1 *A Mobile Educational Game Accessible to All, Including Screen Reading Users on a Touch-Screen Device*

O estudo realizado por [Leporini e Palmucci \(2017\)](#) teve o objetivo levantar informações e possíveis soluções para as dificuldades levantadas por um grupo composto por 6 pessoas cegas ao responder questões de tarefas interativas. E investigou, através de tarefas interativas como exercícios e questionários, a acessibilidade e usabilidade de gestos e leitores de tela em dispositivos móveis com *touch-screen*.

No artigo é apresentado um *game mobile* que envolveu duas pessoas cegas com experiência na utilização de *smartphones* na fase inicial do planejamento do protótipo. O *game* funciona como se fosse um “sistema solar” com oito planetas, onde cada planeta representa um conjunto de questões e exercícios. O jogador recebe determinada pontuação cada vez que joga de acordo com os acertos e erros durante o game. As principais funcionalidades do *app* relativas à acessibilidade identificadas foram:

1. Contraste de cor para garantir diferentes níveis de acessibilidade;
2. Apresentações de conteúdos de forma auditiva e visual;
3. Interação via gestos ou toques;
4. Suporte auditivo com descrições dos elementos.

Através da avaliação desse protótipo, por cegos, o estudo investigou o suporte de acessibilidade *mobile* multiplataforma do conjunto de especificações técnicas, *WAI-Aria*<sup>8</sup>, observando problemas na detecção de elementos, devido às suas posições na tela e conteúdos difíceis de identificar na interação com leitores de tela. Notando também que houve alguma dificuldade por conta de gestos implementados no *app* diferirem dos habituais utilizados pelos usuários no *VoiceOver* do *iOS*.

Apesar dos problemas encontrados, o artigo aponta que o *feedback* foi positivo e os resultados mostraram que os exercícios puderam ser realizados facilmente, por pessoas cegas, através de simples gestos com auxílio dos leitores de tela.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *Cordova Framework*.

<sup>8</sup> <<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/>>



**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** multiplataforma (*Android* e *iOS*).

**Público alvo da aplicação:** PDV.

### 3.2.2 *A Model-Driven Approach to Cross-Platform Development of Accessible Business Apps*

Um procedimento comum no processo de desenvolvimento de *software* é considerar a acessibilidade para PDV apenas na etapa final. Além disso, muitos desenvolvedores não estão cientes de técnicas de software para atender esse grupo, pois o domínio de apps móveis multiplataforma tem recebido uma atenção limitada por pesquisadores. Foi nesse sentido, que o estudo de [Rieger et al. \(2020\)](#) buscou identificar desafios, requisitos e soluções técnicas de acessibilidade, selecionando 28 requisitos a respeito de acessibilidade para aplicações móveis através de uma RSL.

O artigo apresenta uma abordagem orientada a modelos que integra conceitos de acessibilidade no desenvolvimento de aplicações móveis multiplataforma em conjunto com protótipos acessíveis à PDV, construídos com base nessa abordagem. Uma aplicação com foco nos cidadãos que desejam obter informações sobre chuvas fortes e inundações foi desenvolvida, nela os usuários podem ter uma visão de eventos de inundações próximos e compartilhar novos incidentes.

O estudo comparou uma versão da aplicação desenvolvida nativamente que necessitou de 3,400 linhas de código *Java* e 3,200 linhas de código *XML* (gerado de forma semiautomática) com outra versão, com um conjunto similar de funcionalidades. A nova versão do *app* consistiu em 445 linhas de código *MD<sup>2</sup>*, *framework* baseado na abordagem orientada a modelos para desenvolvimento móvel multiplataforma através da linguagem de alto nível *Xtend*<sup>9</sup>. Principais funcionalidades sobre acessibilidade identificadas:

1. Adaptação da *interface* de acordo com as necessidades do usuário;
2. Integração com os leitores de tela através do fornecimento de descrições em texto para elementos não textuais;
3. Personalização do contorno de foco do *TalkBack*.

Segundo o artigo, o estudo de caso mostrou que *apps* acessíveis podem ser gerados a partir do modelo de alto nível *MD<sup>2</sup>*, implementando as técnicas de integração adequadas em cada ponto. Embora o autor afirme isso, o estudo também deixa claro que ainda havia uma pendência de validação centrada no usuário, visto que o trabalho não implementou todas as técnicas e a solução proposta não foi testada com PDV.

<sup>9</sup> <https://www.eclipse.org/xtend/>

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *Xtend, Java e Eclipse.*

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** multiplataforma (*Android e iOS*).

**Público alvo da aplicação:** PDV interessadas em saber sobre eventos climáticos locais como chuvas fortes e inundações.

### 3.2.3 *An Accessible Roller Coaster Simulator for Touchscreen Devices: An Educational Game for the Visually Impaired*

O trabalho de [Biase et al. \(2018\)](#) apresenta um *app* simulador de montanha russa, baseado em simuladores educacionais já existentes e adaptado para *smartphones*, para ser utilizado em disciplinas Educação Física por pessoas com e sem DV. A aplicação foi desenvolvida para auxiliar no estudo de Energia Mecânica e trás as interações por áudio e tátil como alternativas à visual. As principais funcionalidades sobre acessibilidade identificadas no *app* foram:

1. Os elementos visuais possuem descrições textuais para integração com leitores de tela;
2. *Feedback* através de “texto para voz” (TTS, do inglês *text-to-speech*) e vibração ao clicar em determinados elementos na tela, mesmo com o modo de acessibilidade desativado;
3. Efeitos sonoros característicos que ilustram os resultados da simulação ao longo do percurso.

Com taxas de 73% eficácia, 77% de eficiência e 66% satisfação do usuário com relação a aplicação desenvolvida, os testes de usabilidade demonstraram que as estratégias de interação propostas são viáveis, com grande potencial para serem utilizadas em propósitos educacionais.

Alguns problemas de acessibilidade afetaram a taxa de satisfação dos usuários, a mantendo em 66%, tais como dificuldades em seguir a trilha da montanha com apenas um dedo, não ser possível detectar quando o carro está voltando no trilho e falha no comando que altera o foco dos elementos, alterando para o elemento errado.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *Unity 3D engine.*

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android.*

**Público alvo da aplicação:** Pessoas com e sem DV.

### 3.2.4 *Application for the Configuration and Adaptation of the Android Operating System for the Visually Impaired*

Apesar das vantagens dos dispositivos móveis, alguns desafios da interação de PDV com os sistemas operacionais (SOs) desses dispositivos precisam ser superados, para que a tecnologia alcance um número significativo nesse grupo. Assim, o estudo de [Oliveira, Braga e Damaceno](#)

(2018) visou planejar e desenvolver uma aplicação que automatize as configurações do SO *Android* de acordo com as preferências de acessibilidade de cada PDV, através de comandos de voz. O artigo apresenta algumas funcionalidades e técnicas relacionadas a acessibilidade que são listadas a seguir:

1. Escala de Usabilidade do Sistema (SUS, do inglês *System Usability Scale*) para avaliação de usabilidade da aplicação;
2. *SpeechRecognizer* do *Android* para reconhecimento de voz;
3. Eurísticas de Usabilidade de Nielsen (do inglês, *Nielsen Usability Heuristics*) para evitar problemas de acessibilidade já mapeados.

Um protótipo foi desenvolvido e mostrou potencial para ser utilizado como ferramenta para PDV, trazendo benefícios com a possibilidade do uso de comando de voz. Os testes foram realizados com seis voluntárias com DV, sendo duas parcial e quatro total. Onde três delas já possuíam experiência com comandos de voz e apenas duas das seis pessoas já haviam realizado a configuração do dispositivo alguma vez.

As voluntárias expressaram avaliações positivas quanto a autonomia, satisfação e usabilidade da aplicação. E o tempo gasto para realizar as configurações de acessibilidade foi mais curto no *app* desenvolvido que na aplicação padrão do *Android*.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *Android Studio 2.0*.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV.

### 3.2.5 *Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems*

Este estudo realizou uma RSL e testes em várias aplicações móveis para PDV, e dividiu os problemas encontrados em três categorias: organização, apresentação e comportamento (OAC). Uma aplicação móvel, chamada “*Read Master*”, também foi desenvolvida no trabalho de Shera et al. (2021), incorporando soluções para os principais problemas de OAC. Por fim, o artigo apresentou diretrizes de *design* e desenvolvimento, baseadas na avaliação prática, para superar problemas na criação de aplicações móveis acessíveis à PDV.

O *app* consiste em duas funcionalidades principais: fornecer informações científicas e *quizzes* de múltipla escolha. As principais técnicas e funcionalidades identificadas no estudo para o suporte de acessibilidade foram:

1. *SUS* para avaliação de usabilidade da aplicação;
2. Levantamento e categorização dos principais problemas de acessibilidade em *apps* móveis.

Uma avaliação de usabilidade do *app*, com 56 PDV, foi conduzida e validada com foco na experiência de usuários com DV. Os resultados mostraram que a organização da aplicação estava 100% efetiva tanto para usuários os cegos quanto para os com DV parcial. Já quanto a eficiência, a dos usuários com DV parcial se mostrou maior que a dos cegos. O nível mais alto de satisfação, quanto as 3 categorias de problemas avaliados, para usuários com DV total, estava na apresentação com 87,62%, enquanto para os com visão parcial estava tanto na organização quanto na apresentação com 89,21%. No geral, o estudo indica que a aplicação reduziu a gravidade dos problemas de OPB, oferecendo alta usabilidade.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV.

### 3.2.6 *Design and development of a mobile app of drug information for people with visual impairment*

O trabalho de [Madrigal-Cadavid et al. \(2020\)](#), foi desenvolvido na Colômbia, onde a falta de acesso à informações, acessíveis, de rótulos de medicamentos como contraindicações, armazenamento, data de validade e dosagem foi indentificada como uma das principais barreiras no uso de medicamentos por PDV.

Nesse contexto, uma aplicação *mobile*, chamada *FarmaceuticApp*, foi desenvolvida no estudo. A principal funcionalidade do *app* é a de buscar por informações de medicamentos, onde essas informações são apresentadas ao usuário de forma acessível e a busca pode ser realizada por vários meios, esses que serão listados adiante.

As principais técnicas e funcionalidades identificadas, relacionadas à acessibilidade e utilizadas no desenvolvimento dessa solução, foram:

1. Tamanho da fonte das letras personalizável;
2. Vibração e sons para alertar o usuário do resultado da busca;
3. *Tutorial* com possibilidade de ser visto novamente;
4. Possibilidade de busca por *barcode* e *qrcode*, foto, comando de voz e texto;
5. Possibilidade de ativar e desativar o assistente de voz do *app*.

**Tecnologia utilizada no desenvolvimento:** *Java, Android Studio, Accessibility Scanner App*, e o *Test Lab* do *Firebase*.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV que buscam obter informações de rótulos de medicamentos.

O estudo envolveu 48 PDV, das quais 69% necessitavam de assistência para o uso de medicamentos e 90% possuíam celulares, sendo 93% deles com o SO *Android*. Na avaliação final, 100% dos usuários disseram utilizariam o *app* e o avaliaram entre 4 e 5 estrelas (bom e muito bom).

### 3.2.7 *Designing multimodal mobile interaction for a text messaging application for visually impaired users*

Apesar da inclusão de opções de acessibilidade, os SOs móveis ainda enfrentam uma falta de suporte adequado para alguns tipos de atividades e contextos, como é o exemplo da escrita de textos para PDV, uma tarefa que acaba consumindo muito tempo. Além disso, os usuários geralmente necessitam utilizar as duas mãos para escrever mensagens, o que mostra ser um problema para cegos, visto que necessitam carregar bengala ou possuem cão guia, assim restando apenas uma mão livre. Nesse contexto, a abordagem proposta no estudo, através de uma aplicação protótipo para envio de mensagens, visa uma interação com o smartphone com as mãos livres, através de técnicas multimodais, especialmente o uso de gestos em combinação com comandos de voz.

Os gestos são utilizados como gatilhos para ações. Assim, quando um gesto é reconhecido, ele ativa alguma função, que geralmente ativa o "reconhecedor de fala" ou o TTS. Por exemplo, existe um gesto para a ação de adicionar uma nova mensagem, ao reconhecê-lo, o *app* ativa o reconhecedor de fala para que o usuário dite o que deve ser escrito na mensagem. Um outro gesto ativa a função para revisão da mensagem escrita, ao ser reconhecido, o TTS é ativado e a mensagem é lida palavra a palavra.

1. Interação por gestos;
2. Text-to-speech;
3. Comando de voz.

**Tecnologia utilizada no desenvolvimento:** *Java, Android Studio, Accessibility Scanner App*, e o *Test Lab* do *Firebase*.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV.

O artigo traz um caso de estudo inicial focado em um *app* para envio de mensagens, onde uma pesquisa foi realizada com 9 usuários com DV e resultou em feedbacks positivos, principalmente a respeito da interação por gestos. O estudo também trouxe comparativo de

performance dos usuários na realização de tarefas em apps de envio de mensagem padrão com o app desenvolvido. Os resultados mostraram que na realização de tarefas fáceis, a performance do app era pouco inferior as alternativas padrões do sistema, porém, passa-se a notar grandes diferenças a favor do app em tarefas consideradas normal e difíceis, com cerca de 30% e 50% mais performance, respectivamente, para a solução desenvolvida em relação ao app padrão.

### 3.2.8 *Do You like My Outfit? Cromnia, a Mobile Assistant for Blind Users*

Apresentam uma aplicação mobile assistiva projetada para permitir a autonomia de PDV/cegas nas atividades diárias de se vestir. Uma pesquisa, em forma de questionário, com 10 pessoas foi realizada como parte de um projeto europeu que visa definir um roteiro de compras inovador para PDV. Especialistas na área de deficiência visual, de clínicos à profissionais de reabilitação vocacional e operadores do campo de cuidados sociais, participaram do estudo. O objetivo do estudo foi projetar uma solução assistiva que pudesse prover grande autonomia à pessoas cegas em suas atividades diárias. O processo de análise e projeto envolveu, desde o início, a participação de 4 pessoas cegas da Italian Blind Union, que se voluntariaram para colaborar com a equipe de design de usabilidade. Entre as tarefas diárias que mais se esperava autonomia a de se vestir com uma combinação de cores e roupas adequadas se mostrou ser o maior interesse para as PDV, essas que geralmente dependem de ajudantes para isso.

Requisitos funcionais: Detecção de iluminação ambiente; Detecção de cor e textura; Combinação de cores apropriadas. Não funcionais: Total integração com a ferramenta de sintetização de voz dos dispositivos; Tamanho de fontes e labels adaptáveis de acordo com o tipo de deficiência. Resposta em tempo real; Sistema de notificações simples e imediato.

**Tecnologia utilizada no desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do app desenvolvido:** iOS.

**Público alvo da aplicação:** PDV.

O estudo levantou que já existiam soluções no mercado para esse problema, porém a ideia de uma ferramenta paga não foi bem aceita pelos entrevistados, que observaram que muitos nem poderiam pagar. Os testes envolveram 6 pessoas cegas e 6 com DV. O app é bem simples e consiste em uma única interface, parecida com a padrão da câmera do sistema iOS. Como resultado do estudo a aplicação chamada de Cromnia que possibilita que os usuários reconheçam cores, padrões e combinações de cores, considerando a iluminação do ambiente foi desenvolvida. Os participantes gostaram dos benefícios do app e se mostraram ansiosos para experimentar novas versões do app, visando em quando poderão utilizar o app de fato no dia a dia. O app está disponível na AppStore e conta com alto número de downloads.

### **3.2.9 *Effect of UX Design Guideline on the information accessibility for the visually impaired in the mobile health apps***

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

### **3.2.10 *Improved and Accessible E-Book Reader Application for Visually Impaired People***

Apresenta um estudo com um aplicativo leitor de e-book acessível para PDV para suprir as limitações dos atuais livros em áudio e Braille, tais como falta de novos livros, ausência de textos alternativos e navegação desconfortável. Embora livros digitais já estejam estabelecidos internacionalmente, não são satisfatórios em termos de acessibilidade e interface. O principal dispositivo utilizado para leitura foi mobile, sendo iOS a maioria com 22 usuários contra 5 para o Android.

- Searching, downloading and reading of EPUB3 contents - Play, Stop, Move controls in the reading mode - Function of bookmark, memo, search and sleep timer - Accessibility features such as high contrast settings, highlighting, and TTS voice attribute settings

**Tecnologia utilizada no desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *iOS*.

**Público alvo da aplicação:** PDV que gostam de livros.

Média de satisfação dos usuários maior que 75% nos testes de usabilidade, realizados em 3 fases com usuários com e sem experiência; Tempo médio de execução das tarefas foi de 92 segundos para usuários não experientes e 82 segundos para experientes; Usuários experientes enfrentaram erros relacionados a login, configuração e busca por tentarem utilizar suas próprias abordagens baseadas em outras aplicações;

### **3.2.11 *MathMelodies 2: A Mobile Assistive Application for People with Visual Impairments Developed with React Native***

Esse artigo apresenta a experiência do desenvolvimento do *MathMelodies 2*, uma aplicação para ajudar crianças de 1 a 5 anos com DV no estudo de matemática. A aplicação apresenta 13 tipos de exercícios e diferentes níveis de dificuldade. Esses exercícios se passam

dentro de contos de fantasia, onde a criança tem que resolvê-los para avançar na história.

A primeira versão foi desenvolvida em 2013 através de uma campanha de *crowdfunding* e lançada para *iPad* de forma gratuita. O *design* do novo *app* seguiu princípios que derivados da experiência e do *feedback* dos usuários da versão anterior. Uma das demandas mais comuns foi a de disponibilização do *app* para outras plataformas, *Android* e *iOS*. Assim, nesse trabalho, Cantù et al. (2018), desenvolve essa nova versão como um protótipo, utilizando *React Native* para reduzir o esforço de desenvolvimento.

1. Implementação nativa para *iOS* e *Android* de componentes não acessíveis no *React Native*;
2. Elementos chave de interação sempre posicionados na mesma parte da tela, em locais de fácil acesso;
3. Tamanho dos ícones e componentes adaptáveis de acordo com tamanho da tela;
4. Todos os elementos visíveis na tela sem necessidade de rolagem;
5. Cores de fundo uniformes e neutras;
6. Interações por gestos simples.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *React Native*.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** multiplataforma (*Android* e *iOS*).

**Público alvo da aplicação:** Crianças com DV.

Embora as funcionalidades básicas tenham sido contempladas pelo *framework* utilizado, uma funcionalidade avançada que foi requerida não era suportada. Por conta disso, foi necessário desenvolver componentes adicionais nativamente, isto é, utilizando as tecnologias específicas para cada plataforma.

Testes preliminares, realizados com duas pessoas (uma com DV parcial e outra total), sugeriram que a aplicação estava totalmente acessível. Assim, o estudo conclui que *React Native* é uma escolha válida para o desenvolvimento de aplicações acessíveis.

### 3.2.12 *Object Recognition and Hearing Assistive Technology Mobile Application Using Convolutional Neural Network*

A falta de aplicações móveis que atendam pelo menos as necessidades mais comuns de PDV motivou a realização do trabalho de Caballero, Catli e Babierra (2020), que desenvolveu uma aplicação com objetivo de atender as necessidades desse grupo através de tecnologias de Reconhecimento de Objetos (RO) e TTS.



O *app* utiliza algoritmos de *Convolutional Neural Network* (CNN), solução de aprendizado de máquina reconhecida como um poderoso método para reconhecimento de imagens, para identificar detalhes em imagens e narra-los para o usuário através do TTS. O artigo se concentra mais na apresentação da API utilizada para o RO, mostrando pouco sobre a aplicação *mobile*, ainda assim, foram identificadas as seguintes características de acessibilidade no *app*:

1. Reconhecimento de detalhes de imagens;
2. Síntese dos resultados do RO por voz.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV.

O estudo realizou a revisão de diferentes estudos e tecnologias que utilizam CNN, um dos principais estudos citados foi publicado em 2015 na Conferência Brasileira de Sistemas Inteligentes (BRACIS), este que utiliza RO para um sistema de navegação inteligente que possibilita que robôs interajam e determinem o comportamento de objetos. Através dos trabalhos relacionados citados, o artigo apresenta o RO sendo utilizado para inclusão social de PDV.

Os resultados mostraram que CNN tem potencial para classificar coisas vivas e objetos em ambientes interiores e exteriores com alta precisão, através de imagens públicas que serviram como base para treinamento. Assim, possibilitando um desempenho funcional e confiável do sistema em benefício das PDV através do *app* desenvolvido.

### **3.2.13 *QUIMIVOX MOBILE 2.0: Application for Helping Visually Impaired People in Learning Periodic Table and Electron Configuration***

Muito ainda precisa ser feito quanto a inclusão de PDV no processo de ensino e aprendizagem de química, por requerer de muitos recursos visuais. E, embora exista uma quantidade significativa de *apps* que auxiliam no ensino de química, os mesmos não são acessíveis aos DV, mesmo com o uso de leitores de tela.

É nesse sentido que o estudo de [Oliveira et al. \(2019\)](#) introduziu uma nova versão do “*Quimivox Mobile 2.0*”, aplicativo que apresenta informações acessíveis à DV sobre a tabela periódica e, na nova versão, a configuração eletrônica dos elementos químicos. A interação do *app* é baseada em gestos e comandos de voz, com as informações sendo apresentadas graficamente e por síntese de voz, através do *TalkBack*.

A aplicação utiliza de técnicas de gestos já utilizadas em outras ferramentas que consistem em deslizar com os dedos em quatro direções. Esses gestos foram complementados com outros específicos para a realização de ações na aplicação, tais como a ativação do reconhecimento de voz

e uma opção para retornar a tela anterior. Segue abaixo as principais técnicas e funcionalidades para acessibilidade identificadas no estudo:

1. Interação por reconhecimento de voz e gestos;
2. Tamanhos de fontes de letras ampliados;
3. Alto contraste (fundos pretos e textos brancos);
4. Possibilidade de escolha de cores do *app* para melhorar a legibilidade para pessoas daltônicas;
5. *Feedback* sonoro mesmo com *Talkback* desativado.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *Java, Android Studio e API Airy.*

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android 4.0 ou superior.*

**Público alvo da aplicação:** PDV interessadas no aprendizado de Química.

Os usuários apontaram o comando de voz como a funcionalidade que mais facilitou na utilização da *app*. Na avaliação de uma das PDV, participante dos testes, o desenvolvimento de manual poderia contribuir com melhor entendimento do funcionamento do aplicativo. Outras sugestões foram a ampliação dos tipos de toques na tela e o aumento na velocidade da voz sintetizada.

O artigo conclui que os participantes aprovaram a nova versão, avaliando positivamente o *app*, indicando que a maior dificuldade estava na pouca prática no uso de dispositivos móveis por parte de alguns DV. E relata que essa dificuldade estava relacionada aos gestos, onde a maioria fez algum comentário negativo, citando 5 desses participantes. Porém, o texto supõe que, com a prática no uso dos gestos, essa dificuldade poderia ser diminuída significativamente, citando o reconhecimento da falta de experiência na utilização de dispositivos móveis por 4 participantes como justificativa, sendo que apenas um deles, chamado P10, fazia parte dos 5 participantes citados pelos comentários negativos.

### **3.2.14 “*Talkin’ about the weather*”: Incorporating TalkBack functionality and sonifications for accessible app design**

Informações a respeito do clima atual e previsões são especialmente importantes para PDV, visto que podem afetar suas as decisões do cotidiano, como escolhas de rotas, roupas e tecnologias assistivas que impactam significativamente seu trajeto. Porém, essas pessoas enfrentam péssimas experiências tentando buscar informações sobre o clima nos dispositivos móveis, geralmente por conta dos erros entre as informações na tela e a ordem em que os leitores de tela as apresentam, além dos apps serem cheios de imagens e ícones que costumam não apresentar descrição para o usuário a menos que possa enxergá-las.

Assim, Tomlinson et al. (2016), nesse estudo, projetou um *app* de clima que visa ser acessível à usuários que dependem de leitores de tela. O estudo realizou uma análise das necessidades dos usuários com DV, levantando quais eram as informações importantes e em qual ordem eles gostariam de consumi-las. As principais soluções quanto à acessibilidade identificadas foram:

1. Alternativa aos ícones padrões utilizados para indicação através dos chamados “Ícones auditivos”;
2. Utilização constante do *TalkBack* durante o processo de desenvolvimento;
3. Interface com alto contraste (textos brancos em fundo preto), visando a experiência de usuário (UX) de PDV;
4. Integração com *Talkback* seguindo as Diretrizes de Acessibilidade do *Google*.

“Ícones auditivos” emitem sons breves, baseados nos sons reais do cotidiano, e servem alternativa para representação dos ícones visuais de clima, como o ícone de chuva, representado por sons que remetem ao evento.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** PDV que necessitam saber sobre o clima.

Nos testes de usabilidade, 7 participantes responderam que utilizaram o *app* por pelo menos seis dias durante a semana e, no geral, reportaram terem obtido experiência tão boa ou melhor que nos *apps* de clima que já utilizaram anteriormente.

### 3.2.15 *Users’ perception on usability aspects of a braille learning mobile application ‘mBRAILLE’*

Estudantes com DV enfrentam dificuldades ou incapacidade, a depender do nível de DV, para obter informações visuais, o que torna o processo de aprendizagem deles mais difícil que o dos outros. Nesse artigo, Nahar, Sulaiman e Jaafar (2019), apresenta o *mBRAILLE*, *app* que foi desenvolvido em *Bangladesh* para auxiliar PDV no processo de autoaprendizagem de *Braille*, sem ou com dependência mínima de outras pessoas. Embora a publicação não apresente muitos detalhes do processo de desenvolvimento, sequer mencionam leitores de tela, algumas características relacionadas à acessibilidade utilizadas na solução foram identificadas, seguem:

1. *Tutorial* para auxiliar o usuário na utilização do *app*;
2. *Feedback* por vibração e áudio;

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** Não informado.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** *Android*.

**Público alvo da aplicação:** Estudantes de Bangladesh com DV.

O estudo avaliou 4 aspectos de usabilidade (aprendizagem, interface e funcionalidades, acessibilidade e auto descritividade) do *app* através de testes com 5 usuários com DV, que realizaram a avaliação após utilizarem a aplicação por 2 semanas, mostrando resultados de avaliação média satisfatórios, de 6 ou acima, numa escala de 0 a 7.

O estudo teve a uma limitação de apenas 5 participantes, sendo todos experientes em *Braille*. Assim, o artigo menciona que trabalhos futuros concentrar-se-ão em avaliar e testar a efetividade do aprendizado de *Braille* através do *app*, com um grande número de participantes de diferentes escolas.

### 3.2.16 *WordMelodies: Supporting Children with Visual Impairment in Learning Literacy*

As ferramentas educacionais de escolas primarias frequentemente não são acessíveis para crianças com DV. Além disso, os livros costumam ser ricos em conteúdos gráficos com o intuito de engajar os alunos, impactando na acessibilidade mesmo quando estão disponíveis no formato digital. Da mesma forma, *apps* educacionais frequentemente possuem conteúdos gráficos interativos de maneira inacessível à PDV.

Visando amenizar esses problemas, o artigo de [Mascetti et al. \(2019\)](#) apresenta o *WordMelodies*, uma aplicação *mobile* inclusiva e multiplataforma que tem como objetivo ajudar crianças com DV na aquisição de habilidades básicas de literatura com 8 tipos de exercícios. A aplicação foi projetada e avaliada por 3 especialistas no domínio de tecnologias assistivas e educação para crianças com DV. As principais características relativas à acessibilidade encontradas no artigo foram:

1. Elementos chave de interação sempre posicionados na mesma parte da tela, priorizando os cantos da tela;
2. Interações por gestos como “arrastar e soltar” com descrição auditiva;
3. Descrição alternativa em texto dos elementos de tela para integração com leitores de tela.

**Tecnologia utilizada para desenvolvimento:** *React Native*.

**Plataforma alvo do *app* desenvolvido:** multiplataforma (*Android* e *iOS*).

**Público alvo da aplicação:** Crianças com DV.

Na avaliação dos especialistas, o *app* se mostrou totalmente acessível, exceto por um problema que afetou a utilização do usuário ao navegar entre os elementos utilizando leitores de tela. Nessa navegação, a ordem dos elementos não corresponde com a ordem lógica apresentada na tela, problema que ocorreu por uma limitação do *kit* de ferramentas da plataforma de desenvolvimento utilizada, o *React Native*.

Um dos principais desafios no desenvolvimento foi alcançar uma funcionalidade de “arrastar e soltar” acessível e fácil de utilizar. Pois, no *React Native* esse componente não fornece suporte à acessibilidade, sendo necessário o desenvolvimento de um componente nativo tanto no *iOS* como no *Android*, para prover informações auditivas ao usuário enquanto ele utiliza o componente.

### **3.3 Estudos Relacionados**

Durante o processo de seleção de artigos do MSL, foram encontrados estudos secundários que realizavam uma RSL dentro do tema estudado neste trabalho. Embora esses estudos tenham sido rejeitados, por se enquadrarem em algum dos critérios definidos na seção anterior, eles foram considerados como estudos relacionados. Assim, nesta seção são apresentados os principais problemas e, possíveis técnicas, métodos e padrões encontrados por esses estudos para soluções dos mesmos.

# 4

## Proposta

### 4.1 Lista de códigos

Teste. Usado para criar a lista de códigos, adicionar sintaxe highlight, enumerar as linhas e colorir o fundo, para dar destaque a implementação.

Sintaxe básica:

```
\begin{codigo}[!htb]
  \caption{Espaço para o título do código}
  \label{Espaço para o label do código, para ser usado na referência}
  \begin{lstlisting}[language = Linguagem de programação a ser usada]
    <CÓDIGO>
  \end{lstlisting}
\end{codigo}
```

Código 1 – Código PHP

```
1 <?php
2
3 echo 'Olá mundo!';
4 print 'Olá mundo!';
```

### 4.2 Lista de Algoritmos

Usado para criar a lista de algoritmos ou pseudocódigos.

Sintaxe básica:

## Código 2 – Código python

```

1 import numpy as np
2
3 def incmatrix(genl1, genl2):
4     m = len(genl1)
5     n = len(genl2)
6     M = None #to become the incidence matrix
7     VT = np.zeros((n*m,1), int) #dummy variable
8
9     #compute the bitwise xor matrix
10    M1 = bitxormatrix(genl1)
11    M2 = np.triu(bitxormatrix(genl2),1)
12
13    for i in range(m-1):
14        for j in range(i+1, m):
15            [r,c] = np.where(M2 == M1[i,j])
16            for k in range(len(r)):
17                VT[(i)*n + r[k]] = 1;
18                VT[(i)*n + c[k]] = 1;
19                VT[(j)*n + r[k]] = 1;
20                VT[(j)*n + c[k]] = 1;
21
22                if M is None:
23                    M = np.copy(VT)
24                else:
25                    M = np.concatenate((M, VT), 1)
26
27                VT = np.zeros((n*m,1), int)
28
29    return M

```

## Código 3 – Codigo Java

```

1 public class Factorial{
2     public static void main(String[] args){
3         final int NUM_FACTS = 100;
4         for(int i = 0; i < NUM_FACTS; i++)
5             System.out.println( i + "! is " + factorial(i) +
6                                 factorial(i) factorial(i));
7     }
8
9     public static int factorial(int n){
10        int result = 1;
11        for(int i = 2; i <= n; i++)
12            result *= i;
13        return result;
14    }
15 }

```



```

\begin{algoritmo}[!htb]
  \caption{Espaço para o título do algoritmo ou pseudocódigo}
  \label{label do do algoritmo ou pseudocódigo, para ser usado na referência}
  <ESPAÇO RESERVADO PARA USAR SEU PACOTE FAVORITO DE CÓDIGOS>
\end{algoritmo}

```

#### Algoritmo 1 – Algoritmo exemplo

**Data:** this text  
**Result:** how to write algorithm with L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2e

```

1 initialization;
2 while not at end of this document do
3   | read current;
4   | if understand then
5   |   | go to next section;
6   |   | current section becomes this one;
7   | else
8   |   | go back to the beginning of current section;
9   | end
10 end

```

# 5

## Conclusão

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.

Sed eleifend, eros sit amet faucibus elementum, urna sapien consectetur mauris, quis egestas leo justo non risus. Morbi non felis ac libero vulputate fringilla. Mauris libero eros, lacinia non, sodales quis, dapibus porttitor, pede. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi dapibus mauris condimentum nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam sit amet erat. Nulla varius. Etiam tincidunt dui vitae turpis. Donec leo. Morbi vulputate convallis est. Integer aliquet. Pellentesque aliquet sodales urna.

# Referências

BALLANTYNE, M. et al. Study of accessibility guidelines of mobile applications. In: . [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2018. p. 305–315. ISBN 9781450365949. Citado na página 10.

BIASE, L. C. D. et al. An accessible roller coaster simulator for touchscreen devices: An educational game for the visually impaired. In: *2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 101–105. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.

CABALLERO, A. R.; CATLI, K. E. I.; BABIERRA, A. G. F. Object recognition and hearing assistive technology mobile application using convolutional neural network. In: *Proceedings of the International Conference on Wireless Communication and Sensor Networks*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (icWCSN 2020), p. 41–48. ISBN 9781450377638. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3411201.3411208>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 31.

CANTÙ, N. et al. Mathmelodies 2: A mobile assistive application for people with visual impairments developed with react native. In: *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (ASSETS '18), p. 453–455. ISBN 9781450356503. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3234695.3241006>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 31.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. *Assistive technologies: Principles and practice: Fourth edition*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 9.

DUARTE, C. et al. Designing multimodal mobile interaction for a text messaging application for visually impaired users. *Frontiers in ICT*, Frontiers Media S.A., v. 4, n. DEC, 2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061981298&doi=10.3389%2fict.2017.00026&partnerID=40&md5=c6d6a2fcab00d15edc7f162bf576c772>>. Citado na página 22.

IBGE. Cartila do censo 2010 - pessoas com deficiências. *Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR), Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD)*, p. 32, 2012. ISSN 1098-6596. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Citado na página 9.

KIM, W. et al. Effect of ux design guideline on the information accessibility for the visually impaired in the mobile health apps. In: . Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. p. 1103–1106. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062552457&doi=10.1109%2fBIBM.2018.8621471&partnerID=40&md5=b0ac4a92a73fedbd9803f08ab427814e>>. Citado na página 22.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2007. Citado na página 14.

LEPORINI, B.; PALMUCCI, E. A mobile educational game accessible to all, including screen reading users on a touch-screen device. In: *Proceedings of the 16th World Conference on Mobile and Contextual Learning*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (mLearn 2017). ISBN 9781450352550. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3136907.3136941>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

MADRIGAL-CADAVID, J. et al. Design and development of a mobile app of drug information for people with visual impairment. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, v. 16, n. 1, p. 62–67, 2020. ISSN 1551-7411. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1551741119301317>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 27.

MASCETTI, S. et al. Wordmelodies: Supporting children with visual impairment in learning literacy. In: *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (ASSETS '19), p. 642–644. ISBN 9781450366762. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3308561.3354587>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 35.

NAHAR, L.; SULAIMAN, R.; JAAFAR, A. Users' perception on usability aspects of a braille learning mobile application 'mbraille'. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, v. 11870 LNCS, p. 100–109, 2019. Disponível em: <[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85077844210&doi=10.1007%2f978-3-030-34032-2\\_10&partnerID=40&md5=01d0716dda193cd19f0d3b46dc897e13](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85077844210&doi=10.1007%2f978-3-030-34032-2_10&partnerID=40&md5=01d0716dda193cd19f0d3b46dc897e13)>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 34.

OLIVEIRA, A. S. de et al. Quimivox mobile 2.0: Application for helping visually impaired people in learning periodic table and electron configuration. In: *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. (IHC '19). ISBN 9781450369718. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3357155.3358436>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 32.

OLIVEIRA, B. de; BRAGA, J. C.; DAMACENO, R. J. P. Application for the configuration and adaptation of the android operating system for the visually impaired. In: *Proceedings of the 15th International Web for All Conference*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (W4A '18). ISBN 9781450356510. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3192714.3192838>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 26.

QUISPE, F. E.; SCATALON, L. P.; ELER, M. M. Prioritization of mobile accessibility guidelines for visual impaired users. In: . [S.l.]: SciTePress, 2020. v. 2, p. 563–570. ISBN 9789897584237. Citado na página 10.

RIEGER, C. et al. A model-driven approach to cross-platform development of accessible business apps. In: . New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. (SAC '20), p. 984–993. ISBN 9781450368667. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3341105.3375765>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 24.

SHERA, A. et al. Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems. *Intelligent Automation and Soft Computing*, Tech Science Press, v. 30, n. 1, p. 285–301, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111705547&doi=10.32604%2fiasc.2021.018009&partnerID=40&md5=506f2304e2021f8d02726bdb342599fd>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 26.

SHIN, H. et al. Improved and accessible e-book reader application for visually impaired people. In: *SIGGRAPH Asia 2017 Posters*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (SA '17). ISBN 9781450354059. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3145690.3145748>>. Citado na página 22.

SILVA, E. R. P. da. *Métodos para Revisão e Mapeamento Sistemático da Literatura (Methods for Systematic Literature Reviews and Systematic Mapping Studies)*. Tese (Doutorado) — Federal University of Rio de Janeiro, 03 2009. Citado na página 14.

TAYLOR, K.; SILVER, L. Smartphone ownership is growing rapidly around the world, but not always equally | pew research center. p. 47, 2019. Disponível em: <<https://www.pewresearch.org/global/2019/02/05/smartphone-ownership-is-growing-rapidly-around-the-world-but-not-always-equally/>>. Citado na página 9.

TOMLINSON, B. et al. "talkin' about the weather": Incorporating talkback functionality and sonifications for accessible app design. In: . Association for Computing Machinery, Inc, 2016. p. 377–386. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991387146&doi=10.1145%2f2935334.2935390&partnerID=40&md5=773b9f0cb6471ee5944fbe8c0a03cdc4>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 34.

VITIELLO, G. et al. Do you like my outfit? cromnia, a mobile assistant for blind users. In: *Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (Goodtechs '18), p. 249–254. ISBN 9781450365819. Disponível em: <<https://doi-org.ez20.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3284869.3284908>>. Citado na página 22.

W3C, W. W. W. C. Web content accessibility guidelines (wcag) overview. *Web Accessibility Initiative (WAI)*, 2019. Citado na página 9.

WHO. *World report on vision*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 214. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.

YAN, S.; RAMACHANDRAN, P. G. The current status of accessibility in mobile apps. *ACM Transactions on Accessible Computing*, Association for Computing Machinery, v. 12, 2 2019. ISSN 19367228. Citado na página 10.