



Pós-Graduação em Ciência da Computação

JEFTÉ DE ASSUMPÇÃO MACÊDO

**POR NOVAS FORMAS DE INTERAÇÃO: UMA AVALIAÇÃO DO USO DA PARTE
POSTERIOR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS POR PESSOAS COM DEFICIÊNCIA
VISUAL**



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

Recife
2019

JEFTÉ DE ASSUMPÇÃO MACÊDO

**POR NOVAS FORMAS DE INTERAÇÃO: UMA AVALIAÇÃO DO USO DA PARTE
POSTERIOR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS POR PESSOAS COM DEFICIÊNCIA
VISUAL**

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

Área de concentração: Mídia e Interação

Orientador: Prof. Dr. André Luis de Medeiros Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Walter Franklin M. Correia

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Mariana de Souza Alves CRB4-2105

M141p Macêdo, Jefte de Assumpção
Por novas formas de interação: uma avaliação do uso da parte posterior de dispositivos móveis por pessoas com deficiência visual/ Jefte de Assumpção Macêdo – 2019.
101f., fig.

Orientador: André Luis de Medeiros Santos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da Computação. Recife, 2019.
Inclui referências e apêndice.

1. Mídia e Interação. 2. Acessibilidade. 3. Pessoa com deficiência visual. 4. Smartphone. I. Santos, André Luis de Medeiros (orientador). II. Título.

006.7 CDD (22. ed.) UFPE-CCEN 2020-04

Jefté de Assumpção Macêdo

“POR NOVAS FORMAS DE INTERAÇÃO: UMA AVALIAÇÃO DO USO DA PARTE POSTERIOR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS POR PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovado em: 9 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando da Fonseca de Souza
Centro de Informática / UFPE

Prof. Dr. João Marcelo Xavier Natario Teixeira
Departamento de Eletrônica e Sistemas/UFPE

Prof. Dr. André Luis de Medeiros Santos
Centro de Informática / UFPE

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de todo o saber, o qual tem me amado, sustentado e abençoado.

Meu pai e minha mãe que me ensinaram a ser uma boa pessoa e sempre acreditaram em mim.

Meus irmãos, os quais me orgulham e sentem o mesmo por mim, sendo um dos motivos de maior alegria para mim.

A Tatiana Bittencourt, a pessoa que a 4 anos conseguiu me enxergar como um futuro pesquisador e despertou em mim o amor pela área, além de puxões de orelha que só alguém que acredita e se importa dá. Espero poder honrar cada vez mais tamanha dedicação.

Ao Professor Walter, amigo e orientador para a vida, o qual sempre está preocupado com o meu futuro. Isso nunca será esquecido.

Aos meus colegas de trabalho, os quais me fortaleceram e me amadureceram dia a dia. Em especial, Jonysberg, Carla, Weynner e Marcelo.

A Rodrigo Jardim, por todo o apoio digno de um “salvador da pátria”.

Ao Projeto CIn-UFPE/Samsung, o qual sou pesquisador a quatro anos, por ter me agraciado com a oportunidade de exercer o que amo num ambiente sem igual de amizade, respeito e desenvolvimento humano.

A todos os meus amigos, sobretudo os da graduação, os quais sempre me enxergaram como sendo muito mais capaz do que já havia sonhado em ser, me encorajando a de fato assim ser.

Por fim, a minha esposa Juliana, companheira de todos os momentos daqui até enquanto eu existir, suporte nas dificuldades e alegria constante, a qual é a principal razão de tentar todos os dias ser alguém melhor. Deus sabe o que passamos para chegar até aqui, e que você nunca deixou de acreditar em mim.

A todos meu sincero obrigado, pois nunca teria conseguido sozinho.

RESUMO

Atualmente os *smartphones* fazem parte da rotina diária da maioria das pessoas, auxiliando em diversas atividades. Dentre os seus usuários, há as pessoas com deficiência visual (PDV), utilizando-os como uma forma de se relacionar com as coisas, pessoas e informações. Entretanto, isso só é possível por meio de um leitor de telas. Por isso, em comparação com os demais usuários, sua interação demanda mais esforço. Deste modo, o propósito deste estudo é avaliar se a parte posterior do *smartphone*, por meio do uso de um protótipo que adiciona interação por gesto ao leitor biométrico, é mais eficiente que o estado da prática, ou seja, o uso atual. Sendo assim, foi realizado um quase-experimento com dez PDV para investigar a interação com o *smartphone*. Nele, quatro atividades foram simuladas por meio de dois tratamentos: o estado da prática e o uso do protótipo. Aliado a isso, foram aplicadas entrevistas antes e depois dessa etapa, para definição de perfil e coleta da experiência de uso pós atividades. Como forma de mensurar os resultados, foram definidas duas variáveis dependentes: a duração das atividades e a quantidade de toques na tela e no leitor biométrico. Desta maneira, foi identificado que a duração não pode ser utilizada para afirmar qual tratamento é mais eficiente, pois é influenciada por outros fatores. Por exemplo, o tipo de exploração da interface melhora a eficiência de uso à medida que a PDV mapeia os componentes da tela, ainda que leve mais tempo. Além disso, usuários que posicionam o aparelho inclinado para a lateral podem ter dificuldade com o acesso ao leitor biométrico. Todavia, interagir com o *smartphone* por meio do protótipo, para a maioria dos participantes, exigiu menos toques durante a interação, e apenas duas PDV modificaram a pega significativamente ao interagir com o leitor biométrico. Aliado a isso, nove participantes consideraram ser mais fácil usar o protótipo e o recomendam a outras PDV. Diante disso, conclui-se que para as PDV, a interação por meio da parte de trás do *smartphone* é mais eficiente, sob o aspecto da quantidade de toques necessários. Além disso, mesmo sendo um novo padrão de interação foi assimilado, enquanto não causa impacto negativo na forma como manuseiam o aparelho.

Palavras-chave: Acessibilidade. Pessoa com deficiência visual. Smartphone. Leitor biométrico. Parte de trás de dispositivos.

ABSTRACT

Currently smartphones are part of most people's daily routine, assisting in various activities. Among its users, there are people with visual impairment (PVI), using them as a way of relating to things, people and information. However, this is only possible through a screen reader. Due to that, when comparing to other users, such an interaction demands more effort. Thus, the purpose of this study is to evaluate whether the back of the smartphone, through the use of a prototype that adds gesture interaction to the biometric reader, is more efficient than the state of practice, i.e. the current use. In this way, a quasi-experiment with ten PVI was conducted to investigate the interaction with such a device. Four activities were then simulated through two treatments: the state of practice and the use of the prototype. Allied to this, interviews were applied before and after this step, to define the profile and collect the experience of use after activities. As a way to measure the results, two dependent variables were defined: the duration of activities and the amount of touches on the screen and the fingerprint. Thus, it was identified that duration cannot be used to affirm which treatment is most efficient, as it is influenced by other factors. For example, the type of interface exploration improves the efficiency of use as the PVI maps screen components, even though it takes longer. In addition, users who place the device tilted to the side may have difficulty accessing the fingerprint. However, interacting with the smartphone through the prototype, for most participants, required fewer touches during the interaction, and only two PVI significantly modified the grasp when interacting with the fingerprint. Furthermore, nine participants found it easier to use the prototype and recommend it to other PVI. Therefore, it can be concluded that for the PVI, the interaction through the back of the smartphone is more efficient, considering the amount of touches required. Moreover, even though a new pattern of interaction has been assimilated, it has no negative impact on the way they handle the device.

Keywords: Accessibility. People with visual impairment. Smartphone. Fingerprint Sensor. Back-of-device.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Cálculo amostral.....	30
Figura 2 –	Fluxo de desenvolvimento do protótipo.....	55
Figura 3 –	Exemplo de Classe estendida de AccessibilityService..	57
Figura 4 –	GestureController.....	57
Figura 5 –	Diagrama de sequência de eventos do protótipo.....	60
Figura 6 –	Posicionamento vertical e frontal.....	81
Figura 7 –	Posicionamento inclinado e lateral.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Esquema quadrado latino.....	29
Quadro 2 –	Orientações para o recrutamento.....	32
Quadro 3 –	Interação por tratamentos.....	33
Quadro 4 –	Unidades experimentais.....	34
Quadro 5 –	Parâmetros do experimento.....	35
Quadro 6 –	Informações de perfil.....	39
Quadro 7 –	Atividade 01.....	42
Quadro 8 –	Atividade 02.....	43
Quadro 9 –	Atividade 03.....	44
Quadro 10 –	Atividade 04.....	45
Quadro 11 –	Gestos do <i>Talkback</i>	51
Quadro 12 –	Gestos e Comportamentos das PDV com o <i>Talkback</i>	53
Quadro 13 –	Características dos participantes.....	64
Quadro 14 –	Características de uso do <i>smartphone</i>	66
Quadro 15 –	Atividades e aplicativos mais utilizados.....	67
Quadro 16 –	Principais dificuldades.....	69
Quadro 17 –	Síntese da A01.....	70
Quadro 18 –	Principais dificuldades – A01.....	71
Quadro 19 –	Síntese da A02.....	73
Quadro 20 –	Principais dificuldades – A02.....	74
Quadro 21 –	Síntese da A03.....	76
Quadro 22 –	Principais dificuldades – A03.....	76
Quadro 23 –	Síntese da A04.....	78
Quadro 24 –	Principais dificuldades – A04.....	79
Quadro 25 –	Como os participantes seguram o <i>smartphone</i> sem o protótipo ativo.....	82
Quadro 26 –	Mudança na interação com o protótipo ativo.....	83
Quadro 27 –	Fatores que impactam o uso do leitor biométrico.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APEC	<i>Associação de Cegos de Pernambuco</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
FAB	<i>Float Action Button</i>
FGV	<i>Fundação Getúlio Vargas</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
IDC	<i>International Data Corporation</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
LACAAI	<i>Laboratório de Concepção e Análise de Artefatos Inteligentes</i>
OMS	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
PcD	<i>Pessoa com Deficiência</i>
PDA	<i>Pessoa com Deficiência Auditiva</i>
PDM	<i>Pessoa com Deficiência Motora</i>
PDV	<i>Pessoa com Deficiência Visual</i>
TTS	<i>Text-to-Speech</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	<i>Justificativa</i>	15
1.2	<i>Objetivos.....</i>	17
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	17
1.2.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	17
1.2.3	<i>Perguntas de Pesquisa</i>	18
1.3	<i>Conclusões do Capítulo.....</i>	18
2	METODOLOGIA.....	20
2.1	<i>Trabalhos Relacionados.....</i>	20
2.2	<i>Desenho da Pesquisa</i>	27
2.2.1	<i>Hipóteses</i>	27
2.3	<i>Definição da Amostra</i>	29
2.4	<i>Recrutamento.....</i>	30
2.5	<i>Tratamentos</i>	31
2.6	<i>Unidades Experimentais</i>	32
2.7	<i>Parâmetros</i>	33
2.8	<i>Variáveis Dependentes.....</i>	34
2.9	<i>Instrumentos</i>	35
2.10	<i>Contexto Logístico.....</i>	35
2.11	<i>Roteiro do Quase-Experimento</i>	36
2.11.1	<i>Apresentação</i>	36
2.11.2	<i>Entrevista Pré-Teste.....</i>	37
2.11.3	<i>Preparação e Orientações para os Testes.....</i>	38
2.11.4	<i>Tarefas.....</i>	39
2.11.5	<i>Entrevista Pós-Teste.....</i>	43
2.12	<i>Conclusões do Capítulo.....</i>	44
3	REFERENCIAL CONCEITUAL.....	45
3.1	<i>Acessibilidade.....</i>	45
3.2	<i>A Pessoa com Deficiência Visual</i>	46
3.3	<i>Acessibilidade em Smartphones para PDV.....</i>	47
3.3.1	<i>TTS</i>	50
3.3.2	<i>Características da Interação de PDV.....</i>	50

3.4	Conclusões do Capítulo	52
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	53
4.1	Definição do Tipo de Aplicativo Mais Adequado a Ser Construído..	54
4.2	Levantamento da Documentação	54
4.3	Implementação.....	54
4.3.1	<i>Desafios na Implementação.....</i>	<i>57</i>
4.3.2	<i>Representação do Protótipo</i>	<i>57</i>
4.4	Conclusões do Capítulo	59
5	RESULTADOS	60
5.1	Perfil dos Participantes	61
5.2	Análise das Atividades	67
5.2.1	<i>A01 – Envio de Texto Pelo WhatsApp</i>	<i>68</i>
5.2.2	<i>A02 – Envio de Foto Pelo WhatsApp.....</i>	<i>71</i>
5.2.3	<i>A03 – Envio de Texto Pelo Hangouts</i>	<i>73</i>
5.2.4	<i>A04 – Envio de Foto Pelo Hangouts</i>	<i>75</i>
5.3	Análise da Interação com o Smartphone.....	78
5.3.1	<i>Com o Estado da Prática</i>	<i>79</i>
5.3.2	<i>Com o Protótipo Ativo</i>	<i>81</i>
5.4	Duração das Atividades e Quantidade de Toques	82
5.4.1	<i>Exploração e Navegação da Interface</i>	<i>82</i>
5.4.2	<i>Familiaridade com o Objeto de Testes.....</i>	<i>83</i>
5.4.3	<i>Familiaridade com o Protótipo</i>	<i>84</i>
5.5	Fatores que Impactam o Uso do Leitor Biométrico	84
5.6	Percepção da Amostra	85
5.6.1	<i>Interação com o Protótipo.....</i>	<i>85</i>
5.6.2	<i>Possibilidade de Adoção da Proposta.....</i>	<i>86</i>
5.6.3	<i>Melhoria Contínua Dos Procedimentos de Pesquisa.....</i>	<i>87</i>
5.7	Conclusões do Capítulo	87
6	CONCLUSÕES.....	90
6.1	Dificuldades Encontradas	90
6.2	Ameaças à Validade.....	91
6.3	Principais Contribuições.....	93
6.4	Trabalhos Futuros.....	94

6.5	<i>Atendimento aos Objetivos</i>	95
6.6	<i>Considerações Finais</i>	96
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICE A — Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	100

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia Móvel, representada principalmente por *smartphones*, já se mostrou estar inserida na rotina diária das pessoas, tanto que dificilmente se encontra alguém que não tenha um ou mais desses dispositivos. No Brasil, um fator que confirma esse comportamento é o aumento do acesso à Internet por meio de dispositivos móveis, como observado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Na 27ª Pesquisa Anual da FGV/EAESP-CIA (FGV, 2016), consta que o Brasil conta com mais de 150 milhões de dispositivos móveis conectáveis à Internet, ultrapassando o acesso tradicional à rede mundial de computadores. Com o passar dos anos, esses números continuam a aumentar. Dentre os usuários de *smartphones*, também se encontram aqueles que possuem algum tipo de limitação sensorial, como a deficiência visual. Contudo, através de recursos de acessibilidade encontrados nesses dispositivos, tais usuários têm acesso a um novo e eficiente meio de se comunicar, acessar a Internet e fazer tantas outras atividades.

A deficiência visual pode ser dividida em dois grupos: total e parcial. A primeira é uma alteração grave da visão, a qual afeta drasticamente a capacidade de enxergar. Nela, a pessoa com deficiência visual (PDV) é incapaz de perceber a cor, tamanho, distância, forma, movimento ou a posição de um objeto, ou até mesmo não enxergar absolutamente nada. Já a perda parcial da visão, também chamada de baixa visão, é uma alteração funcional da visão, interferindo ou limitando sua capacidade. Pessoas acometidas da perda parcial da visão podem conseguir distinguir algumas cores, formas, movimento e/ou luminosidade, sendo esta última, normalmente, causadora de fofobia.

Pessoas com deficiência visual, especificamente de grau mais severo, se caracterizam por ser um grupo de usuários que interage com *smartphones* de modo completamente diferente dos demais. Para que PDV consigam utilizar esses dispositivos, independentemente da plataforma e sua versão, é necessário o uso de um tipo de aplicativo desenvolvido especialmente para eles, denominado leitor de telas. Na plataforma Android, por exemplo, é utilizado como padrão o *Talkback*, que já vem nativo em seus dispositivos. Os leitores de tela fazem com que sempre que o usuário toque na tela receba um *feedback* sonoro e/ou tátil, por exemplo, para se localizar na própria tela. Basicamente, é como uma interface de interação que captura os toques do usuário, onde em cada toque efetuado com um dedo ele estará

interagindo diretamente com essa interface, recebendo o respectivo *feedback*. Por exemplo, dado que uma PDV, ao interagir com o leitor de telas de um *smartphone*, deseje acionar um botão “Salvar” para confirmar a adição de um contato, deve seguir os passos: (i) tocar com um dedo no botão “Salvar”; (ii) e tocar novamente duas vezes consecutivas, podendo ser em qualquer local da tela. Enquanto isso, um usuário que enxerga precisa apenas de um toque no botão “Salvar” para concluir a adição do contato. O usuário que não enxerga deve realizar ao menos duas interações, totalizando três toques na interface, para fazer o que um usuário que enxerga faz em apenas uma interação com um toque, isso sem levar em consideração a navegação necessária para a PDV chegar ao componente desejado. Para realizar o processo de navegar pela interface de um aplicativo, enquanto quem enxerga o faz apenas olhando, a PDV precisa examiná-la por meio do toque em seus componentes e do *feedback* auditivo do leitor de telas, até encontrar o componente desejado. A esse processo, a comunidade de PDV nomeou de varrer a tela.

Buscando melhorar a interação dos usuários em geral com os dispositivos móveis, vários autores como Patrick Baudisch e Gerry Shu (BAUDISH; SHU, 2009) e Jaime Ruiz (RUIZ et al, 2015), defendem o uso da parte detrás dos *smartphones* para que o usuário tenha formas alternativas de interação. Porém suas pesquisas não abarcam as especificidades de determinados grupos de usuários, como os que têm deficiência visual, com um grau de severidade o suficiente para necessitarem de um leitor de telas. Esse grupo em especial possui uma interação bem particular com dispositivos móveis, sendo diferente até mesmo dos demais grupos de pessoas com outros tipos de deficiências, como os com deficiência auditiva ou motora.

Esta dissertação apresenta um estudo que busca compreender como os usuários que não enxergam interagem com o *smartphone*, quando o leitor de telas está ativo e se a mudança em como eles o seguram e manuseiam pode aumentar a eficiência de uso.

Com o intuito de responder essas questões, é proposto o desenvolvimento e teste do protótipo de um *hardware* de pequeno porte que será acoplado na parte traseira do *smartphone* e se comunicará com a plataforma Android através de um serviço em segundo plano conectado via *bluetooth* para interagir com o leitor de telas. Com ele o usuário não precisará dar os dois toques consecutivos para acionar elementos com o leitor de telas ativo, basta apenas clicar no *hardware*.

Ele funciona como um serviço em segundo plano, que se comunica com a

plataforma Android, o leitor biométrico e o leitor de telas. O objetivo do protótipo é fazer com que o usuário não precise dar os dois toques consecutivos para acionar os componentes quando o leitor de telas estiver ativo, bastando apenas realizar uma única vez o gesto *swipe down* (deslizar com o dedo para baixo) no leitor biométrico do *smartphone*. Desta forma, pode-se observar se há uma melhora no uso do *smartphone*. Para isso será necessário primeiramente observar o tempo, a quantidade de interações necessárias e a qualidade da navegação com um leitor de telas ativo. A plataforma Android será utilizada devido à sua popularização, como mostra a pesquisa realizada pelo International Data Corporation (IDC), a qual diz que a plataforma Android em 2019 chegará a 86,7% do mercado e continuará crescendo principalmente por causa de novas fabricantes, como Xiaomi e ZTE (IDC, 2019).

Com essa pesquisa, almeja-se alcançar toda e qualquer pessoa que possua um grau de deficiência visual, tanto cegos totais como de baixa visão, em específico os que precisem utilizar um leitor de telas para interagir com um dispositivo móvel.

1.1 Justificativa

Atualmente o *smartphone* é objeto de constante estudo, assim como pode ser visto ao procurar em engenhos de busca por termos como "*mobile device*" ou "*smartphone*", por exemplo no IEEE Digital Library, que resulta em mais de 20 mil trabalhos. Isso ocorre por causa da sua capacidade de proporcionar diversas soluções, tanto para problemas simples, como enviar uma mensagem a alguém que não está próximo, até os mais complexos, como auxiliar a monitorar a saúde, por meio de trabalhos em conjunto de seus sensores e aplicativos. Além disso, com o avanço do estudo e desenvolvimento de tecnologias assistivas, o *smartphone* também se tornou um artefato indispensável para interação, comunicação e soluções diversas para pessoas com deficiências.

Dentre esse público, as PDV são as únicas que possuem uma interação diferente com o *smartphone*, gerando conseqüentemente, necessidades, dificuldades e soluções diferentes do público em geral, tendo ou não alguma deficiência. Um exemplo disso é o primeiro contato que a PDV tem com um *smartphone* recém comprado. Para qualquer usuário, ao retirar o aparelho da caixa e ligá-lo pela primeira vez, basta seguir as informações visuais apresentadas na tela (textos e imagens), para realizar a configuração inicial e começar a usar o *smartphone*. Já PDV que

exclusivamente dependem do leitor de telas ativo para se guiar pela interface, precisam da ajuda de terceiros para auxiliar nessa configuração inicial, ao menos até o ponto em que o leitor de telas é ativado. Segundo dados do censo 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 18,60% da população brasileira possui algum grau de deficiência visual, sendo aproximadamente 4,4 milhões têm deficiência severa (IBGE, 2011).

Estudos recentes mostram que a parte detrás do *smartphone*, por ser uma área ociosa, pode ser explorada com a intenção de proporcionar uma extensão da interação do usuário com o dispositivo. Tadao Takahashi (TAKAHASHI, 2000, p.39), em publicação da Sociedade da Informação no Brasil, expõe a necessidade de haver disponibilidade das informações e serviços tecnológicos para todos. O autor defende que usuários portadores de deficiência devem ter acesso às soluções desenvolvidas levando em conta as especificidades de cada limitação. Com isso, levando em conta as particularidades de uso das PDV, melhorar a interação com o *smartphone* proporcionará mais fluidez no seu uso. Além disso, trará maior eficiência nas tarefas que já realizam nele e a possibilidade de utilizar funcionalidades ou tipo de aplicativos que anteriormente eram deixadas de lado, por exemplo, calendários, por causa da quantidade de componentes de interação que possuem.

Diante do exposto, esta pesquisa mostra sua relevância por buscar atender uma parcela da população que possui necessidades especiais, mesmo entre aqueles com alguma deficiência. Para isso, foi realizado um levantamento das particularidades e dificuldades de usuários que não enxergam no uso do *smartphone*. Concomitantemente avaliou-se a parte detrás do dispositivo, como local utilizado para adicionar interação através do protótipo, resultando num novo padrão de interação. Com isso, almeja-se contribuir com a disseminação da busca por melhorar o uso de dispositivos móveis para PDV, pois são um meio desses usuários enxergarem o mundo e expandirem seus relacionamentos pessoais e profissionais.

Além disso, o estudo descrito nesta dissertação também mostra sua relevância pelos seguintes motivos:

- (i) Por meio do conhecimento obtido com a imersão nas problemáticas desse público no uso do *smartphone*, será proporcionada uma maior elucidação sobre o tema para a academia;
- (ii) Estudos recentes mostram que a parte detrás do *smartphone* pode ser utilizada como extensão da interação dos usuários em geral, porém o intuito

deste estudo é utilizar esse meio para melhorar o uso por parte das PDV, devido às particularidades de interação;

- (iii) Ao conceber um estudo a respeito de uma nova tecnologia assistiva, haverá certamente um ganho para o mercado, quanto ao desenvolvimento de soluções semelhantes para PDV; e
- (iv) O *smartphone* é um artefato indispensável para interação, comunicação e auxílio em soluções diversas para PDV. Melhorar essa interação empoderará o público alvo, carente de alternativas adequadas às suas especificidades.

1.2 Objetivos

De modo a realizar este estudo, fez-se necessário estabelecer um objetivo geral e outros específicos, os quais representam o escopo abordado.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar como uma mudança na interação com *smartphones* por PDV pode melhorar a eficiência de uso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar as dificuldades de PDV ao interagir com *smartphones*;
- b) Analisar como PDV manuseiam o *smartphone*;
- c) Levantar e analisar o que está sendo feito atualmente, em relação a soluções para o uso da parte detrás do *smartphone*;
- d) Criar e testar um protótipo que adiciona interação na parte detrás do *smartphone*, fazendo com que a PDV utilize ambas as mãos durante o uso; e
- e) Avaliar se a mudança dos papéis das mãos de PDV torna a interação com *smartphones* mais eficiente, se comparada com a forma que interagem no dia a dia.

1.2.3 Perguntas de Pesquisa

- a) Modificar o papel das mãos de pessoas com deficiência visual na interação com o *smartphone* melhora a eficiência no uso, em relação ao estado da prática? e
- b) A parte detrás do *smartphone* é um local adequado para inserir interação por toque para pessoas com deficiência visual?

1.3 Conclusões do Capítulo

O presente capítulo apresenta o quanto se faz necessário o desenvolvimento de iniciativas que promovam a acessibilidade para pessoas com deficiência. Como forma de contribuir com essa questão, o *smartphone*, como meio de acesso às coisas, pessoas e informações, se mostra como um meio viável. Entretanto, para PDV, a interação com esse dispositivo demanda muito esforço, quando comparada com pessoas que enxergam, mesmo que possuam alguma deficiência. Desta forma, este estudo mostra sua relevância ao investigar a parte detrás do *smartphone* como forma de melhorar a interação dessa parcela da sociedade.

Para contemplar os objetivos da pesquisa, a presente dissertação se apresenta da seguinte forma:

Capítulo 01 – Nele o leitor será introduzido ao contexto e o problema abordado na pesquisa, bem como os motivos pelos quais ela se faz necessária. Nele, também serão expostos os objetivos do estudo;

Capítulo 02 – Nesse capítulo o leitor será contextualizado a respeito dos assuntos relevantes para o entendimento do problema de pesquisa, com sua fundamentação conceitual, além de como a comunidade está abordando esse problema, por meio da análise de trabalhos relacionados;

Capítulo 03 – Nele se discorrerá sobre como se pretende atingir os objetivos da pesquisa. Nesse capítulo será descrita a abordagem metodológica e o porquê de sua utilização;

Capítulo 04 – Aqui será descrita a etapa de implementação do protótipo utilizado no estudo. Serão expostas as estratégias, desafios e construção dele;

Capítulo 05 – Nele todo o processo de testes com usuários será apresentado e os resultados acerca deles serão apresentados. Além disso, também serão abordadas as análises dos dados coletados durante os testes; e

Capítulo 06 – Por fim, nesse capítulo o leitor terá acesso às conclusões a respeito desta pesquisa. Nele, serão expostas as dificuldades encontradas, ameaças à validade dos resultados, possibilidade de trabalhos futuros e o quanto a pesquisa atendeu aos seus objetivos.

2 METODOLOGIA

Neste estudo, é abordado que a diferença no uso do *smartphone* por PDV, em comparação com quem enxerga, é decorrente da sobrecarga de interações necessárias para se completar as mesmas tarefas, devido à limitação visual e ao modo como ocorre essa interação. Todavia, acredita-se que ela pode ser reduzida por meio de uma mudança no papel das mãos durante a interação com a interface. Para observar e atuar nesse fenômeno, é necessário adotar uma metodologia que seja adequada e que promova resultados relevantes.

Sendo o problema voltado para o modo como os usuários interagem com o aparelho, mas ainda assim fruto de experiências prévias deles, optou-se por utilizar uma metodologia mista. Parte dela é devida a poder isolar, modificar e observar o uso das mãos e a quantidade de toques necessários para determinadas atividades. E a outra parte, de como o usuário vivencia a situação apresentada a ele, gerando dados a partir de suas impressões prévias, posteriores, e mesmo de comportamentos que o usuário realiza sem se dar conta. Deste modo, são levados em consideração, e com o mesmo peso de verdade, tanto dados quantitativos, quanto qualitativos, de modo a compor os resultados dessa pesquisa. O estudo realizado possui um caráter positivista, pois foi testada a usabilidade de uma solução proposta em uma amostra com características específicas, como método experimental.

Além disso, a pesquisa apresentada possui uma natureza descritiva, pois visa avaliar e descrever um fenômeno conforme e como se relaciona com uma população específica. Nela, são estabelecidas as relações entre as variáveis e o objeto de estudo analisado, de modo a identificar se ocorrem mudanças relevantes no comportamento do público investigado. Mesmo o assunto já sendo conhecido pela academia, como mostrado a seguir, esta pesquisa visa proporcionar uma nova visão sobre a realidade existente.

Nas próximas subseções serão apresentados estudos acadêmicos que possuem relação com esta pesquisa, bem como será descrita a metodologia utilizada e o porquê da escolha de seus procedimentos.

2.1 *Trabalhos Relacionados*

Com o intuito de amadurecer o entendimento do problema de pesquisa, realizou-se um levantamento de estudos acadêmicos. Nesta etapa, foram analisados apenas

aqueles que continham alguma relação a aspectos relevantes ao tema desta pesquisa, como por exemplo, o uso da parte detrás dos *smartphones*.

Jaime Ruiz (RUIZ et al, 2015) identificou ser viável para os usuários adicionar interação, segundo ele, através de gestos predeterminados, na parte detrás dos *smartphones*. Ele realizou um estudo com 15 voluntários, com o intuito de levantar quais gestos seriam mais intuitivos para usuários de *smartphones*. Para isso, realizaram entrevistas para coletar sugestões de gestos que fariam sentido aos entrevistados, no que tange à realização de tarefas cotidianas no dispositivo móvel. Nesse trabalho, também foi identificado que a maioria das sugestões obtidas continham o viés do próprio modo como os *smartphones* são utilizados atualmente. Um exemplo disso é os participantes sugerirem os mesmos gestos presentes no aplicativo de relacionamento Tinder, a saber, deslizar horizontalmente da esquerda para a direita e vice-versa, para indicar rejeição ou aceitação.

Conforme os autores, esse estudo visa contribuir como fonte de subsídio para as futuras gerações de *smartphones*, no sentido de apresentar sugestões de uso para a parte detrás. Sendo assim, a solução proposta pelos autores só pode ser implementada por meio da modificação do *hardware* atual dos dispositivos, ou de sua indústria tender futuramente para que a parte detrás deles possua sensores de toque em toda sua superfície, ou pelo menos parte dela.

No estudo descrito nesta dissertação, diferentemente que os autores acima, tomou-se como critério mandatório não contar com mudanças na indústria de dispositivos móveis. Adotou-se essa abordagem para que a solução proposta esteja ao alcance dos usuários, não dependendo de fatores externos. Além disso, tendo em vista que as entrevistas e testes de usabilidade que serão apresentados nos próximos capítulos correspondem ao contexto de uso atual dos *smartphones*, não seria adequado proporcionar estratégias e soluções que não fossem aplicáveis à atualidade.

Patrick Baudisch e Gerry Shu (BAUDISH; SHU, 2009) exploraram o problema que ocorre na interação do usuário com telas muito pequenas, como em *smartwatches*, sobretudo por fatores externos. Eles identificaram que dedos engordurados ou demasiado largos podem gerar um impacto negativo sobre a usabilidade desse tipo de dispositivo. Com essas informações, os autores propõem a utilização de interação na parte detrás, por exemplo, como forma de evitar a oclusão durante a interação, impactando positivamente numa melhora na usabilidade. Para avaliar essa proposta,

eles criaram um protótipo de um dispositivo chamado *nanoTouch*. Esse aparelho conta com uma tela de 2.4" e recebe interação em sua traseira, utilizando-se de um apontador na tela frontal para indicar onde o usuário está tocando na parte de trás. Foram então realizados dois estudos com usuários, nos quais eles precisaram realizar pequenas tarefas no protótipo, tanto na parte da frente quanto na parte de trás do protótipo. O primeiro estudo contou com dezesseis participantes e o segundo foi realizado com catorze. Nesses estudos, os autores compararam a interação na parte de trás com uma técnica chamada Shift, criada por um deles. Essa técnica foi desenvolvida especificamente para tratar com problemas de oclusão em interfaces de toque pequenas. Nela, quando o usuário toca na tela, é criada uma chamada mostrando uma cópia da área da tela obstruída e a coloca em um local não ocluído. Como resultado principal, os autores puderam identificar que a interação na parte de trás de dispositivos com telas pequenas possui mais usabilidade que a interação frontal, mesmo utilizando uma técnica criada apenas para lidar com a oclusão e o problema de dedos largos.

Mesmo sendo um contexto diferente para o uso da parte de trás, esse estudo, assim como outros do tipo, demonstra que as dificuldades no uso de dispositivos de toque em tela podem ser atacadas por novas estratégias de interação. Isso contribui com o estudo apresentado nessa dissertação, fortalecendo a relevância da proposta apresentada. Vale ainda ressaltar, que assim como a abordagem utilizada por Jaime Ruiz (RUIZ et al, 2015), essa também depende que a indústria de dispositivos móveis de interação por toque evolua para uma condição favorável ao tipo de interação proposta. Acredita-se que soluções como essas, direcionadas e dependentes do *hardware*, atualmente não seriam aplicadas em larga escala, ficando muito distante de chegar de fato aos usuários. Sendo assim, espera-se que a presente proposta, que foca em soluções de *software*, não esbarre nessa dificuldade e possa atender a quem se destina, levando em consideração a situação atual da indústria e do usuário.

Dentre alguns materiais encontrados na literatura, também há os que, assim como a proposta desta pesquisa, se utilizam de uma abordagem de solução através de *software*. Um deles é o trabalho de Jingtao Wang (WANG et al, 2013), que busca melhorar a usabilidade de *smartphones* por meio de adição de interação por gestos na parte de trás deles. Para isso, os autores utilizam um *software* chamado LensGesture, o qual identifica a oclusão total e parcial da câmera traseira dos *smartphones*, convertendo em ações de uso. Optou-se por essa abordagem, por

conta de todo dispositivo móvel da atualidade conter uma câmera na parte de trás. Além disso, observou-se também que o dedo indicador da mão que segura o aparelho, na maior parte das interações, se mantém ocioso e próximo à câmera traseira. Ele atua capturando e analisando em tempo real sequências de imagens, proporcionando que o usuário interaja com o dispositivo ao tapar totalmente, apenas parte ou passar o dedo (*swipe*) pela câmera traseira. Os autores dividiram as interações em dois grupos, sendo um estático (oclusão total e parcial) e um dinâmico (gestos *swipe*). Para avaliar a viabilidade da proposta, foi realizado o que os autores chamaram de “pesquisa informal”, na qual utilizaram 8 *smartphones* com tamanhos de tela diferentes. Junto a isso, também consultaram especialistas em design de soluções móveis. Para avaliarem a maior ameaça ao uso ininterrupto da câmera, a bateria, os autores rodaram 4 experimentos num *smartphone* Google Nexus S com o LensGesture em background, sendo: o primeiro, com a tela desligada, durando 4 horas e 13 minutos; o segundo, com a tela com brilho mínimo, que durou 2 horas e 35 minutos; o terceiro, com a luz de flash ligada e a tela com brilho mínimo, por 2 horas e 13 minutos; e o quarto, utilizaram um aplicativo nativo (alarme) e a tela com brilho no mínimo, durando 4 horas e 11 minutos. Com esses experimentos, entenderam que o fator que causa o maior consumo é a luz de fundo da tela. Contudo, infelizmente os autores não rodaram uma sessão sem o LensGesture ativo, de modo a comparar o tempo de duração da bateria em condições normais de uso, sendo assim, não é possível identificar o fator *consumo da bateria* de modo assertivo. Após isso, os autores realizaram um estudo com usuários, contando com 16 participantes e no mesmo dispositivo dos experimentos, com o objetivo de avaliar a usabilidade de um novo padrão de interação. Como resultado, os *feedbacks* dos participantes foram positivos, em relação à facilidade de uso e sobre o desejo de utilizar a solução em seus *smartphones*.

Mesmo a abordagem descrita acima sendo baseada em *software*, e havendo o uso de um componente presente em todos aparelhos, acredita-se que ainda não é um caminho adequado pelas seguintes razões: (a) certamente, mesmo sem ficar claro no estudo, o uso contínuo da câmera diminui a autonomia da bateria, a qual atualmente é um dos grandes desafios da indústria; (b) a geração atual de *smartphones* caminha a passos largos para aparelhos com duas ou mais câmeras traseiras, o que confundiria o usuário e atrapalharia a usabilidade de soluções do tipo; e por último, (c) obviamente não seria possível utilizar esse tipo de abordagem em situações de uso

da câmera, pois com o avanço delas é cada vez mais rotineiro. Por fim, esse estudo reforça ainda mais a abordagem da pesquisa descrita nesta dissertação, com adição de interação na parte detrás do *smartphone*, porém com o uso do leitor biométrico, uma tendência na atualidade, entregando uma solução para um problema do “agora”.

Peter Reichl (REICHL et al, 2011) apresenta um estudo inicial que também visa adicionar interação na parte detrás dos *smartphones* sem modificar sua estrutura, ou mesmo adicionar algum dispositivo extra. A abordagem utilizada pelos autores para isso é utilizar técnicas de processamento de imagem para interpretar gestos realizados no ar (*air gestures*), na parte detrás do aparelho, por meio da câmera traseira. De modo a avaliar essa proposição com mais profundidade, eles implementaram um protótipo que conta com um mecanismo que detecta a ponta dos dedos, específico para a plataforma Android. Nesse protótipo, foi utilizada a biblioteca de processamento de imagens de código aberto e amplamente utilizada, OpenCV. Com ela, foi possível identificar e diferenciar as pontas dos dedos da palma da mão. Essa abordagem foi escolhida pelos autores como uma alternativa menos custosa que a adição de *displays* de toque na parte detrás dos *smartphones*, além de evitar situações nas quais a interação na tela frontal cause algum nível desconfortável de oclusão de seu conteúdo.

Assim como com o LensGesture, Peter Reichl (REICHL et al, 2011) também utilizaram uma abordagem baseada em *software* e que se utiliza da câmera traseira do *smartphone*. Mesmo não ficando claro se o protótipo deixa a câmera em uso o tempo todo, espera-se que enquanto ativa também não seja possível realizar chamadas de vídeo, fotos, vídeos e quaisquer outras ações que precisem da câmera. Focando no que essa abordagem traz de diferente do LensGesture, acredita-se que não é o intuito dos autores, contudo, a realização de gestos no ar pode ser um desafio para alguns públicos, como pessoas com alguma deficiência motora nos membros superiores, bem como para PDV. Além disso, para esse segundo público, que é o foco desta pesquisa, o desafio começa antes mesmo de avaliar o uso de gestos no ar, pois é necessário avaliar como esse tipo de abordagem se comportaria com o leitor de telas ativo, sendo um paradigma de interação totalmente diferente.

Ainda buscando permitir que o usuário interaja com a parte detrás dos *smartphones*, Luis A. Leiva e Emilio Granell (LEIVA; GRANELL, 2017) propõem o uso de sensores embarcados, diferentemente dos outros trabalhos explanados. Neste caso, são analisados, em tempo real, sensores que captam aceleração, gravidade ou

velocidade angular. Assim como nesta pesquisa, um dos intuitos dos autores é proporcionar uma solução de baixo custo, fazendo com que realmente seja utilizada. Em seu artigo, eles apresentam o β Tap, que se trata de um serviço que roda em background, “escutando” se o usuário realiza pequenas batidas no *smartphone*. No momento ele reconhece duas formas de interação: toque único e toque duplo. O serviço foi desenvolvido sem uma interface, sendo necessário ser instanciado por um outro aplicativo e ativado e desativado. Deste modo, de acordo com o objetivo do desenvolvedor, o β Tap pode ser utilizado, por exemplo, como forma de o usuário interagir com jogos, ou mesmo para acionar conexões com outros dispositivos.

Seguindo uma abordagem próxima à do β Tap, Karsten Seipp e Kate Devlin (SEIPP; DEVLIN. 2014) também sugerem a extensão da interação com *smartphones* por meio de pequenas batidas nele. O objetivo principal do estudo é dar meios para que o usuário interaja com mais eficiência quando estiver segurando o aparelho com uma mão e interagindo apenas com a outra, o que segundo os autores é o modo mais utilizado. Eles defendem o uso do microfone e giroscópio do dispositivo, além de não utilizar apenas o dedo indicador da mão que o segura, mas também o dedo médio e até o polegar, executando as batidas na lateral do *smartphone*. Para isso, foi necessário definir os sons que os sensores captam das batidas de cada dedo. Isso foi realizado através de testes foram realizados com 6 usuários e em condições de uso cotidianas, como andando ou conversando. Após isso, e com sua solução chamada BackBat implementada, realizaram testes com 20 usuários (com dados coletados válidos de 17), comparando sua abordagem com o uso “normal” na interação com um aplicativo desenvolvido pelos autores, contendo tipos diferentes de interação, como seleção de texto e seleção múltipla de itens. Como resultados mais relevantes, identificaram que o uso do BackPat é mais eficiente que a interação do modo “normal”, sendo os gestos com o dedo indicador mais que com o dedo médio e polegar.

Grande parte da filosofia por trás da estrutura do β Tap e do BackPat é semelhante a que esta pesquisa se baseou, como baixo custo e serem serviços que rodam em background. Contudo, um fator que nos chamou a atenção foi o uso de sensores já existentes no *smartphone*. Dos outros trabalhos avaliados nesta seção, há alguns que também visam utilizar componentes nativos, como a câmera, porém é sabido que, além do consumo de bateria aumentar, isso afetaria a disponibilidade desse componente. Desta forma, o uso de sensores se torna o mais adequado, recaindo o fator de decisão sobre qual utilizar, o que quase sempre também tem

relação com o consumo. Para o β Tap, os autores direcionam para o uso dentro de aplicativos, deixando o serviço ativo pelo tempo em que o usuário interagir com eles. Porém, ainda há a questão de que o problema atacado na pesquisa apresentada nessa dissertação diz respeito a toda a interação com o aparelho, e não apenas em alguns momentos. Sendo assim, acredita-se que para evitar o consumo além do normal, gerado pelo uso de vários sensores, é necessário se aproveitar de algum sensor que sempre esteja ativo, além de próprio para receber interação, como o leitor biométrico. Já quanto ao BackPat, a interação é proposta para o uso do smartphone e não apenas determinados aplicativos, contudo, a questão de autonomia de bateria não foi explanada. Além dessas questões, ambas as abordagens se utilizam de interação por meio de batidas no smartphone, o que a depender de sua acurácia, pode implicar de o usuário precisar executá-las mais de uma vez ou com mais força. No caso do BackPat, por utilizar também o polegar, batidas mais expressivas podem fazer o usuário derrubar o aparelho, o que seria desastroso para PDV. Com isso, reforça-se ainda mais o uso de gestos que não dependam desse tipo de contato, sendo mais adequado toques ou deslizos mais suaves com os dedos.

Dado este cenário, constata-se que a utilização da região detrás dos dispositivos móveis já é objeto de estudo há algum tempo, sempre buscando melhorar a interação entre o usuário e o *smartphone*. Contudo, não se pode afirmar que as propostas analisadas abrangem pessoas com deficiência visual, as quais necessitam aplicar um maior esforço em relação a pessoas que enxergam, quando se trata do uso desses dispositivos. Além disso, diferentemente das pesquisas mencionadas, o presente estudo não necessita de uma modificação no *hardware* existente nos *smartphones*, conseqüentemente proporcionando uma maior possibilidade de apropriação por parte do público alvo.

Por fim, conclui-se que o público alvo, mesmo com um quantitativo populacional expressivo, ainda carece de iniciativas que melhorem sua relação com *smartphones*, dada a complexidade de interação em relação a pessoas que enxergam e a possibilidade desse dispositivo de lhes auxiliar no dia a dia. Além disso, após a análise de diversos estudos, como os apresentados, os quais possuem lacunas similares, pode-se afirmar ser adequada a abordagem proposta nesta pesquisa e a forma como foi conduzida, bem como o público alvo a ser beneficiado.

2.2 Desenho da Pesquisa

De modo a atender ao objetivo da pesquisa, foi realizado um quase-experimento. Foi adotado desta forma, por não haver dados a respeito do quantitativo de PDV que utilizam tecnologia móvel, impedindo a certeza de alcançar uma amostra representativa sob todas as características importantes para o estudo, o que faz com que seja considerado uma variação do experimento controlado (EASTERBROOK et al, 2008, p.10). Entretanto, buscou-se a representatividade da amostra em relação à população total de PDV, de acordo com critérios demográficos delimitados pelo censo de 2010 do IBGE, amostra essa descrita ainda nesta seção.

A maior contribuição de realizar um método experimental é que com ele pode-se isolar fatores e parâmetros, de modo a comparar mais claramente determinado fenômeno em duas ou mais amostras similares. Desta forma, dentro do contexto da pesquisa, o objetivo principal de utilizar esse método é para poder comparar a interação da amostra com *smartphones* em duas circunstâncias: (1) o estado da prática, o qual se trata do uso que se faz no dia a dia para determinado fim; e (2) o uso do protótipo proposto.

2.2.1 Hipóteses

Como balizador principal de planejamento e avaliação dos resultados do quase-experimento, foram definidas hipóteses. Assim sendo, o principal intuito é de refutar a hipótese nula (H0). Abaixo elas estão melhor descritas.

Hipótese nula: Em sendo validada, demonstrará que o uso do protótipo para essa amostragem não só não trouxe melhoria, como resultou numa diminuição da eficiência de interação. Para representá-la, segue:

- H0: A interação é menos eficiente com o uso do protótipo
 - H0.1: O tempo de execução das atividades é maior com o uso do protótipo;
 - H0.2: São executados mais toques na interface com o uso do protótipo.

Primeira hipótese alternativa: Esta, porém, em sendo validada, demonstrará que o resultado é indiferente. Por meio dela será confirmado que a interação com o uso do protótipo e sem ele não são significativamente diferentes. Para representá-la, segue:

- H1: A interação com ou sem o uso do protótipo é similar

- H1.1: O tempo de execução das atividades com o uso do protótipo e sem ele são similares;
- H1.2: Com o uso do protótipo e sem ele são executados uma quantidade de toques na interface similares.

Segunda hipótese alternativa: Como indicativo de sucesso da abordagem proposta nessa pesquisa, a validação dessa hipótese demonstrará que o uso do protótipo resultará em uma maior eficiência na interação. Para representá-la, segue:

- H2: A interação é mais eficiente com o uso do protótipo do que sem ele
 - H2.1: O tempo de execução das atividades com o uso do protótipo é menor do que sem ele;
 - H2.2: Com o uso do protótipo são executados menos toques na interface do que sem ele.

Além disso, foi necessário escolher um desenho de experimento que se adequasse ao estudo, não só por conta de uma maior praticidade. Desta forma, por ter a característica de isolar o aprendizado dos participantes no decorrer do procedimento, optou-se por utilizar o esquema quadrado latino (JURISTO; MORENO, 2001 p. 91), como mostrado na Quadro 1.

Quadro 1 – Esquema quadrado latino.

	G1	G2
UE1	T1	T2
UE2	T2	T1

Fonte: O autor (2019).

Nesse esquema, **G** representa os grupos de usuários, **UE** as unidades experimentais e **T** os tratamentos. Cada um deles será mais bem explicado nas subseções a seguir.

O procedimento foi organizado de modo que todos os participantes realizem as tarefas com os dois tratamentos, como é natural no uso do quadrado latino. Sendo assim, para metade desses usuários aplicou-se inicialmente o teste de usabilidade com tarefas predeterminadas para que as realizem como de costume, nomeado como estado da prática. Em seguida, repetiram as mesmas tarefas, porém, com o uso do protótipo. Para a outra metade da amostra foi aplicado o processo inverso, iniciando com o protótipo e posteriormente, com o estado da prática.

2.3 Definição da Amostra

Para o quase-experimento foram convocados participantes apenas com deficiência visual severa, segundo dados demográficos nacionais. Sendo assim, para esse estudo, só participaram indivíduos para os quais só é possível o uso de tecnologias móveis de interação por toque utilizando um leitor de telas. Dentro dessa amostra, participaram tanto pessoas com baixa visão, quanto com perda total da visão.

Nesses grupos de usuários buscou-se ainda uma heterogeneidade quanto à familiaridade com *smartphones*. Para isso, a amostra deveria conter ao menos dois com pouca familiaridade com *smartphones* (precisa de ajuda de outros usuários) e dois com muita familiaridade com *smartphones* (ajuda outros usuários). Para avaliar o nível de familiaridade, optou-se por adotar o tempo de uso como parâmetro. É necessário que haja essa granularidade para que o problema seja analisado numa variação máxima de amostragem, diminuindo o viés de amostra por oportunidade.

De modo a definir o quantitativo mínimo e satisfatório para compor a amostra, foi utilizado o cálculo amostral a seguir:

Figura 1 – Cálculo amostral

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Fonte: <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/qual-e-o-tamanho-de-amostra-que-preciso>

Onde:

n - amostra calculada

N - população

Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p - verdadeira probabilidade do evento

e - erro amostral

Sendo assim, dentro do escopo da pesquisa, foi adotado o espaço amostral formado por aproximadamente 45 milhões de pessoas com alguma deficiência no Brasil (IBGE 2010). Ainda dentro dessa população, aplicou-se outros parâmetros, de

modo a chegar a um público alvo mais alinhado ao estudo: (a) pessoas com deficiência severa, cerca de 250 mil; (b) residentes em zona urbana, por conta do maior acesso à tecnologia; e (c) com faixa etária entre 15 e 64 anos. Contudo, ressalta-se que apenas foram recrutados participantes maiores de idade. Para isso, aplicou-se um erro amostral de 7%, com nível de confiança de 95%. Ressalta-se ainda que devido a algumas características desejadas na amostra não possuírem uma definição, como é o caso do nível de familiaridade com dispositivos móveis das PDV, não é possível garantir um maior nível de confiança. Além disso, o meio utilizado para diminuir o erro amostral seria aumentar a amostra significativamente, podendo tornar a realização da pesquisa inviável dentro do escopo de um mestrado acadêmico. Isso ocorre por causa da relação inversa entre o erro amostral e o tamanho da amostra, pois à medida que um diminui o outro aumenta. Sendo assim, tomando como referência a Figura 1, segue o cálculo para o tamanho da amostra, considerando os dados mencionados:

$$n = \frac{(45.000.000 \times 1,96^2 \times 0,0059 \times (1-0,0059))}{(1,96^2 \times 0,0059 \times (1-0,0056) + 0,07^2 \times (45.000.000-1))}$$

e obtendo-se como resultado:

$$n = 4,36$$

Desta forma, levando em consideração uma população aderente ao escopo da pesquisa, tem-se o quantitativo de 5 participantes. Porém, para a aplicação do quase-experimento foram recrutados não 5, mas 10, sendo divididos em dois grupos, que isoladamente representam a população em si.

2.4 Recrutamento

Uma particularidade desse público apropriada para iniciativas de pesquisa é que eles são muito dispostos a contribuir. Desta forma, promover qualquer tipo de compensação para estimular a participação e engajamento se faz desnecessária e não foi aplicada aos voluntários.

Com o perfil da amostra e quantidade definidos, é então necessário delinear como ocorreria o recrutamento dos participantes do quase-experimento. Essa etapa foi realizada por meio de ligação telefônica e/ou aplicativos de mensagens, diretamente com os possíveis participantes ou instituições destinadas ao suporte a

PDV. Há, basicamente, dois tipos de instituições, as que são administradas por videntes (de videntes para PDV) e as que as próprias PDV gerem (de PDV para PDV). Um exemplo do segundo tipo é a Associação de Cegos de Pernambuco (APEC), a qual possui PDV em toda a sua estrutura administrativa e oferece diversos serviços para seus associados, como curso de informática, curso de braile, produção de impressos em braile, entre outros.

Esse contato foi realizado entre 9h e 11h, para o período da manhã, e entre 14h e 16h, para o período da tarde, sendo apenas em dias úteis. Com isso, pôde-se reduzir qualquer desconforto inicial gerado por contatar os participantes em momentos de descanso, o que poderia vir a atrapalhar o recrutamento.

Quadro 2 – Orientações para o recrutamento.

Orientação para o recrutamento	Justificativa
Se possível, evitar a marcação de testes no início ou final do dia	O participante pode ser influenciado a realizar as atividades com pressa, por conta de horário para voltar para casa
Marcar apenas um teste por dia	Evitar que o pesquisador fique sobrecarregado e isso atrapalhe a coleta de dados
Não marcar testes em dias sequenciais	Dar ao menos um dia de intervalo proporciona tempo para tabulação inicial dos dados
Verificar as configurações de teclado, luminosidade, som e leitor de telas utilizadas pelo recrutado	Deixar o <i>smartphone</i> utilizado nos testes com configurações próximas as que o participante utiliza pode evitar dificuldades em questões não relevantes para a pesquisa

Fonte: O autor (2019).

Algumas informações também precisam ser coletadas dentro do processo de recrutamento, assim como é mostrado na Quadro 2. Com isso, espera-se diminuir intercorrências durante os testes causadas por fatores não relevantes para a pesquisa, como configurações de acessibilidade que os participantes utilizam no dia a dia.

2.5 Tratamentos

Métodos experimentais, como é o caso do quase-experimento, utilizam de comparação para analisar fenômenos. Para isso, é definido um fator a ser avaliado, onde são escolhidas alternativas de como abordá-lo, para então comparar ambos os resultados. Além disso, é necessário que haja duas ou mais alternativas, chamadas aqui de tratamentos (JURISTO; MORENO, 2001 p. 60), das quais normalmente ao menos um deles é o que o pesquisador defende como sendo mais qualificado. No procedimento experimental aqui descrito, o fator a ser avaliado é a interação de PDV com o *smartphone*, a qual ocorre por meio do uso de leitores de tela, modificando o

modo como o usuário se relaciona com o dispositivo. Quanto aos tratamentos, foram escolhidos dois: (1) a interação com o *smartphone* como é atualmente, a qual é o estado da prática; e (2) a interação com o *smartphone* por meio da interação com a parte detrás dele, proporcionada por um protótipo desenvolvido para essa pesquisa. Com o intuito de mostrar de modo mais claro os tratamentos e em que especificamente divergem, segue o Quadro 3:

Quadro 3 – Interação por tratamentos.

Ação	T1 – Estado da prática	T2 – Uso do protótipo
Selecionar/Escutar feedback	Um toque no componente	Um toque no componente
Acionar componente	Após selecionado, dois toques no componente	Após selecionado, um gesto de deslizar o dedo para baixo no leitor biométrico
Explorar a tela	Deslizar o dedo na tela Aplicar gesto de mudança de foco Tocar erráticamente	Deslizar o dedo na tela Aplicar gesto de mudança de foco Tocar erráticamente
Rolar a tela	Deslizar os dois dedos	Deslizar os dois dedos

Fonte: O autor (2019).

Como pode-se observar, dentre as ações mais simples e corriqueiras que o PDV realiza ao interagir com um *smartphone*, a comparação dos tratamentos se dá no âmbito de apenas uma delas, o acionamento de componentes. Acredita-se que, assim como as outras, ela gera uma sobrecarga no uso, contudo, podendo ser reduzida. Atuando nela por meio do protótipo, pode-se modificar o papel de interação das mãos, atribuindo um gesto a ser executado idealmente pela mão que segura o *smartphone*.

2.6 Unidades Experimentais

Os tratamentos geralmente são aplicados no que se nomeia de unidades experimentais (JURISTO; MORENO, 2001 p. 57), o que se trata de onde o experimento ocorrerá. Para o contexto abordado neste estudo, o qual trata da interação com aplicativos móveis em *smartphones*, foram adotados dois aplicativos com funcionalidades e componentes similares. Neles foram realizadas tarefas específicas solicitadas aos participantes.

Quadro 4 – Unidades experimentais.

ID	Unidade experimental	Características
UE1	WhatsApp	- Aplicativo de troca de mensagens - Utilizado diariamente por PDV
UE2	Hangouts	- Aplicativo de troca de mensagens - Pouco utilizado por PDV - Possui problemas de acessibilidade

Fonte: O autor (2019).

No Quadro 4, são descritas as principais diferenças entre as duas unidades experimentais. A primeira é a disseminação delas entre o público alvo, onde a UE1 é amplamente utilizada, em detrimento da UE2. A segunda é o fato da UE2 ter problemas de acessibilidade para PDV, principalmente a respeito dos rótulos dos componentes. Foi definido desta forma, para que a familiaridade com as UEs, ou a falta dela, não fosse fator principal de influência nos resultados obtidos por meio dos testes, bem como simular situações mais próximas das quais PDV se deparam no seu dia a dia quanto à falta de acessibilidade.

2.7 Parâmetros

Quando métodos experimentais são aplicados, inúmeras variáveis podem ser identificadas. Dentre elas, estão as que não serão objeto de estudo, porém podem impactar drasticamente os resultados obtidos, chegando a invalidá-los, caso não sejam controladas. A elas dá-se o nome de variáveis independentes, ou parâmetros (JURISTO; MORENO, 2001 p. 59), e basicamente são uma forma de delimitar um cenário onde o fenômeno é observado de maneira mais clara. Sendo assim, é imprescindível definir quais são os parâmetros e quais valores serão definidos para elas, evitando a possibilidade de haver variação durante todo o quase-experimento.

Quadro 5 – Parâmetros do experimento.

Parâmetro	Valor	Justificativa
<i>Smartphone</i> utilizado	Asus Zenfone 5	Não utilizar os <i>smartphones</i> dos participantes.
Plataforma do <i>smartphone</i>	Android	É a plataforma mais utilizada pelo público alvo. Isso diminuirá ameaças à utilização de novos padrões, como posicionamento dos componentes.
Versão da plataforma	9.0	Versão em que já está inserida API responsável pelos gestos do leitor biométrico.
Horário do experimento	Entre 9h e 11h ou entre 14h e 16h	Evitar horários próximos às refeições e início e fim de expedientes, pois as necessidades particulares dos usuários, como se alimentar ou evitar horários de pico no trânsito, podem fazer com que se apressem durante os testes.

Fonte: O autor (2019).

Como mostrado no Quadro 5, optou-se por não utilizar os *smartphones* dos participantes, isso se deve a evitar variações, como atalhos que poderiam já estar pré-configurados sem conhecimento prévio. Outros fatores importantes a se controlar são as configurações de acessibilidade, como a velocidade da fala do leitor de telas, a qual poderia tornar os *feedbacks* em voz inteligíveis para análise, haja vista a grande velocidade que os PDV estão acostumados a utilizar em seus *smartphones*. O uso de um único aparelho por todos os participantes também contribuiria com isso.

2.8 Variáveis Dependentes

Além dos parâmetros, há outras variáveis definidas, às quais dá-se o nome de variáveis dependentes ou de resposta (JURISTO; MORENO, 2001 p. 59). A maior diferença entre elas é que enquanto o pesquisador deve garantir que os parâmetros permanecerão com um mesmo valor em todas as rodadas do experimento, as dependentes não têm seu valor controlado, pois é nelas que será observado o efeito causado pelos tratamentos. Sendo o objetivo desta pesquisa avaliar a eficiência da interação com *smartphones*, por meio da comparação da mudança dos papéis das mãos no estado da prática, é necessário definir o que será avaliado como indicador de eficiência, pois ela em si é um conglomerado de fatores.

Para isso, optou-se por utilizar dois deles para serem identificados e observados, o tempo de execução das atividades e a quantidade de toques, tanto na tela quanto no protótipo, para a finalizá-las. Essas duas variáveis foram escolhidas por entregarem respostas objetivas e por permitirem ser mensuradas dentro do contexto da pesquisa. O mesmo não ocorreria caso fossem adotadas outras mais subjetivas, como por exemplo o sentimento de conforto que o usuário tem em utilizar a ferramenta, mesmo sendo algo a ser coletado. Além disso, elas também representam as maiores diferenças entre PDV e videntes ao interagir com *smartphones*. Isso ocorre porque o público alvo leva mais tempo e mais interações para executar ações em aplicativos móveis. Entretanto, deve-se ressaltar que não é intuito desta pesquisa realizar comparações entre esses grupos, pois a limitação visual é impactante demais na interação. Contudo, espera-se que os resultados comprovem ao menos uma melhora significativa do estado atual da relação entre o público alvo e os *smartphones*. Sendo assim, para identificar o efeito dos tratamentos, o tempo de execução de cada

atividade foi cronometrado e a quantidade de toques, desde o início de cada atividade até seu término, tanto na tela quanto no leitor biométrico, foi devidamente registrada.

2.9 Instrumentos

A coleta dos dados ocorreu com a utilização de diversos instrumentos, devido ao procedimento com a amostra conter três etapas distintas. Para isso, a coleta se iniciou a partir do momento em que o participante autorizou a gravação de áudio. Os instrumentos utilizados foram: (1) um gravador para gravar os áudios das entrevistas com os participantes, para consulta posterior; (2) uma câmera apontada para as mãos do participante, ligada durante as atividades com o *smartphone*, com o intuito de registrar em vídeo o manuseio do aparelho, os gestos realizados e a interação com o leitor biométrico; (3) um aplicativo que captura em vídeo a tela do *smartphone* instalado no aparelho utilizado, com a gravação sendo iniciada ao entregar o *smartphone* para o participante, também para possíveis consultas; e (4) um notebook com o pacote MSOffice com o roteiro aberto, para que o moderador pudesse aplicar os procedimentos corretamente. Todos os dados coletados pelos instrumentos foram armazenados em uma planilha digital, confeccionada especificamente para esse quase-experimento.

2.10 Contexto Logístico

Diversos fatores podem influenciar os resultados de um procedimento experimental, assim conforme mencionado anteriormente, sendo necessário controlar esses fatores. Dentre eles está o ambiente onde ele ocorrerá, no que se refere ao local, mobília, temperatura, entre outros. Todavia, os participantes desta pesquisa possuem limitações para se locomoverem livremente, por vezes precisando do auxílio de terceiros. Desta forma, optou-se por realizar o quase-experimento em um local que fosse parte do dia a dia deles. Com isso, aproveitando o contato com instituições que prestam serviços para pessoas com deficiência visual durante o recrutamento, enxergou-se como oportuno o uso desses locais. Neles, há salas climatizadas, com a mobília necessária (uma mesa e duas cadeiras) disponíveis para reserva. Mesmo que o uso de *smartphones* não necessite de uma estrutura muito complexa, para PDV, quanto mais familiar for o ambiente de testes, mais sentem-se seguros, e conseqüentemente, mais focados. Não sendo possível realizar os testes nesses

locais, por conta da agenda dos participantes, eles podem ser realizados em ambientes de convívio cotidiano, como na casa ou trabalho, contanto que haja privacidade.

2.11 Roteiro do Quase-Experimento

O quase-experimento realizado neste estudo se dará por meio de um teste de usabilidade, o qual é uma técnica de *design* centrado no usuário e tem como objetivo principal avaliar um produto ao testá-lo com usuários (NIELSEN, J, 1994, p. 165) que representam o público alvo. Para que isso seja possível, foi necessário definir como ocorreriam os testes, seguindo algumas etapas: (1) apresentação; (2) entrevista pré-teste; (3) tarefas; e (4) entrevista pós-teste.

2.11.1 Apresentação

Esta etapa é a única que não possui fins de coleta de dados, porém, é necessária para garantir que questões éticas não estejam sendo violadas, bem como garantir que o participante esteja munido de todas as informações necessárias para que não se sinta desconfortável. Inicialmente, após receber o participante, foi apresentado, por meio de uma breve descrição onde foram passadas informações relacionadas ao teste, aspectos como a necessidade da gravação e a confidencialidade dos dados do participante. Em sequência, foi lido o Termo de Consentimento e Sigilo para assinatura do participante, caso concordasse em prosseguir. Dentre as informações não foram dadas as variáveis dependentes nem os parâmetros para os participantes, pois poderiam ser enviesadas, por exemplo pela vontade do participante de “se sair bem” no procedimento.

Segue o texto utilizado na apresentação feita pelo moderador no início dos testes:

Seja bem-vindo, “Fulano”. Agradecemos sua atenção e disponibilidade, e gostaríamos de aproveitar esse momento inicial para esclarecer alguns pontos antes de iniciar nossas atividades. Neste momento iremos iniciar a gravação do áudio da nossa conversa. Você permite?

O objetivo deste teste é avaliar o uso do leitor biométrico, localizado na parte detrás do smartphone, como nova forma de interação. Essa avaliação será feita através de nossa observação aliada ao seu ponto de vista, por isso, queremos saber a sua opinião, tanto durante quanto após o procedimento ser realizado.

Nossas atividades de hoje serão agrupadas em três etapas. Inicialmente iremos realizar algumas perguntas para lhe conhecer melhor e outras relacionadas ao uso do smartphone e a acessibilidade de aplicações móveis. Na sequência, iremos simular algumas tarefas no smartphone. Por fim, quando todas as tarefas estiverem concluídas, temos algumas perguntas relacionadas à sua experiência.

É importante salientar que todas as informações fornecidas por você nesta entrevista serão confidenciais. Apenas o pesquisador terá acesso a essas informações.

Antes de começarmos, precisaremos ler para você o nosso Termo de Consentimento e Sigilo e caso esteja de acordo, pedimos que assine o documento.

Normalmente, em procedimentos como este, é suficiente entregar apenas o TCLE para o participante, contudo, por causa da limitação visual, é lido em voz alta pelo moderador do teste.

2.11.2 Entrevista Pré-Teste

Como primeira etapa de coleta de dados, foi aplicada uma entrevista semiestruturada. Com ela, espera-se que as informações colaborem com uma melhor definição do perfil do participante. Além disso, esse procedimento também tem como objetivo diminuir a tensão inicial do participante, para que questões como nervosismo e desconforto não influenciassem na realização das tarefas que viriam em sequência.

Abaixo o Quadro 6, o qual foi preenchida com as informações a respeito do perfil demográfico do participante:

Quadro 6 – Informações de perfil.

Sexo:	<input type="checkbox"/> Mulher	<input type="checkbox"/> Homem	
Idade:			
Profissão:			
Grau de Instrução:			
Grau da deficiência visual:	<input type="checkbox"/> Perda total da visão	<input type="checkbox"/> Perda parcial	
Origem da deficiência:	<input type="checkbox"/> Nascimento	<input type="checkbox"/> Acidente	<input type="checkbox"/> Doença <input type="checkbox"/> Outro:
Modelo do aparelho:			

Fonte: O autor (2019).

A entrevista possui a intenção de agir como um quebra-gelo e ir introduzindo o participante ao contexto do teste, para que esteja ambientado ao realizar as tarefas. Sendo assim, ela foi construída iniciando por questões de definição de perfil (Quadro 6) que já contém respostas prontas, sem a necessidade de muita reflexão, como idade

e profissão. Após isso, com o participante mais à vontade, seguem-se outras questões mais abrangentes, a respeito de sua relação com a tecnologia móvel.

Q01: *Fale-nos sobre a sua relação com smartphones.*

Q02: *Você utiliza que configurações de acessibilidade para interagir com ele?*

[Se sim] Quais? Por quê?

Q03: *Você utiliza o smartphone para que atividades?*

Q04: *Você tem dificuldades no uso do seu smartphone?*

[Se sim] Quais?

Q05: *Que aplicações você utiliza normalmente?*

Qual a frequência de uso? Por quê?

Q06: *Você costuma pedir ajuda para usar recursos e aplicativos do smartphone?*

[Se sim] Com que frequência?

Poderia citar exemplos de situações em que precisou de ajuda?

O intuito desse tipo de questão é identificar os hábitos de uso de *smartphones* e entender se há influência ou não sobre a forma como lidam com a proposta de interação apresentada nesta pesquisa.

2.11.3 Preparação e Orientações para os Testes

Após a entrevista quebra-gelo, antes de iniciar as tarefas, de modo a fazer com que o experimento fosse realizado com o mínimo de ocorrências não planejadas, foi necessário tomar algumas medidas preventivas. Um desses pontos, antes de mais nada, é verificar toda a logística relacionada aos testes, conforme os itens abaixo:

- Câmera com bateria completamente carregada (ou com carga suficiente para filmagem do teste) e em seu tripé, já na posição determinada (verificar/calibrar novamente após o usuário estar acomodado);
- Gravador de voz com carga e espaço (memória) suficientes para gravação;
- Rede Wi-Fi/dados móveis disponíveis;
- Aparelho móvel, com bateria suficiente, a ser utilizado no teste; e
- Aparelho móvel com as aplicações em questão instaladas e em funcionamento (não deixar em condições de primeiro uso).

Além disso, outro fator muito importante a ser levado em consideração, antes de iniciar as tarefas foi de orientar o participante a respeito de como ambos, participante e moderador, deveriam proceder. Abaixo estão as orientações passadas aos participantes antes de realizarem as tarefas:

- *Nosso propósito neste teste é analisar a acessibilidade do smartphone, não o usuário;*
- *Durante a realização das atividades executadas, não existe certo ou errado;*
- *Eventualmente o Moderador poderá fazer perguntas, orientações ou intervenções durante sua atividade;*
- *Pedimos que fale em voz alta sobre tudo o que estiver pensando e sentindo durante a realização das tarefas solicitadas. Fique à vontade para fazer qualquer tipo de comentário antes, durante ou depois do teste;*
- *Caso não consiga realizar alguma das tarefas solicitadas, não há problema. A qualquer momento você pode desistir de realizar uma delas, pois a conclusão de uma não é obrigatória para a sequência do teste. Nesse caso, sinalize sua desistência;*
- *Pedimos que sinalize o término de cada tarefa ao concluir.*

Vale ressaltar ainda que antes dos participantes iniciassem a realização das tarefas com o uso da abordagem proposta, foi permitido que eles utilizassem o *smartphone* por período entre 1 e 3 minutos, navegando em aplicações que não as unidades experimentais. Desta forma, espera-se reduzir qualquer influência nos resultados comparativos advinda da falta de prática com o novo método de interação.

2.11.4 Tarefas

Em testes de usabilidade, como é característico, são definidas atividades aderentes à rotina de uso de determinado produto ou serviço, para que os participantes as realizem. Além disso, também podem ser imputadas condições específicas de uso, como a limitação de tentativas ou com o objeto de teste sob algum tipo de estresse. Para esta pesquisa, nenhuma condição de uso foi estabelecida, pois espera-se que os resultados representassem o contexto de uso cotidiano das abordagens testadas. Por fim, os resultados dessa interação mostrariam o quão adequado o produto ou serviço está a sua proposta e ao seu público alvo, e se há readequações necessárias para melhorá-lo.

Com esse intuito, foram escolhidas duas tarefas comuns à rotina de interação do público alvo com as unidades experimentais. São elas:

- Enviar uma mensagem de texto; e
- Enviar uma foto.

Foi definido então que essas tarefas fossem realizadas nas duas unidades experimentais, sendo primeiro no WhatsApp (UE1) e posteriormente no Hangouts (UE2). Com isso, tem-se um total de quatro atividades, para que os participantes as completassem por meio de ambos os tratamentos.

A seguir, nos Quadros 7 a 10, estão representadas todas as informações das atividades, bem como o que será analisado com elas:

Quadro 7 – Atividade 01.

A01	UE1 - WhatsApp
Tarefa	Enviar uma mensagem de texto por aplicativo de mensagem
Cenário dado ao participante	<i>“Imagine que você marcou de se encontrar com sua amiga, 'Juliana Silva', mas precisa enviar uma mensagem de texto para ela informando que irá se atrasar porque está ocupado. Pode nos mostrar como faria isso?”</i>
Preparação para atividade	- Garantir que as configurações de acessibilidade do aparelho necessárias ativas. - Garantir que o aparelho possua um contato chamado "Juliana Silva".
Passos esperados na interação	1. Acessar o WhatsApp; 2. Clicar no FAB; 3. Encontrar o contato “Juliana Silva”; 4. Iniciar uma conversa com “Juliana Silva”; 5. Enviar uma mensagem de texto; 6. Fechar o WhatsApp.
Conclusão da tarefa	Quando for enviada uma mensagem em texto, informando do atraso para a reunião.
Fatores a serem observados	- Quantidade e tipos de intervenções necessárias para orientar o participante, durante a atividade; - Quantidade de componentes acionáveis que o participante interagiu durante a atividade; - Quantidade total de toques na tela durante a atividade; - Tempo total da atividade. Com o serviço ativo: - Dificuldade de interação com o leitor biométrico; - Quantidade de componentes não acionáveis que o participante tentou acionar.

Fonte: O autor (2019).

Quadro 8 – Atividade 02.

A02	UE1 - WhatsApp
Tarefa	Enviar uma foto por aplicativo de mensagem capturada pelo mesmo
Cenário dado ao participante	<i>“Imagine que após ter enviado a mensagem para 'Juliana Silva', você gostaria de enviar também uma foto do ambiente onde está, para que ela perceba que está de fato ocupado. Pode nos mostrar como faria isso?”</i>
Preparação para atividade	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que as configurações de acessibilidade do aparelho necessárias estejam ativadas. - Garantir que o aparelho possua um contato chamado "Juliana Silva".
Passos esperados na interação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acessar o WhatsApp; 2. Continuar conversa com “Juliana Silva”; 2.1. Acessando e abrindo conversa recente com “Juliana Silva”; 2.2. Clicando no FAB e buscando o contato “Juliana Silva”; 3. Clicar no botão “Câmera” ou no botão “Anexar” e em seguida no botão “Câmera”; 4. Clicar no botão de captura de imagem; 5. Enviar foto clicando no botão “Enviar”; 6. Fechar o WhatsApp.
Conclusão da tarefa	Quando a foto for enviada.
Fatores a serem observados	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e tipos de intervenções necessárias para orientar o participante, durante a atividade; - Quantidade de componentes acionáveis com que o participante interagiu durante a atividade; - Quantidade total de toques na tela durante a atividade; - Tempo total da atividade. <p>Com o serviço ativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de interação com o leitor biométrico; - Quantidade de componentes não acionáveis que o participante tentou acionar.

Fonte: O autor (2019).

Quadro 9 – Atividade 03.

A03		UE2 - Hangouts	
Tarefa		Enviar uma mensagem de texto por aplicativo de mensagem	
Cenário dado ao participante		<i>“Imagine que você marcou de se encontrar com sua amiga, ‘Juliana Silva’, mas precisa enviar uma mensagem de texto para ela informando que irá se atrasar porque está ocupado. Pode nos mostrar como faria isso?”</i>	
Preparação para atividade		<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que as configurações de acessibilidade do aparelho necessárias ativas. - Garantir que o aparelho possua um contato chamado "Juliana Silva". 	
Passos esperados na interação		<ol style="list-style-type: none"> 1. Acessar o Hangouts; 2. Clicar no botão “+”; 3. Acionar a opção “Nova conversa”; 4. Buscar o contato “Juliana Silva”; 5. Iniciar uma conversa com “Juliana Silva”; 6. Enviar uma mensagem de texto; 7. Fechar o Hangouts. 	
Conclusão da tarefa		Quando for enviada uma mensagem em texto, informando do atraso para a reunião.	
Fatores a serem observados		<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e tipos de intervenções necessárias para orientar o participante, durante a atividade; - Quantidade de componentes acionáveis que o participante interagiu durante a atividade; - Quantidade total de toques na tela durante a atividade; - Tempo total da atividade. <p>Com o serviço ativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de interação com o leitor biométrico; - Quantidade de componentes não acionáveis que o participante tentou acionar. 	

Fonte: O autor (2019).

Quadro 10 – Atividade 04.

A04		UE2 - Hangouts
Tarefa	Enviar uma foto por aplicativo de mensagem capturada pelo mesmo	
Cenário dado ao participante	<i>“Imagine que após ter enviado a mensagem para 'Juliana Silva', você gostaria de enviar também uma foto do ambiente onde está, para que ela perceba que está de fato ocupado. Pode nos mostrar como faria isso?”</i>	
Preparação para atividade	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que as configurações de acessibilidade do aparelho necessárias estejam ativadas. - Garantir que o aparelho possua um contato chamado "Juliana Silva". 	
Passos esperados na interação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acessar o Hangouts; 2. Continuar conversa com “Juliana Silva”; 2.1. Acessando e abrindo conversa recente com “Juliana Silva”; 2.2. Clicando no botão “+” e depois acionando a opção “Nova conversa”, em seguida buscando o contato “Juliana Silva”; 3. Clicar no botão “Câmera”; 4. Capturar imagem clicando no botão “Capturar foto” (está em inglês); 5. Confirmar foto clicando no botão “Feito”; 6. Enviar foto clicando no botão “Enviar foto”; 7. Fechar o Hangouts. 	
Conclusão da tarefa	Quando a foto for enviada.	
Fatores a serem observados	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e tipos de intervenções necessárias para orientar o participante, durante a atividade; - Quantidade de componentes acionáveis que o participante interagiu durante a atividade; - Quantidade total de toques na tela durante a atividade; - Tempo total da atividade. <p>Com o serviço ativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de interação com o leitor biométrico; - Quantidade de componentes não acionáveis que o participante tentou acionar. 	

Fonte: O autor (2019).

Para a realização dessas atividades, foram passados para os participantes apenas o cenário de cada uma delas. Todas as outras informações são somente de uso do moderador.

2.11.5 Entrevista Pós-Teste

Com a etapa de realização das atividades no *smartphone* finalizada, foi realizada uma entrevista semiestruturada com questões que visavam obter do participante suas impressões a respeito da experiência de utilizar o protótipo. Além disso, espera-se coletar as expectativas do participante sobre essa tecnologia e a possibilidade de integrá-la em seu dia a dia.

Q01: *Você sentiu alguma dificuldade durante a interação com o protótipo?*

Q02: *O que você achou de utilizar a parte de trás do smartphone para interagir com ele?*

Q03: *Você usaria essa tecnologia no seu dia a dia?*

Q04: *Recomendaria para outras pessoas?*

[Se sim] Quem?

Q05: *Se você tiver alguma sugestão ou crítica sobre o protótipo e seu uso, pode ficar à vontade para nos falar.*

Diferente da entrevista pré-teste, como pode ser observado, essa possui questões mais diretas, de modo a evitar que o participante se disperse muito ao respondê-las. Aliado a isso, por ser o último procedimento realizado, devido à quantidade de informações novas às quais o participante foi exposto, optou-se também pelo número menor de perguntas possível. Desta forma, as questões dessa etapa estão distribuídas em três blocos distintos, cada um com uma finalidade específica: (a) Q01 e Q02 abordam puramente a interação com o protótipo; (b) Q03 e Q04 visam identificar a perspectiva de adoção da proposta; e (c) Q05 tem a finalidade de promover a melhoria contínua dos métodos utilizados.

2.12 Conclusões do Capítulo

Diante do exposto, acredita-se que a metodologia apresentada neste capítulo seja adequada aos objetivos da pesquisa, de modo a gerar resultados relevantes, não só para o presente estudo, mas para o melhor entendimento do público alvo e sua relação com dispositivos móveis por parte da academia. Com isso, almeja-se que outros pesquisadores possam assimilar e replicar todo ou parte deste planejamento para outros contextos de pesquisa.

3 REFERENCIAL CONCEITUAL

Este referencial se inicia com definições sobre acessibilidade e o público alvo, bem como a relação de ambos com o *smartphone*, haja vista a temática maior deste trabalho. Em seguida abordará o que se tem na atualidade acerca de trabalhos que tratam de questões relevantes aos objetivos da pesquisa, de modo a contextualizar o leitor.

3.1 *Acessibilidade*

O estudo descrito nesta dissertação aborda, essencialmente, a acessibilidade que os *smartphones* possuem atualmente para PDV e uma abordagem de aumento da eficiência de uso. Por ser um tema amplamente discutido, porém, pode causar um pouco de confusão sobre sua definição; faz-se necessário ser esclarecido dentro do contexto do problema de pesquisa, a saber, a relação entre acessibilidade e usabilidade.

Tem sido perceptível o grande aumento de iniciativas recentemente e em diversas esferas, direcionadas à inclusão da pessoa com deficiência.

Segundo o dicionário *Michaelis*, acessibilidade é a facilidade de acesso, ou qualidade do que é acessível. Em outras palavras, trata-se de garantir o acesso a algo, por parte de um indivíduo ou grupo. Contudo, para isso se faz necessário o alinhamento de dois pontos de vista: (a) o entendimento daquilo que será acessado; e (b) o conhecimento sobre quem o acessará. Para o primeiro ponto, pode-se dizer que já é implícito, pois daquele que produz algo, se espera que o conheça. Porém, o segundo ponto depende de um esforço extra do produtor em conhecer seu público alvo, mais especificamente suas características e motivações.

Mesmo sendo um conceito que abrange a todos, a acessibilidade é comumente utilizada para se referir à característica de relação produtiva entre pessoas com deficiência e as coisas ao seu redor, sejam apalpáveis ou não, como um ambiente interno ou um serviço prestado. Sendo assim, é dessa forma que tanto o mercado quanto a academia abordam a acessibilidade, e como será abordada neste estudo, porém, sobre o viés de acesso à tecnologia.

3.2 A Pessoa com Deficiência Visual

Ao redor do mundo, vários países possuem leis específicas para tratar da deficiência, se diferenciando um pouco devido ao contexto de cada local, mas todas buscando promover a inclusão de PcD. No Brasil, em 2015 foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), lei de número 13.146. Nela, a acessibilidade é descrita como sendo um direito que garante à pessoa com deficiência viver de forma independente, usufruindo em sua totalidade de seus direitos e deveres, transpondo as barreiras impostas pelas suas limitações. Com isso, por meio dessa lei são garantidos os direitos da PcD, da mesma forma que para pessoas plenas de suas capacidades físicas, mentais, intelectuais e sensoriais.

De modo a garantir que as pessoas com deficiência usufruam da acessibilidade, órgãos internacionais, como a Organização mundial de Saúde (OMS), também dão ênfase a esse público. A OMS, em seu Relatório Mundial Sobre a Deficiência, alerta que cerca de 1 bilhão de pessoas no mundo possuem ao menos algum tipo de deficiência (OMS, 2011). Ainda conforme a OMS, isso significa que a cada 7 indivíduos, 1 possui deficiência. Já no cenário brasileiro, os números são proporcionalmente bem maiores que esses dados. Conforme os dados do censo nacional, realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil contava com 45 milhões de pessoas com algum grau de deficiência, podendo ter mais de um tipo (IBGE, 2011). Por exemplo, um idoso cadeirante e com baixa visão. Esse montante representa 24% de toda a população brasileira, cerca de 1 a cada 4 indivíduos. Ainda assim, espera-se que atualmente esse número seja ainda maior, haja visto o envelhecimento da população estar mudando o perfil demográfico do Brasil, gerando mais pessoas com limitações, devido ao avanço da idade. Mesmo com esse grande número, as necessidades da pessoa com deficiência (PcD) ainda são colocadas em segundo plano, no que tange à melhoria da acessibilidade por meio das tecnologias que têm acesso.

Grande parte disso se dá pela falta de conhecimento das necessidades das pessoas com deficiência, fazendo com que atendê-las, desde a conceituação até a finalização de projetos de tecnologia, seja considerada uma melhoria futura, e não um requisito mandatório. Em paralelo, também é sabido que suas necessidades básicas possuem diferenças em relação àqueles que não possuem deficiência, demandando uma atenção maior ao elencar as dores dos usuários a serem sanadas. Aliado a isso,

muitas dessas dificuldades geram limitações que demandam soluções conflitantes entre os grupos de deficiências. Por exemplo, atender às necessidades de PDV por meio de *feedbacks* sonoros termina por excluir pessoas com deficiência auditiva (PDAs). Além disso, mesmo dentro de um determinado grupo de deficiência, ainda pode-se encontrar granularidades de limitações, as quais geram possibilidades de soluções totalmente diferentes. Por exemplo, pessoas com deficiência motora (PDM) com os membros superiores acometidos dificilmente são contempladas quando as soluções focam em mobilidade, uma das maiores limitações de cadeirantes. Desta forma, percebe-se que atender questões de acessibilidade é bem mais complexo, necessitando de um levantamento das limitações específicas dos grupos de pessoas com deficiência e das granularidades de cada grupo, além do que já é comum de ser considerado para qualquer usuário.

Assim como já informado, o estudo descrito nesta dissertação abordará apenas o público com deficiência visual, tanto total quanto parcial, cujas limitações se encontram sob os dois critérios a seguir.

Limitação visual que atenda aos padrões regidos por lei: conforme o decreto de número 5296/04 que regulamenta as leis 10.048 e 10.098/2000, é considerada PDV total a pessoa que possua acuidade visual de 0,05, ou menos, no melhor olho. Já a PDV com baixa visão, a que possui acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho.

Condições de uso de tecnologia móvel: Interagir com *smartphones* através de interação por toque, porém, se utilizando majoritariamente de leitor de telas nativo ou de fontes externas.

Aqueles que não atendem a esses critérios não foram considerados. Por exemplo, uma PDV com perda parcial, a qual se utiliza apenas da configuração de “lupa” para interagir com o *smartphone*. Além disso, espera-se que outros fatores possam ser melhor observados, como a deficiência ser de nascença ou adquirida após a vida adulta, familiaridade com *smartphones*, dentre outros.

3.3 Acessibilidade em Smartphones para PDV

Atualmente as PDV se relacionam diariamente com os aparelhos de tecnologia móvel, sendo o *smartphone* o mais utilizado. Ele se tornou uma maneira acessível que as PDV encontraram para ampliar sua visão de mundo, pois por meio dele se comunicam uns com os outros e têm acesso à informação do mesmo modo que

qualquer outra pessoa. Contudo, é necessária a utilização de um leitor de telas, como o *Talkback*, que foi desenvolvido pela Google e vem nativo nos *smartphones* da plataforma Android, com exceção dos fabricados pela Samsung, que trazem o Voice Assistant. Porém, existem outros aplicativos leitores de tela, os quais precisam ser adquiridos e instalados posteriormente à aquisição de um *smartphone*. Há usuários que preferem interagir com esses leitores por possuírem algumas pequenas diferenças dos nativos, como gestos e tonalidade da voz.

Para o quase-experimento desta pesquisa, que será um teste de usabilidade, será utilizado o leitor de telas *Talkback*. No Quadro 11 são mostrados todos os gestos de interação que ele possui.

Quadro 11 – Gestos do *Talkback*.

	Gestos	Ação
Com um dedo	Tocar uma vez	Ler o item sob o dedo
	Tocar duas vezes	Selecionar item em foco
	Tocar duas vezes e manter	Mover um item ou acessar uma opção disponível
	Deslizar para a direita	Mover para o próximo item na tela
	Deslizar para a esquerda	Mover para o item anterior na tela
	Deslizar para cima ou para baixo	Utilize a opção do menu contextual mais recente ou alterar suas configurações. No modo de seleção de texto, mova o cursor para trás ou para a frente para selecionar o texto.
	Deslizar para cima e para baixo	Mover para o primeiro item na tela
	Deslizar para baixo e depois para cima	Mover para último item na tela
	Deslizar para a direita e depois para a esquerda	Rolar para a frente (se estiver em uma página maior que a tela)
	Deslizar para a esquerda e depois para a direita	Rolar para trás (se estiver em uma página maior que a tela)
	Deslizar para a direita e depois para a esquerda	Mover controle deslizante para cima (por exemplo, o volume)
	Deslizar para a esquerda e depois para a direita	Mover controle deslizante para baixo (por exemplo, o volume)
	Deslizar para cima e para a esquerda	Botão "Início"
	Deslizar para baixo e para a esquerda	Botão "Voltar"
	Deslizar para a esquerda e para cima	Apps recentes
	Deslizar para a direita e para baixo	Notificações
Com dois dedos	Deslizar para a esquerda	Mova para a próxima página. No modo de seleção de texto, cortar o texto selecionado.
	Deslizar para a direita	Voltar para a página anterior. No modo de seleção de texto, colar o texto copiado.
	Deslizar para cima	Role a lista. No modo de seleção de texto, copiar o texto selecionado.
	Deslizar para baixo	Desça a lista. No modo de seleção de texto, selecione todo o texto.
	Deslizar em qualquer direção na tela bloqueada	Desbloquear a tela.
	Deslizar para baixo a partir do topo da tela	Abra o painel de notificação

Fonte: Adaptado de <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6151827?hl>

Esse leitor de telas foi escolhido por vir nativamente no *smartphone* utilizado na pesquisa. Vale ressaltar ainda que devido ao fato de as atividades não abordarem características particulares de leitores de tela, essa escolha não adiciona risco de que ocorram quaisquer dificuldades no decorrer dos testes. Além disso, por ser nativo em aparelhos de todas as fabricantes, exceto Apple e Samsung, espera-se que o *Talkback* seja o mais utilizado pelo público alvo.

3.3.1 TTS

O leitor de telas não é o único responsável por permitir que pessoas que não enxergam possam utilizar uma tecnologia baseada em toque e interface gráfica. É preciso que ambos o leitor de telas e o TTS (*Text-to-Speech*) trabalhem juntos, onde um tem o papel de lidar com a interação e o outro com o *feedback* em voz. Deste modo, é necessário entender melhor a relação entre essas duas tecnologias.

O TTS é um sistema que converte em voz o texto presente na interface dos *smartphones* e os textos que o desenvolvedor define em código para que sejam lidos, mesmo os que não são apresentados visualmente. Diferente dos leitores de tela, o usuário não acessa diretamente o TTS, ao invés disso interage com o leitor, o qual por sua vez envia os textos ao TTS para que converta em voz. Além disso, o TTS é o responsável por identificar e reproduzir corretamente os fonemas das palavras. Dele também é o papel de levar em consideração o contexto dos textos que converte, como por exemplo quando se trata de valores monetários ou números de telefone. Além dos leitores de tela, o TTS também pode ser utilizado por outros aplicativos, como Google Play Livros, Google Translator e outros que possuem foco em acessibilidade e que oferecem *feedback* em voz. Esta é uma tecnologia que já vem embarcada nos *smartphones*, contudo, o usuário pode baixar outros com tonalidade de voz e gênero diferentes. Esses TTS não nativos eventualmente também são capazes de efetuar leituras que o TTS padrão não ofereça, como ler *emojis*, porém a grande maioria precisa ser comprada pelo usuário.

3.3.2 Características da Interação de PDV

O modo como as PDV interagem com *smartphones*, por mais que seja no mesmo tipo de tecnologia que videntes utilizam, possui algumas diferenças de interação impostas pela sua condição. Aliado a isso, esse público também apresenta comportamentos específicos, de igual forma, decorrentes de interagirem apenas por toque e *feedback* sonoro. Um exemplo disso é a forma como exploram e navegam pela interface, tocando nos componentes e escutando sua descrição em voz e mapeando o local e ordem que eles se apresentam. Contudo, não existe um padrão único para isso, sendo o mais

comum a utilização de mais de um modo da PDV explorar a tela, desenhando-a em sua mente. Isso geralmente pode variar de acordo com a familiaridade que o usuário tem com a tecnologia e os aplicativos, o grau da deficiência (se perda total ou parcial de visão), e a curva de aprendizado do usuário. O Quadro 12 apresenta os principais gestos e comportamentos adotados pelos usuários com deficiência visual ao interagir com aplicações móveis.

Quadro 12 – Gestos e comportamentos das PDV com o *Talkback*.

Gestos e Comportamentos	Descrição	Perfil do usuário
Gesto de passar para o próximo item e gesto de passar para o item anterior	Navegar entre os componentes ordenadamente deslizando o dedo horizontalmente na tela da direita para a esquerda ou da esquerda para a direita. Essa é uma das formas que utilizam para explorar a tela	Ambos
Deslizar o dedo sobre a tela	Identificar os componentes da tela deslizando o dedo verticalmente, desde o topo até o final da tela. Essa é uma das formas que utilizam para explorar a tela	Ambos
Tocar diretamente nos componentes	Tocar próximo a componentes que já identificou ou em áreas propícias de encontrá-los, como a parte superior da tela. Essa é uma das formas que utilizam para explorar a tela	Perda parcial da visão
Fecha a aplicação intencionalmente durante a interação	Quando está “perdido” dentro da aplicação ou com dificuldades para concluir alguma ação, fecha a aplicação para iniciá-la novamente	Ambos
Exploração da tela por área	Ao identificar um componente na tela, toca em seguida nos componentes próximos. Ocorre normalmente quando há organização por lista, como em formulários	Ambos
Rolagem de tela	Por meio de gesto com dois dedos (vertical) para cima ou para baixo	Ambos
Confirma as informações digitadas	Após inserir textos, toca novamente para confirmar o que foi escrito	Ambos
Corta intencionalmente a leitura do <i>Talkback</i>	Quando o leitor de telas lê em voz alta alguma informação que a PDV não tem interesse, passa a mão por cima do sensor de proximidade do aparelho para interromper a leitura	Ambos

Fonte: O autor (2019).

Esses comportamentos ocorrem naturalmente durante toda a interação das PDV com *smartphones*. Eles permitem que as interfaces das aplicações sejam assimiladas, o que pode ser dificultado à medida que sejam utilizados padrões diferentes de posicionamento de componentes. Um exemplo disso é o uso da *toolbar*, da plataforma Android, onde o usuário encontra componentes com as funcionalidades mais importantes da aplicação. É esperado que ela se encontre posicionada no topo da tela, contudo, há aplicações que fazem o inverso, colocando-a no final, como é o caso do Spotify para Android. Quando

isso ocorre, exige muitas vezes que a PDV seja persistente, mesclando estratégias diferentes de exploração da tela, como os três primeiros itens do Quadro 12.

3.4 Conclusões do Capítulo

Assim como foi mostrado neste Capítulo, o mercado e a academia abordam a acessibilidade por meio de pesquisas e soluções como sendo relacionada diretamente às PcD, assim como este estudo também o faz. Contudo, mesmo que organizações conduzam levantamentos a respeito desse público, estes ainda não revelam com clareza as especificidades dos PcD, as quais podem demandar soluções diferentes para um mesmo segmento. Um exemplo disso é o caso de soluções voltadas para PDM cadeirantes e os que possuem acometimento nos membros superiores.

Diante disso, é necessário um maior aprofundamento nas características dos PcD, assim como é proposto neste estudo, o qual avaliou detalhadamente a relação de PDV com aparelhos de tecnologia móvel.

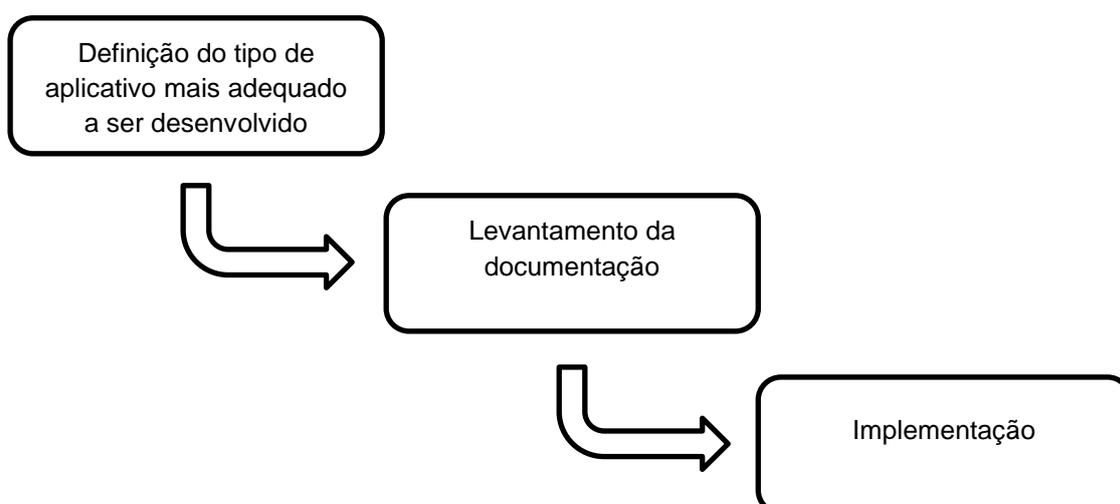
4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

A avaliação da proposta de interação com *smartphones* por PDV, implicando no uso de ambas mãos para interagir com os aplicativos, demandou necessariamente a utilização de algum *software* ou *hardware* que causasse esse comportamento. Inicialmente foi avaliada a possibilidade de utilizar um botão físico colocado na parte detrás do *smartphone* para simular o duplo clique, porém, foi logo descartada, pois se assimilaria a tantas outras excelentes soluções, mas que acarretam numa mudança em como os aparelhos são fabricados. Há de se esclarecer ainda, que nenhuma dessas “excelentes soluções” de adição de interação na parte detrás de *smartphones* encontradas produz o comportamento almejado ou se destinam ao público alvo desta pesquisa.

Dado este cenário, e a tendência das fabricantes de *smartphones* adicionarem o leitor biométrico com identificação de gestos localizado na parte detrás dos aparelhos, optou-se por investigar se esse sensor poderia ser adotado. Essa etapa se mostrou muito mais complexa do que aparentava.

Inicialmente, foi utilizado um *smartphone* Samsung Galaxy A8, o qual possui leitor biométrico na parte detrás e com funcionalidades nativas de identificação de gestos nele, comprovando que o sensor poderia ser utilizado para o estudo. Após isso, começaram de fato os esforços de desenvolvimento do protótipo, seguindo as etapas mostradas na Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de desenvolvimento do protótipo



Fonte: O autor (2019).

4.1 Definição do Tipo de Aplicativo Mais Adequado a Ser Construído

Como a proposta foi gerar um novo padrão de interação, o protótipo não poderia ser um *software* que pudesse ser desempilhado, pois deveria estar ativo independentemente da navegação do usuário e de qual aplicativo ele estivesse interagindo. Isso se faz necessário porque na plataforma Android o componente *Activity*, o qual fornece uma tela para interação dos usuários, possui um ciclo de vida que se utiliza do conceito de pilha (o último que entra é o primeiro que sai). Sendo assim, quando uma *Activity* não está recebendo foco pode ser pausada ou finalizada. Com isso, foi definido que a abordagem mais adequada seria a utilização de *Android services*, pois rodando em segundo plano, poderia permanecer ativo. Além disso, por uma questão de familiaridade de desenvolvimento, optou-se pela linguagem Java, ao invés de Kotlin.

4.2 Levantamento da Documentação

Após definido o tipo de aplicativo, foi realizado o levantamento da sua documentação. Porém, por precisar interagir com o leitor de telas e se tratar de acessibilidade, foi identificado que a abordagem mais adequada seria a utilização de um *accessibilityService*. A plataforma Android, assim como outras, também apresenta descrições e exemplos de códigos, mesmo simples, em sua documentação.

4.3 Implementação

Como passo inicial para a implementação do protótipo, foi utilizado como base o exemplo disponível na documentação, como pode ser visto na Figura 3, sendo apenas parte dele:

Figura 3 – Exemplo de Classe estendida de AccessibilityService.

```

package com.example.android.apis.accessibility;
import android.accessibilityservice.AccessibilityService;
import android.view.accessibility.AccessibilityEvent;
public class MyAccessibilityService extends AccessibilityService {
...
    @Override
    public void onAccessibilityEvent(AccessibilityEvent event) {
    }
    @Override
    public void onInterrupt() {
    }
...
}

```

Fonte: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/service#java>

Contudo, foi observado que o método *onCreate()* estava lançando *NullPointerException* sempre que tentava identificar a disponibilidade do controlador de detecção de gestos (*gestureController.isGestureDetectionAvailable()*). Segue a Figura 4 com o trecho de código referente:

Figura 4 – GestureController.

```

@Override
public void onCreate() {
    gestureController = getFingerprintGestureController();
    mIsGestureDetectionAvailable =
        gestureController.isGestureDetectionAvailable();
}

```

Fonte: O autor (2019).

Para mitigar esse problema, adotou-se como solução viável migrar a detecção do controlador para o método *onServiceConnected()*. Ainda assim, mesmo deixando de acusar o *NullPointerException*, ele passou a retornar que não estava disponível. Com isso, foram realizadas diversas alterações e tentativas para fazer o detector de gestos retornar que estava disponível e apto para ser utilizado. Contudo, nenhuma foi capaz de esclarecer e resolver o problema.

Diante da situação, e com o esgotamento de possibilidades que a documentação dispõe, houve uma mudança de estratégia, de modo a tentar entender o que estava ocorrendo. Foi então realizado o descompilamento, também chamado de *engenharia reversa*, de alguns aplicativos que implementam *services* para detecção de gestos no leitor biométrico, de modo a comparar com o código do protótipo para verificar o que

estava ocorrendo. Por fim, não foi identificada nenhuma forma de implementação diferente da que já estava sendo realizada.

Ainda assim, permaneceram dúvidas sobre a legitimidade da avaliação dos aplicativos descompilados, pois avaliar códigos decorrentes desse procedimento nem sempre é uma tarefa simples. Desta forma, com o intuito de evitar essas dúvidas, optou-se por identificar projetos disponíveis na ferramenta de gerenciamento de projetos e versionamento de códigos *GitHub*, para baixá-los e analisá-los. Seguem os nomes e links dos projetos que foram analisados nessa etapa:

- *Talkback* (Google) - <https://github.com/google/Talkback>;
- *Factory-Test* - <https://github.com/ancient-yan/Factory-Test/>;
- *SenseSwipe* - <https://github.com/stralucira/SenseSwipe>;
- *SoftPowerButton* - <https://github.com/jackrr/SoftPowerButton>;
- *FingerprintControls* - <https://github.com/MattS8/FingerprintControls/>;
- *Proj* - <https://github.com/h00227585/proj>;
- *AndroidAccessibility* - <https://github.com/abhishesh-srivastava/AndroidAccessibility/>;
- *FingerShortcut* - <https://github.com/Jsanzo97/FingerShortcut/>;
- *AserbaosAndroid* - <https://github.com/aserbao/AserbaosAndroid/>;
- *Fingerprint-gesture* - <https://github.com/YMlion/fingerprint-gesture/>;
- *Android* - <https://github.com/lattercodelab/android/>.

Porém, nenhum dos projetos funcionou no Galaxy A8, ou seja, quando eram aplicados os gestos no leitor biométrico que esses aplicativos solicitavam (como deslizar para a esquerda para voltar para a tela anterior), nada ocorria. Após todas essas tentativas, desconfiou-se de que o problema talvez estivesse no próprio aparelho utilizado, então todos os projetos também foram testados num Samsung Galaxy S9, chegando ao mesmo desfecho. Contudo, ao variar de fabricante, no caso, testando num Asus Zenfone 5, tanto eles funcionaram quanto o código anteriormente construído para verificar a detecção por parte do controlador de gestos passou a retornar que estava disponível. Esse fato fez com que o objeto de testes fosse modificado para o Zenfone 5.

Com esse desafio vencido, o próximo passo foi fazer com que o gesto de swipe down (deslizar o dedo para baixo) no leitor biométrico realizasse o acionamento dos componentes com o leitor de telas ativo. Para isso, foi necessário utilizar um *performAction(AccessibilityNodeInfo.ACTION_CLICK)*. Ainda assim, mesmo o gesto no leitor biométrico sendo detectado, ele não estava enviando o evento de clique para o componente que estava com o foco. Para resolver essa questão, foi implementado

o armazenamento do último componente do aplicativo que foi selecionado pelo leitor de telas, ou seja, quando é disparado o evento de componente focado (*AccessibilityEvent.TYPE_VIEW_ACCESSIBILITY_FOCUSED*). Desta forma foi possível obter o componente que estava selecionado e lançar a ação de clique, alcançando enfim o comportamento desejado.

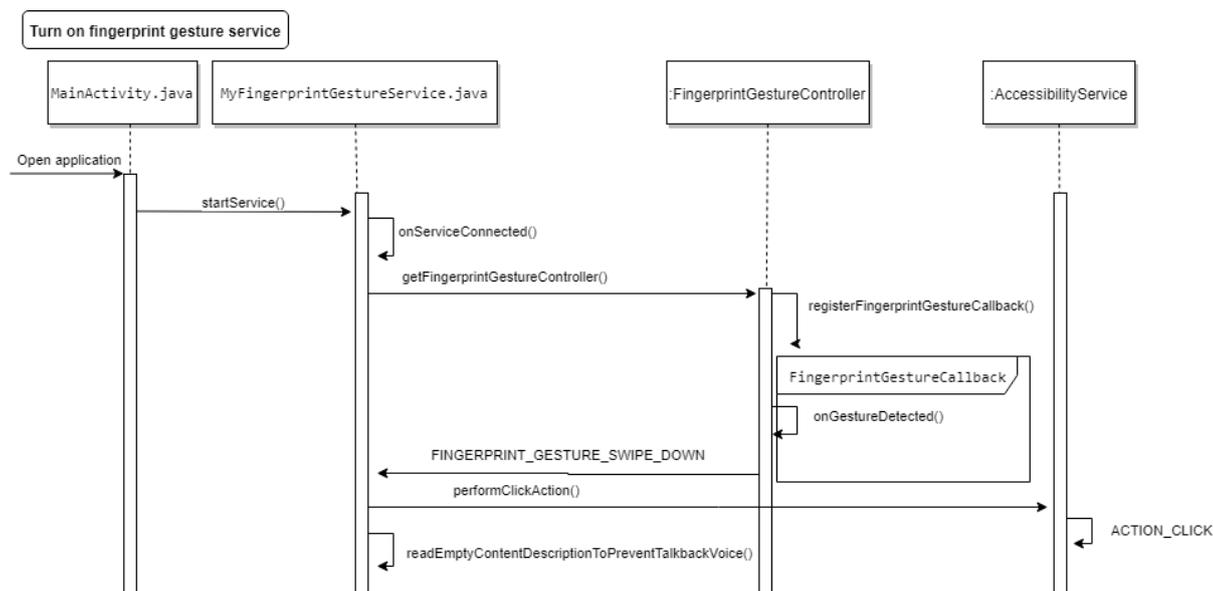
4.3.1 *Desafios na Implementação*

A descrição da implementação mostrou as dificuldades encontradas e como foram mitigadas, demandando mudanças de estratégias e até do *smartphone* a ser utilizado nos testes. Porém, o maior desafio, sem dúvidas, foi a escassez de materiais a respeito da manipulação do leitor biométrico, sobretudo no que diz respeito ao gerenciamento de gestos. Aliado a isso, o fato de lidar com a API de acessibilidade da Google, mesmo sendo de código aberto, tornou a implementação quase que totalmente exploratória, se utilizando de tentativa e erro para eliminar as dificuldades.

4.3.2 *Representação do Protótipo*

Com o objetivo de tornar mais clara a compreensão do funcionamento do protótipo, de modo a representar o que foi implementado, utilizou-se da Linguagem de Modelagem Unificada (UML), o qual trata-se de um kit de ferramentas de modelagem. Dentre elas, optou-se por utilizar o diagrama de sequências, o qual proporciona a representação de sequência de eventos e é adequado para esse contexto. Desta forma, a Figura 5 mostra o protótipo sob a perspectiva do relacionamento entre as classes e métodos implementados, de maneira que o novo padrão de interação fosse alcançado.

Figura 5 – Diagrama de sequência de eventos do protótipo.



Fonte: O autor (2019).

O diagrama apresentado na Figura 5 representa uma sequência de interações, as quais estão listadas em ordem a seguir:

1. O usuário aciona o interruptor que ativa o protótipo;
2. *MainActivity.java* é aberta e chama o método *startService* pra iniciar *MyFingerprintGestureService.java*, o qual lança o método *onServiceConnected()*;
3. *onServiceConnected()* instancia a API *FingerprintGestureController*;
4. É registrada uma chamada de retorno (*FingerprintGestureCallback()*) com o objetivo de detectar os gestos realizados no leitor biométrico;
5. Assim que o gesto *FINGERPRINT_GESTURE_SWIPE_DOWN* é reconhecido o serviço (*MyFingerprintGestureService*) dispara um *ACTION_CLICK* através do método *performClickAction* acionando o componente que o usuário selecionou; e
6. Logo em seguida é acionado o método *readEmptyContentDescriptionToPreventTalkbackVoice()*, o qual é responsável por evitar que após o componente ser acionado pelo usuário o leitor de telas leia em voz imediatamente o próximo componente selecionado pelo usuário.

Ressalta-se ainda que foi necessário implementar o passo 6, devido às PDV cortar intencionalmente a leitura do *Talkback* durante a interação para se guiarem pela

interface. Com isso, caso não fosse tomada essa medida, o usuário poderia ficar confuso durante a interação, pois ainda que tocasse em outros componentes, a leitura daquele que foi acionado por meio do protótipo não seria interrompida.

4.4 Conclusões do Capítulo

Com isso, mesmo enfrentando tamanhas dificuldades durante sua implementação, o protótipo foi desenvolvido de modo a gerar o comportamento definido desde o início da pesquisa, substituindo o acionamento tradicional dos componentes pelo gesto no leitor biométrico. Além disso, a falta de projetos similares, ou mesmo investigações de dificuldades similares, por exemplo em *sites* voltados para o compartilhamento de problemas e soluções da comunidade de desenvolvedores, apenas contribuíram com a pesquisa como um todo. Ainda que esses desafios tenham custado mais tempo que o esperado, ao final, mostrou o quão inovadora é a abordagem utilizada.

5 RESULTADOS

Os testes ocorreram num período de três semanas e foram realizados por apenas um pesquisador, o qual efetuou a moderação dos testes e o manuseio dos equipamentos de coleta de dados. Eles foram realizados em locais e horários previamente acordados com os participantes, de modo a ser o menos impactante na rotina deles, com o intuito de que algum fator externo ao teste não os influenciasse, como desconforto, cansaço ou tempo de disponibilidade limitado. Desta forma, cinco testes foram aplicados nos locais de trabalho dos participantes, dois em suas residências, um no LACAAI (Laboratório de Concepção e Análise de Artefatos Inteligentes), um na APEC (Associação de Cegos de Pernambuco) e um no Instituto de Cegos Antônio Pessoa de Queiroz.

Durante os testes, houve a necessidade de interromper e cancelar um deles. Este fato ocorreu no meio da etapa de realização das atividades no *smartphone*. O participante é gestor de um setor que trabalha com acessibilidade e parou de fazer as tarefas solicitadas para argumentar sobre o quão desnecessário era continuar com as tarefas e pesquisas do tipo. O moderador tentou algumas vezes direcioná-lo para que continuasse, porém foi em vão, e tentou lhe esclarecer sobre o assunto. Passados alguns minutos de diálogo, ficou notório que o participante não estava disposto a continuar, então o teste foi finalizado e seus dados não fizeram parte do montante analisado. Com isso, posteriormente um outro voluntário foi recrutado para repor o teste cancelado e completar a amostra de 10 participantes.

Os testes tiveram duração total de cerca de uma hora cada, sendo o mais longo de 1h31min21s (P07) e o mais curto de 41min33s (P09). Já o tempo dedicado apenas ao momento de interação com o *smartphone* na realização das atividades durou em média 22min, sendo o mais longo de 36min54s (P07) e o mais curto de 11min50s (P03). Vale salientar que o P07 foi o participante com o maior tempo de entrevista e não tinha familiaridade com a plataforma Android. Além disso, também não utilizava o teclado com o recurso de entrada rápida ativo (o usuário toca na tecla e quando solta ela é inserida), resultando em tempos acima dos outros usuários. Contudo, esses não são necessariamente sinais de má qualidade na interação, dado que concluiu todas as atividades possíveis de serem concluídas.

Vale ressaltar ainda que foi realizado um teste piloto, o qual todos os procedimentos planejados para os testes foram aplicados, de forma que fossem

avaliados. Após o piloto, não foi identificada a necessidade de qualquer alteração. Com isso, esse participante foi incorporado à amostra como sendo válido para análise de seus dados.

Nesta seção serão apresentadas as análises dos testes e a comparação entre os resultados dos tratamentos propostos, de modo a avaliar a mudança da interação com o *smartphone* por PDV.

5.1 Perfil dos Participantes

Os testes realizados nesta pesquisa, com o intuito de produzir dados de comparação referentes à interação com e sem a parte detrás do *smartphone*, foram aplicados em 10 voluntários. Buscou-se que os participantes dos testes possuíssem características que os qualificassem como representantes adequados ao público alvo. Com esse objetivo, como já mencionado antes, foi utilizada uma entrevista pré-teste, a qual coletou dados organizados e apresentados nesta subseção no Quadros 13 ao 16.

Quadro 13 – Características dos participantes.

Características dos Participantes						
Participantes	Grau da deficiência	Origem da deficiência	Idade	Sexo	Escolaridade	Profissão
P01	Total	Nasceça	28	Masculino	Superior em Pedagogia em andamento	Testador de <i>softwares</i>
P02	Total	Nasceça	25	Feminino	2º grau completo	Estudante
P03	Parcial (luminosidade, cores, algumas formas e pouca profundidade)	Nasceça (Esclerocórnea congênita)	23	Feminino	Superior em direito em andamento	Agente administrativo escolar
P04	Total	Nasceça (Glaucoma)	33	Masculino	2º grau completo	Telefonista
P05	Total	Nasceça (retino blastoma genético)	33	Feminino	Pós-graduação em psicopedagogia institucional em andamento	Professora de tecnologia assistiva e braile
P06	Parcial (formas, cores, luminosidade)	Doença (A diabetes afetou a visão a partir de 2014 e estabilizou em 2015)	27	Masculino	Superior em ciências sociais em andamento	Estudante
P07	Total	Descolamento de retina na adolescência	55	Masculino	Superior completo em serviço social	Assistente social
P08	Total	Nasceça	38	Feminino	Fundamental completo	Bibliotecária
P09	Total	Doença (A catarata congênita a fez perder a visão aos 6 anos)	27	Feminino	Superior em música em andamento	Música
P10	Total	Doença (descolamento da retina de ambos os olhos aos 28 anos)	37	Masculino	Pós em Orientação e mobilidade em andamento	Professor de música

Fonte: O autor (2019).

Todos os participantes possuem graves limitações na visão, sendo oito deles com perda total, de tal forma que para interagirem com o *smartphone*, é necessário o uso de leitores de tela. Durante o recrutamento, houve contato com alguns voluntários com baixa visão que não foram considerados para os testes, pois o resquício visual que possuem permite que interajam com *smartphones* sem o leitor de telas. Para esses usuários é necessário apenas que alguns recursos de acessibilidade estejam ativos, como lupa, fontes e componentes maiores e maior contraste. Ainda assim, para obter dados referentes a essa parcela de PDV, foram recrutados para os testes dois

participantes com baixa visão, mas que precisam do leitor de telas, um para o G1 e outro para o G2.

A origem da deficiência, no que diz respeito principalmente há quanto tempo foi adquirida, pode influenciar a forma como a PDV interage com o mundo ao seu redor. Todavia, os participantes que perderam a visão na vida adulta, o P06 e o P10, adquiriram seu primeiro *smartphone* após deixarem de enxergar, assim, impedindo que tivessem qualquer repertório de interação com essa tecnologia, afastando a possibilidade de que os testes pudessem ser influenciados por isso. Ressalta-se ainda que não está no escopo da pesquisa avaliar a proposta sob o contexto da temporalidade da deficiência, por mais que seja algo viável posteriormente.

Quanto ao gênero declarado dos participantes, foram recrutados cinco homens e cinco mulheres. Entretanto, como pode ser visto mais bem descrito na Seção 5.2, dentre as atividades simuladas não foi identificada nenhuma dificuldade ou outra questão em relação ao uso da parte detrás do aparelho que possa ser atribuída ao gênero. O mesmo foi observado com relação à idade.

Já a escolaridade dos participantes mostrou algum nível de influência sobre seu desempenho durante os testes, em comparação com os demais participantes. Nesse caso, dentre os que tiveram mais dificuldade em todas as atividades, principalmente com o protótipo, o P02 e o P08 possuem ensino médio e fundamental, respectivamente. Contudo, devido ao tamanho da amostra com baixa escolaridade, que não é o público específico dos testes, não há como afirmar o quanto essa questão interfere na assimilação do novo padrão de interação proposto, haja vista que o P04 também tem o ensino médio e não demonstrou tanta dificuldade.

Além de características gerais, outras que dizem respeito mais diretamente à natureza da pesquisa também foram coletadas por meio da entrevista pré-teste, realizada antes dos participantes simularem as tarefas solicitadas no *smartphone*. Com elas, é possível entender melhor os perfis da amostra no que diz respeito ao *hardware*, como pode ser visto no Quadro 14.

Quadro 14 – Características de uso do *smartphone*.

Características de Uso do <i>Smartphone</i>			
Participantes	Tempo de uso de <i>smartphones</i>	<i>Smartphone</i> atual	Familiaridade com leitor biométrico
P01	5 anos	Samsung <i>tablet</i> A 2016, Motorola Moto G 4 plus (principal), LG K10, Iphone SE	Sim. Frontal
P02	3 anos	<i>Tablet</i> DL (nunca teve <i>smartphones</i> , mas pretende comprar um)	Não
P03	5 anos	Samsung Galaxy S8 Plus	Sim. Traseiro
P04	6 anos	Motorola Moto G4 Plus	Sim. Frontal
P05	7 anos	Motorola Moto One	Sim. Traseiro
P06	4 anos	Samsung J5 Prime	Não
P07	5 anos	Iphone 5S e Iphone SE	Sim. Frontal
P08	5 anos	Motorola Moto Z2 e Iphone SE	Sim. Frontal
P09	4 anos	Samsung Galaxy J2	Não
P10	5 anos	Iphone 4S	Não

Fonte: O autor (2019).

Atualmente, devido aos *smartphones* já estarem inseridos na sociedade há quase uma década, é esperado que grande parte das PDV já possuam familiaridade com eles há alguns anos, sobretudo por ser um grupo que dissemina bastante informação entre si por meio de aplicativos de conversa. Para os testes era necessário que os participantes tivessem um mínimo de um ano de interação com dispositivos móveis, sendo *smartphones* ou *tablets*, pois um período menor que esse poderia gerar dificuldades que se sobressaíssem na comparação dos tratamentos. Deste modo, o maior tempo de uso de *smartphones* foi de sete anos (P05) e o menor de três (P02), sendo os demais com maioria entre quatro e cinco anos.

Um comportamento identificado na amostra, bem como em outras PDV que não foram recrutadas, por causa de outras características necessárias, é o uso de mais de um *smartphone* no dia a dia. Dentro da amostra, 3 participantes se encaixavam nesse perfil, porém é algo bem comum para esse público, principalmente para os mais

experientes. Dentre os aparelhos anteriores e atuais dos participantes dos testes, foi levantado ainda se possuíam familiaridade com o leitor biométrico. Foi constatado que seis dos participantes já conheciam e interagiram com essa tecnologia, contudo, apenas dois deles (P03, P05) tinham acesso a leitores biométricos que além de gerenciar e identificar digitais, aceitam gestos.

Ainda com o intuito de entender melhor como os participantes se relacionam com os *smartphones*, mais especificamente quanto ao *software*, por meio da entrevista pré-teste foram coletados dados a respeito das atividades que realizam com o auxílio e por meio de seus aparelhos. Além disso, também foram levantados os aplicativos que utilizam nessas atividades, como mostra o Quadro 15.

Quadro 15 – Atividades e aplicativos mais utilizados.

Atividades e Aplicativos Mais Utilizados			
Contexto	Atividades	Aplicativo Usado	Participante
Interação social	Acessar redes sociais	Facebook, Messenger, Instagram, Twitter	P04, P05, P07, P09, P10
	Trocar mensagens	WhatsApp, Telegram, SMS	P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10
	Fazer ligações	Aplicativo nativo	P10
	Gerenciar e-mails	Gmail, Aquamail, Aplicativo nativo de e-mail	P03, P05, P06, P09, P10
	Compartilhar aplicativos	Google Drive	P02, P03
Mídia e lazer	Ouvir música	Deezer, Spotify, RadiosNet	P02, P03, P05, P06, P07, P08, P09
	Assistir vídeos	Youtube, Netflix	P01, P03, P04, P06, P07, P08
	Jogar	Não informado	P01
	Editar vídeos	Não informado	P09
Educação	Gravar aulas	Gravador de voz nativo, HIQ gravador de áudio	P01, P03, P05
	Ler	Leitor de PDF nativo	P06
	Estudar	Duolingo, Google Docs	P02, P09
	Baixar arquivos	Video D (baixa vídeos do youtube)	P08
	Pesquisar na Internet	Navegador de Internet nativo, Google Chrome	P02, P04, P09
Financeiro	Fazer compras online	Paypal, PicPay, OLX, Mercado Livre	P01, P07
	Acessar contas bancárias	Itaú, Nubank, Santander, Caixa Econômica, Bradesco	P01, P05, P08
	Se locomover	Uber, Cittamobi, 99Pop	P01, P04, P07, P08
Diversos	Se localizar	GPS lasarillo	P04, P05
	Ajuda com acessibilidade	Be my eyes, Eye-D, Assistente virtual, Vocalyser, Voice Dream	P04, P05, P08
	Se organizar	Agenda Google	P05

Fonte: O autor (2019).

As atividades relatadas pelos participantes foram agrupadas e organizadas em cinco categorias gerais de contexto, de modo a identificar de maneira mais clara o comportamento da amostra. Como pode ser observado, o tipo de atividade em que há uma maior ocorrência dos participantes é a de Interação Social. Tirando o grupo Diversos, que não possui uma homogeneidade de sentido como os outros, o que contém o menor número de participantes é o Financeiro. Em adição a isso, a única atividade que é realizada por todos os participantes é Trocar Mensagens, na qual toda a amostra utiliza o aplicativo WhatsApp (UE1). Enquanto isso, não houve nenhuma menção ao uso do Hangouts (UE2), corroborando o objetivo de ter como unidades experimentais um aplicativo com alta familiaridade e outro com baixa ou nenhuma.

É natural que os usuários em geral tenham dificuldade em interagir com alguma aplicação móvel, dada a grande variedade de fatores que podem influenciar negativamente a experiência de uso, como falta de instruções de preenchimento de formulários. Para PDV, são adicionados outros fatores que impactam especificamente este público, devido à sua limitação, tais como botões não etiquetados, rótulo de componentes incompleto, área de toque pequena, dentre outros. Esses fatores podem tornar a interação difícil, ou mesmo impedi-la. Para identificar se alguma experiência negativa poderia ter relação com a interação dos participantes durante os testes, foram levantadas as dificuldades que encontram no dia a dia durante a interação com aplicativos móveis, conforme detalha o Quadro 16.

Quadro 16 – Principais dificuldades.

Participantes	Principais dificuldades
P01	No Cittamobi, tem dificuldade de encontrar os pontos de ônibus dentro do app, pois eles são identificados por números; No Uber, o feedback que o app emite quando o carro chega não é suficiente, fazendo com que precise de um vidente para identificar o carro; No UberEats e Rappi, encontrou componentes sem rótulos.
P02	É difícil baixar arquivos pesquisando no google. Nesses casos vai para o computador; Descrever imagens do WhatsApp.
P03	Não tem dificuldade
P04	Não consegue adicionar endereço no 99pop; O Blind Droid Wallet é lento para reconhecer dinheiro, fazendo com que peça ajuda de um vidente.
P05	Identificar cores; Identificar cédulas (apps lentos, travando e dizendo o dinheiro errado).
P06	Identificar o conteúdo de imagens.
P07	Identificar imagens; Posicionar o <i>smartphone</i> para tirar fotos; Botões não etiquetados no Cittamobi; Entender o significado dos emojis pois modifica de acordo com a situação.
P08	Interagir com o captcha.
P09	Falta de descrição de componentes no IGTV do Instagram.
P10	Identificar mensagens do WhatsApp que utilizam recursos visuais, como emojis e imagens.

Fonte: O autor (2019).

Diante da necessidade de se terem dados dos participantes, de modo a identificar o quão adequados estão ao que se propõe essa pesquisa, a entrevista pré-testes, como instrumento de coleta, comprovou eficácia. Apenas uma de suas questões mostrou que parte dela não foi útil. Ocorre que na Q05, a qual questiona que aplicações o participante utiliza, e depois como complemento qual a frequência. Na primeira parte já era respondido apenas os aplicativos que eram utilizados com muita frequência. Com isso, o complemento dessa pergunta era ignorado ou causava confusão no participante. Fora isso, pôde-se identificar que a amostra está aderente ao estudo.

5.2 Análise das Atividades

Os resultados mais específicos dos testes serão apresentados atividade por atividade, com o intuito de que sejam compreendidos dentro de seu contexto. Já os mais gerais, para efeito comparativo, serão apresentados por tópico.

Ressalta-se ainda, que dentro do planejamento, um dos fatores analisados é o tempo total de duração da atividade. Contudo, durante os testes foi percebido que para as tarefas com interação com o teclado, os resultados não seriam adequados. Ocorre que a inserção de texto é algo que demanda bastante tempo de interação para o público alvo. Além disso, o protótipo só tem influência em componentes passíveis de receberem clique duplo. Desta forma, foi necessário isolar o tempo gasto na interação com o teclado, pois foi observado que este chegava a duplicar a duração total da atividade.

5.2.1 A01 – Envio de Texto Pelo WhatsApp

A primeira atividade a ser realizada por ambos os grupos foi definida como sendo o envio de uma mensagem de texto por WhatsApp, por ser a tarefa mais familiar para o público alvo dentre as atividades propostas. Desta forma, esperava-se que não houvesse muita *difficuldade*, bem como que os participantes se familiarizassem com alguns fatores, como estrutura física do *smartphone*, tom de voz e velocidade do leitor de telas e para o G2, o leitor biométrico, assim como pode ser visto no Quadro 17.

Quadro 17 – Síntese da atividade A01.

	T1 – Estado da prática	T2 – Uso do protótipo
Concluída?	8 concluíram 1 parcial 1 não concluiu	9 concluíram 1 não concluiu
Maior tempo total de atividade	10min51s (P01)	04min18 (P07)
Menor tempo total de atividade	39s (P06 não concluída)	01min34s (P03)
Maior tempo com possibilidade de acionamento de componentes	06min40s (P01 concluída)	02min43s (P07 concluída)
Menor tempo com possibilidade de acionamento de componentes	23s (P10 concluída)	33s (P03 concluída)
*Média ponderada de dificuldade	Baixa	Baixa

Fonte: O autor (2019).

*0="Não Houve"; 1="Muito Baixa"; 2="Baixa"; 3="Média"; 4="Alta"; 5="Muito Alta".

Mesmo sendo uma atividade que faz parte da rotina dos participantes, em ambos os tratamentos, não houve 100% de conclusão. Com relação ao T1, o P02 concluiu

parcialmente a atividade, pois ainda que tenha enviado a mensagem correta, o fez para um grupo que contém o contato informado e não diretamente para ele, como solicitado. Já o P06 não conseguiu concluir a atividade com nenhum dos tratamentos, contudo sua dificuldade é muito específica. Ele não interage com teclados, ainda que utilize diariamente o WhatsApp. Quando precisa, envia mensagens apenas em áudio.

Durante a interação ocorreram algumas dificuldades, decorrentes em sua maioria de comportamentos inerentes aos participantes, como entender que tipo de informação a funcionalidade de busca retorna. No Quadro 18 estão todas as dificuldades observadas nessa atividade, com exceção das que são fruto da interação direta com o protótipo.

Quadro 18 – Principais dificuldades – A01.

Principais dificuldades de interação – A01			
T1 – Estado da prática		T2 – Uso do protótipo	
Entendimento da ferramenta de busca (buscar uma conversa achando que está buscando um contato)	P01	Procurar contato por contato, ao invés de utilizar a função de busca	P02
Entender a atividade solicitada	P02	Dificuldade em encontrar a opção de busca	P06
Interagir com o teclado	P05, P06, P07	Interagir com o teclado	P06, P07, P10
Falta de entendimento de que alguma funcionalidade não está sendo acionada	P04, P05, P06	Falta de entendimento de que alguma funcionalidade não está sendo acionada	P06
Efetuar os dois toques tão rápido que são inconclusivos	P07	Falta de familiaridade com a versão Android do aplicativo	P07

Fonte: O autor (2019).

Algumas dessas dificuldades foram registradas nos dois tratamentos, demonstrando que não foram geradas diretamente pelo T2.

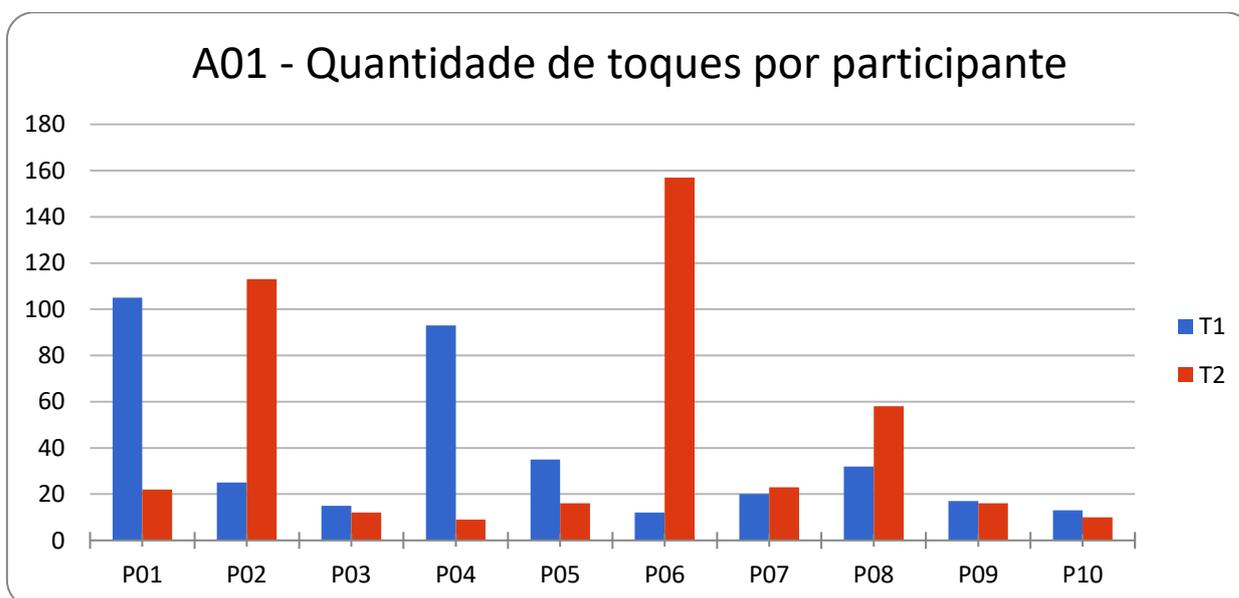
Sendo uma forma de interação nunca experimentada pelos participantes, antes de iniciar essa atividade, foi dado um tempo livre para experimentação do protótipo, principalmente para que os participantes “calibrassem” o gesto e se familiarizassem minimamente. O P08 foi o único que se recusou a usufruir desse tempo; já os demais, interagiram com o *smartphone* com o protótipo ativo por no mínimo 01min30s. Contudo, houve algumas dificuldades que estão diretamente atreladas à assimilação e acionamento do protótipo:

- Dificuldade em substituir os dois toques pelo uso do protótipo (P02);
- Efetuar o gesto no leitor biométrico corretamente (P02, P08);
- Aplicar o gesto no leitor biométrico consecutivas vezes (P08); e
- Acionar o protótipo em campo de edição já acionado (P08).

Esperava-se que a grande maioria dos participantes tivesse problemas para realizar a primeira atividade com o protótipo, todavia, como pôde-se observar, as dificuldades se concentraram em apenas dois participantes. O P02 só possui familiaridade com *tablets*, o que interfere diretamente na forma de segurar e posicionar o *smartphone*, que é bem diferente, atrapalhando sua interação com o leitor biométrico. Já o P08 interagiu com ele o tempo todo de maneira irritadiça, aplicando em alguns momentos 30 gestos seguidos para o acionamento de um único componente, além de reclamar dele durante todas as atividades. Acredita-se que o mau desempenho do P08 esteja ligado diretamente a ter rejeitado se familiarizar com o protótipo antes da atividade. O mesmo foi o único participante que criticou duramente o padrão proposto.

Além do tempo de possibilidade de acionamento de componentes, a outra variável dependente observada foi a quantidade de toques para a realização das atividades. Entretanto, também foi necessário não contabilizar a interação com o teclado.

Gráfico 1 – Quantidade de toques por participante da A01.



Fonte: O autor (2019).

Como exposto no Gráfico 1, a maioria dos participantes (seis) aplicou menos toques na interface por meio do protótipo do que se utilizando do duplo clique tradicional, mesmo sendo um período possivelmente curto demais para assimilarem completamente o novo padrão. Para o G1 (do P01 ao P05), ainda se observa que em quatro dos participantes há diferença significativa na interação comparando os dois tratamentos, sendo o P02, o único destes que realizou mais toques com o T2. Por

outro lado, no G2 (do P06 ao P10), essa diferença não ocorre com a mesma discrepância. Um dado interessante é que dois participantes (P09 e P10) que iniciaram com o uso do protótipo, precisaram de menos toques por meio do T2, mesmo levando o dobro do tempo. Essa informação é reflexo de os participantes realizarem as atividades de forma mais lenta, quando com o protótipo ativo.

5.2.2 A02 – Envio de Foto Pelo WhatsApp

A segunda atividade possui menos passos a serem realizados pelos participantes, pois o processo de abrir a aplicação e buscar o contato específico não precisa ser repetido. Isso se deu porque não foi solicitado que o aplicativo fosse fechado, e o contato já se encontrava no topo da lista de conversas recentes. Foi definido dessa forma, pois é a sequência de passos lógica no contexto de atividades encadeadas e num mesmo aplicativo, caso fossem realizadas no mundo real.

Enviar fotos pode parecer a princípio um pouco estranho para PDV, porém, como coletado na entrevista pré-teste, não só têm esse costume, como reivindicam mais acessibilidade para esse tipo de atividade.

Quadro 19 – Síntese da atividade A02.

	T1 – Estado da prática	T2 – Uso do protótipo
Concluída?	9 concluíram 1 não concluiu	8 concluíram 2 parciais
Maior tempo total de atividade	02min37 (P05)	02min45s (P07)
Menor tempo total de atividade	31s (P08)	20s (P03)
*Média ponderada de dificuldade	Muito baixa	Muito baixa

Fonte: O autor (2019).

*0="Não Houve"; 1="Muito Baixa"; 2="Baixa"; 3="Média"; 4="Alta"; 5="Muito Alta".

Assim como na atividade anterior, como mostra o Quadro19, nem todos os participantes conseguiram concluir a atividade nas duas rodadas. O P02, ao ser informado o que deveria fazer, inicialmente informou que não interage com a câmera do *smartphone*, mas ao ser questionado se queria desistir ou tentar, decidiu por tentar. Com o T1 ele não conseguiu concluir a atividade, pois se atrapalhou com as descrições do botão de captura de foto e o *label* que fica acima dele, terminando por não conseguir acionar o componente correto. Porém com o T2, ele concluiu

parcialmente, devido a ter enviado uma imagem da galeria e não uma foto. O mesmo ocorreu com o P08, também com o protótipo ativo.

Quadro 20 – Principais dificuldades – A02.

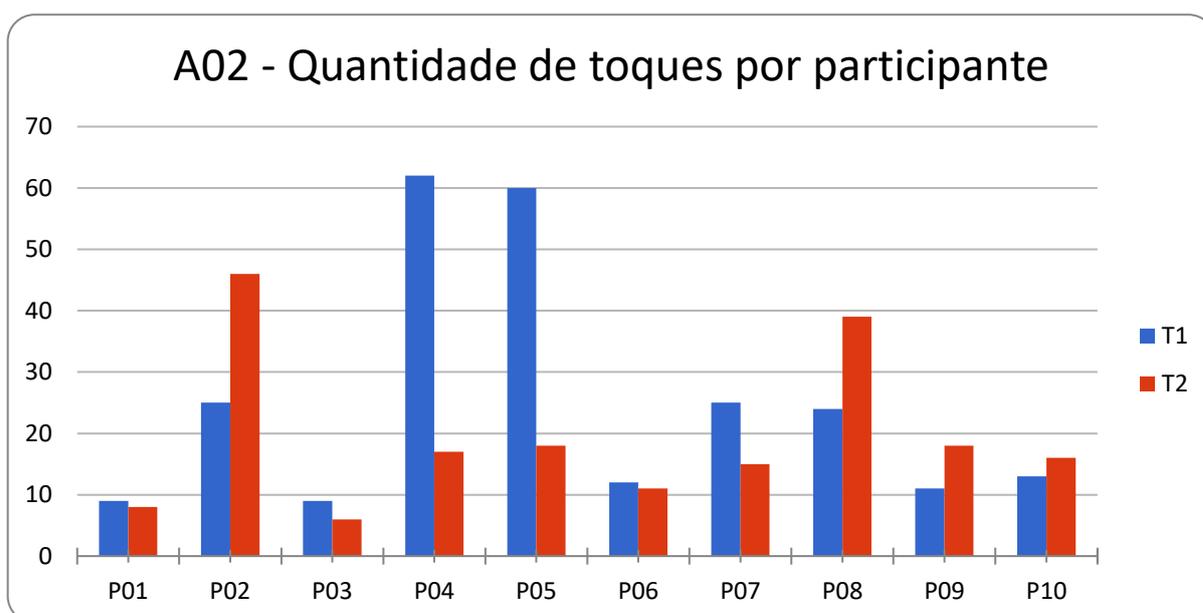
Principais dificuldades de interação – A02			
T1 – Estado da prática		T2 – Uso do protótipo	
Enquadramento da foto	P01	Diferenciar a captura de uma foto com uma imagem da galeria	P02, P08
Efetuar os dois toques tão rápido que são inconclusivos	P02, P04	Entendimento da descrição dos componentes	P06
Encontrar o componente desejado com o teclado aberto	P07	--	--

Fonte: O autor (2019).

Diferente da A01, conforme o Quadro 20, a quantidade das dificuldades é bem menor e em sua maioria dizem respeito explicitamente à limitação imposta pela deficiência do público alvo. Entretanto, uma chama a atenção, a dificuldade na precisão de aplicar o duplo clique. Ainda que seja a forma de interação que dos participantes, o P02 e o P04, este último com bastante familiaridade com *smartphones*, mostraram ter problemas com o acionamento de componentes.

Para a A02, tendo em vista que o seu escopo é menor que a atividade anterior, além de haver uma quantidade menor de dificuldades de interação, o mesmo ocorre com as dificuldades relativas especificamente ao protótipo. Apenas com o P08 foi identificado problemas para efetuar corretamente o gesto no leitor biométrico.

Gráfico 2 – Quantidade de toques por participante da A02.



Fonte: O autor (2019).

Da mesma maneira que na A01, a maioria dos participantes (seis) realiza uma quantidade de toques maior sem o protótipo do que com ele, como mostra o Gráfico 2. Outro comportamento também se repete, é o P02 e o P08 realizando quase o dobro de toques por meio do T2. Porém, o que chama a atenção é que mesmo sendo uma atividade curta, o P04 e o P05 se utilizaram do triplo de toques para concluir a atividade, se comparando com a interação com o protótipo. Um fato curioso é que esses participantes na verdade são um casal e interagem com o aparelho e os aplicativos da mesma maneira, o que resultou em quase a mesma quantidade de toques, ainda que os testes tenham sido realizados em dias diferentes.

5.2.3 A03 – Envio de Texto Pelo Hangouts

Nesta atividade foi entregue aos participantes o mesmo cenário que na A01, porém, assim como esperado, na entrevista pré-teste não foi identificado dentro da amostra familiaridade com o Hangouts. Alguns participantes mencionaram apenas terem ouvido falar do aplicativo ou terem utilizado anteriormente apenas para conhecê-lo, confirmando não haver familiaridade com ele.

O Hangouts, mesmo tendo funcionalidades similares ao WhatsApp, possui algumas diferenças mais sutis, como a localização do botão de envio. Para pessoas que enxergam plenamente, não é esperado que esses detalhes impactem significativamente na interação, entretanto, para PDV sim. Isso ocorre porque esse público pauta sua interação com interfaces móveis no mapeamento mental dos rótulos, tamanhos e posicionamento dos componentes, exigindo uma atualização desse mapeamento quando se deparam com mudanças.

Quadro 21 – Síntese da atividade A03.

	T1 – Estado da prática	T2 – Uso do protótipo
Concluída?	9 concluíram 1 não concluiu	9 concluíram 1 não concluiu
Maior tempo total de atividade	04m29s (P07)	05m21s (P07)
Menor tempo total de atividade	27s (P06 não concluída)	57s (P09)
Maior tempo com possibilidade de acionamento de componentes	01m13s (P07)	04m08s (P07)
Menor tempo com possibilidade de acionamento de componentes	12s (P09)	23s (P03)
Média ponderada de dificuldade	Muito baixa	Muito baixa

Fonte: O autor (2019).

*0="Não Houve"; 1="Muito Baixa"; 2="Baixa"; 3="Média"; 4="Alta"; 5="Muito Alta".

Do mesmo modo como ocorreu na A01, por não conseguir interagir com o teclado, o P06 não concluiu a atividade com nenhum dos tratamentos, enquanto todos os outros participantes concluíram, como o Quadro 21 mostra. De maneira geral, ambas atividades de envio de mensagem de texto mostraram resultados similares, divergindo um pouco apenas na quantidade e tipos de dificuldades dos participantes.

Quadro 22 – Principais dificuldades – A03.

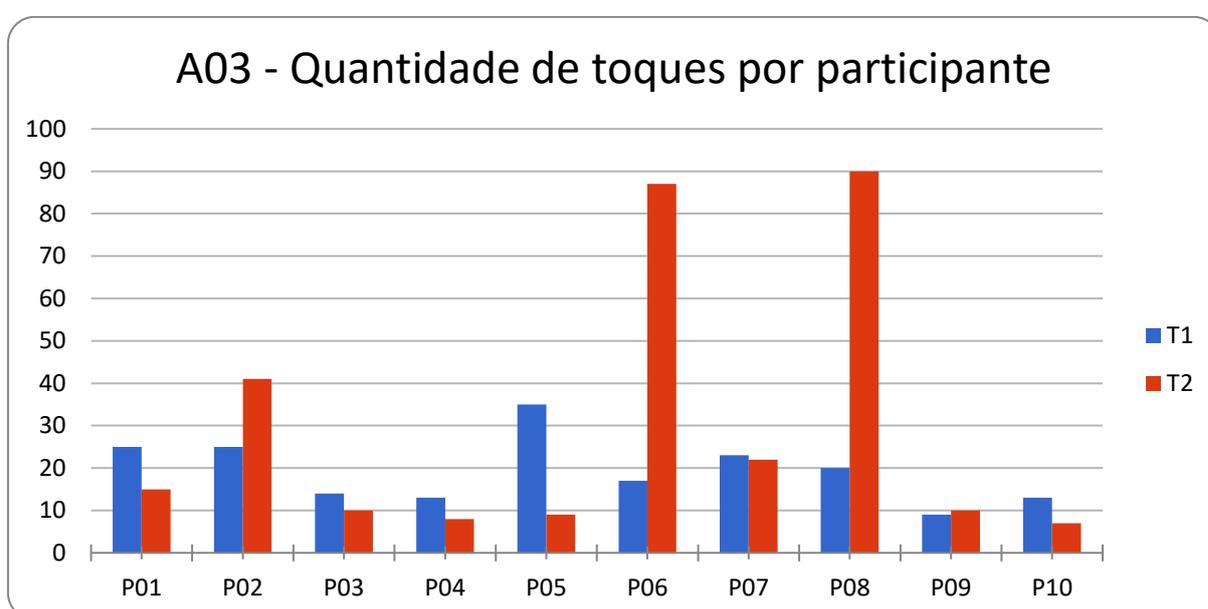
Principais dificuldades de interação – A03				
	T1 – Estado da prática		T2 – Uso do protótipo	
Entender a atividade solicitada	P06	Falta de entendimento de que alguma funcionalidade não está sendo acionada	P06	
Interagir com o teclado	P06, P10	Interagir com o teclado	P06, P07, P10	
Entender a fonética das letras do teclado	P10	Entender a fonética das letras do teclado	P10	
Efetuar os dois toques tão rápido que são inconclusivos	P07	--	--	

Fonte: O autor (2019).

No Quadro 22 é apresentado que para essa atividade o P10 também mostrou ter dificuldades durante a interação com o teclado, contudo, o motivo difere do P06. Desde que adquiriu o primeiro *smartphone*, o P10 apenas interagiu com o VoiceOver, o que fez com que a forma como o *Talkback* lê algumas letras dificulte sua interação com o teclado. Um exemplo disso é como é lida a letra “G”, “Guê”, que às vezes soava

como um “P”. Além disso, na A03, os participantes tiveram menos dificuldades de interação com o protótipo ativo. Todavia, como ocorreu em todas as atividades anteriores, o P08 foi o único que apresentou problemas ao interagir com o protótipo, aplicando o gesto consecutivas vezes para uma única ação e em grande parte delas deslizando o dedo lateralmente ou sem tocar na superfície do leitor biométrico. Esse comportamento pode ser observado no Gráfico 3, no qual tanto ele quanto o P06 se destacam na quantidade de toques nessa atividade, em comparação aos demais participantes.

Gráfico 3 – Quantidade de toques por participante da A03.



Fonte: O autor (2019).

Nessa atividade, como foi identificado na A01, o P06 não consegue interagir com o teclado, sendo um tipo de atividade que lhe atribui muita dificuldade. Entretanto, diferente do P08, a quantidade de toques aplicados pelo P06 não possui relação com o protótipo, pois são fruto do comportamento dele de tocar erratically na interface tentando explorá-la. Isso não se repetiu quando ele foi realizar a atividade por meio do T1, pois desistiu dela 27s após o início.

5.2.4 A04 – Envio de Foto Pelo Hangouts

Foi solicitado aos participantes o mesmo que na A02, porém, para ser realizado no Hangouts. Entretanto, diferente das outras atividades, era esperado que fosse a que gerasse mais dificuldade. Enquanto as anteriores não possuíam problemas conhecidos de acessibilidade para PDV, na A04 os participantes se depararam com

rótulos de componentes em inglês, incompletos e ausentes. Foi definido dessa forma, por se tratar ainda da realidade a qual esse público se depara diariamente.

A falta de acessibilidade, lamentavelmente, não é algo exclusivo de aplicações desenvolvidas por pequenas corporações ou profissionais autônomos, haja vista que o Hangouts é da Google. Além disso, no decorrer do período no qual foram realizados os testes, ocorreu uma atualização que não se sabe ainda se foi o aplicativo de câmera ou o próprio Hangouts, a qual tirou a possibilidade de conclusão da atividade. O botão de captura de foto deixou de receber o foco com o leitor de telas ativo, a partir do teste realizado com o P06, ou seja, impactando todo o G2. Contudo, mesmo sendo um fato que aparentemente prejudicaria o registro da interação com o protótipo, por acometer os participantes que iriam interagir primeiro através dele, podendo aumentar a quantidade de toques e tempo de interação com a exploração da tela, a A04 foi mantida. Foi definido desta forma, por acreditar-se que situações nas quais os pesquisadores se deparam com uma decisão que pode beneficiar ou não seus resultados, deve-se optar por não beneficiar, pois assim, se os resultados alcançados forem positivos para o que se pretende, terão maior credibilidade.

Quadro 23 – Síntese da atividade A04.

	T1 – Estado da prática	T2 – Uso do protótipo
Concluída?	3 concluíram 7 não concluíram	4 concluíram 6 não concluíram
Maior tempo total de atividade	06m16s (P04 não concluída)	02m40s (P07 não concluída)
Menor tempo total de atividade	24s (P09 não concluída)	39s (P03)
Média ponderada de dificuldade	Média	Baixa

Fonte: O autor (2019).

*0="Não Houve"; 1="Muito Baixa"; 2="Baixa"; 3="Média"; 4="Alta"; 5="Muito Alta".

Como reflexo das questões de falta de acessibilidade na A04, conforme o Quadro 23, apenas P01, P03 e P05 conseguiram concluir a atividade se utilizando do duplo clique, já com o protótipo ativo, P02, P03, P04, P05 tiveram êxito.

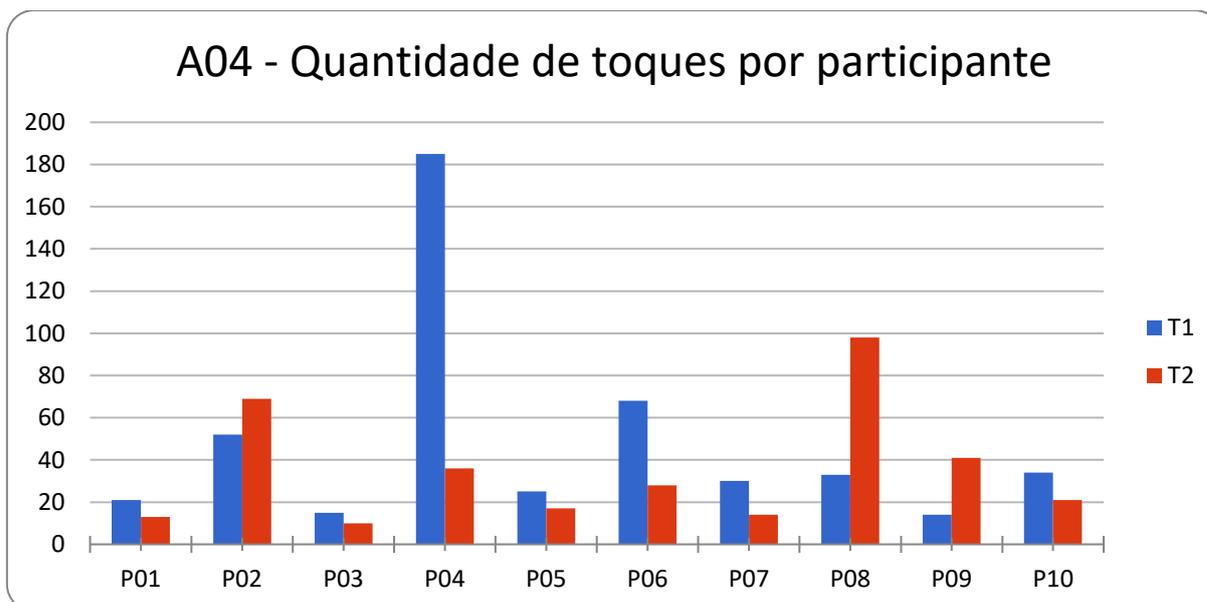
Sendo esta atividade a mais crítica das quatro, era esperado que os participantes encontrassem mais dificuldades que nas outras três. Porém, isso só foi observado quando realizada com duplo clique.

Quadro 24 – Principais dificuldades – A04.

Principais dificuldades de interação – A04			
T1 – Estado da prática		T2 – Uso do protótipo	
Ausência de rótulos de componentes ou rótulos em inglês	P02, P05, P08, P09, P10	Ausência de rótulos de componentes ou rótulos em inglês	P08, P09, P10
Entender a descrição dos componentes	P07	Interagir com a interface com o teclado aberto	P07
Encontrar o componente desejado	P04	Encontrar o componente desejado	P03, P09, P10
Acionar o componente desejado	P04	Entendimento sobre a falha na conclusão da atividade	P01, P06
Entender a atividade solicitada	P06	Entendimento sobre a falha na conclusão da atividade	P01, P06
Efetuar os dois toques tão rápido que são inconclusivos	P07	--	--
Acionar inconscientemente componentes	P04	--	--

Fonte: O autor (2019).

Além dos problemas de acessibilidade encontrados nos rótulos, o Quadro 24 mostra que os participantes ainda se depararam com dificuldades relativas às diferenças no posicionamento dos componentes. PDV se utilizam de padrões já estabelecidos para reduzir a quantidade de interações necessárias em interfaces móveis, como é o caso do “menu sanduíche”, o qual sempre se encontra no canto superior esquerdo da interface. Porém, o botão de envio, o qual é necessário para a conclusão de todas as atividades dos testes e que se encontra no canto inferior direito, especificamente na A04 está posicionado no centro inferior da tela. Detalhes como esse, resultantes da falta de padrão comum entre os aplicativos móveis, por mais simples que pareçam, aumentam a carga de interação de PDV.

Gráfico 4 – Quantidade de toques por participante da A04.

Fonte: O autor (2019).

Na A04, mesmo com a quantidade de toques sensivelmente mais elevada, se comparada com as outras atividades, apenas o P04 e o P08 precisaram de uma quantidade significativa de toques. Em contrapartida, assim como na A03, não houve muita disparidade entre os participantes, como apresentado no Gráfico 4.

Curiosamente, algo que chamou a atenção foi que dentre todas as atividades, a A04 obteve a maioria dos participantes (7) com menos toques na interface com o protótipo ativo, em comparação com o estado da prática. Mesmo assim, seriam necessários mais testes, e em outras atividades em aplicativos com problemas de acessibilidade, para inferir que a nova proposta de interação produz maior eficiência em situações de grande dificuldade ou impossibilidade de conclusão.

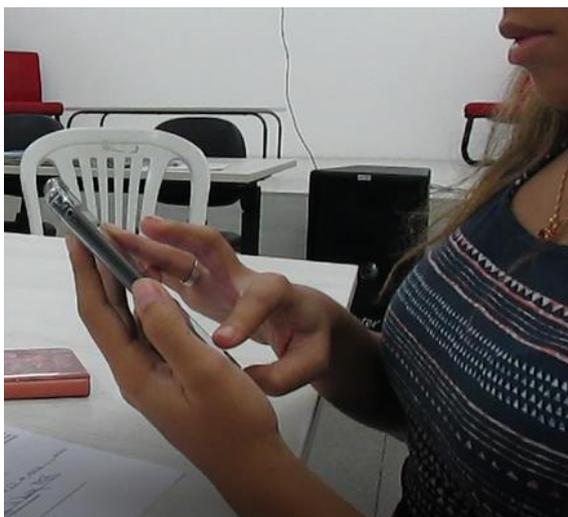
5.3 Análise da Interação com o Smartphone

Pessoas com deficiência visual, ao contrário dos usuários de *smartphones* em geral, mesmo os que possuem alguma outra deficiência que não lhes impeça de segurar o aparelho, interagem fisicamente com o *smartphone* de forma diferente. Enquanto os demais usuários mantêm o aparelho na posição frontal, ou seja, com sua frente virada para o rosto da pessoa, por não enxergar a interface, a PDV não tem necessidade de posicioná-lo desta forma. Neste caso, o público alvo em questão não se adequa obrigatoriamente à forma de pega relatada na análise ergonômica realizada por Huy Viet Le et al (LE; WOLF. MAYER, 2016).

5.3.1 Com o Estado da Prática

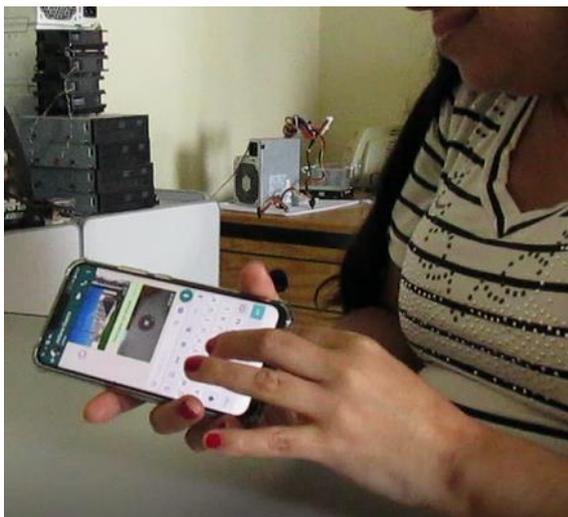
Durante os testes, foram registrados alguns padrões de interação com o *smartphone*, nomeadamente como as PDV seguram e posicionam o aparelho e como exploram e navegam na interface. A respeito do posicionamento, foram identificados dois tipos: vertical e frontal, como mostra a Figura 5; e inclinado e lateral, mostrado na Figura 6.

Figura 5 – Posicionamento vertical e frontal.



Fonte: O autor (2019).

Figura 6 – Posicionamento inclinado e lateral.



Fonte: O autor (2019).

Esses padrões foram observados tomando como base as atividades sem o protótipo estar ativo, de modo a avaliar como se dá sua interação natural, e então nas

atividades com o protótipo, verificar se os participantes interagem da mesma forma ou não, como mostrado no Quadro 25.

Quadro 25 – Como os participantes seguram o *smartphone* sem o protótipo ativo.

Como segura o <i>smartphone</i> sem o protótipo ativo?			
Participante	Mão que segura	Posição do aparelho*	Posição dos dedos
P01	Esquerda	Vertical e frontal	Mão espalmada e apenas o indicador nas costas do aparelho
P02	Direita	Vertical e frontal	Todos os dedos nas costas do aparelho, exceto o polegar
P03	Esquerda	Vertical e frontal	Mão espalmada e apenas o indicador nas costas do aparelho
P04	Esquerda	Inclinado para a esquerda e lateral	Segura o aparelho com a ponta dos dedos nas laterais
P05	Esquerda	Inclinado para a esquerda e lateral	Mão espalmada e nenhum dedo nas costas do aparelho
P06	Ambas	Vertical e frontal	Polegares em frente à tela e os outros dedos nas costas do aparelho
P07	Esquerda	Vertical e frontal	Mão espalmada e apenas o indicador nas costas do aparelho
P08	Direita	Inclinado para a direita e lateral	Mão espalmada e nenhum dedo nas costas do aparelho
P09	1- Ambas 2- Esquerda	Vertical e frontal	1- Polegares em frente à tela e os outros dedos nas costas do aparelho 2- Mão espalmada e nenhum dedo nas costas do aparelho
P10	Esquerda	Vertical e frontal	Mão espalmada e nenhum dedo nas costas do aparelho

Fonte: O autor (2019).

*O primeiro termo dos itens se refere à posição do aparelho e o segundo para onde a tela está apontada.

Enquanto videntes modificam a forma como seguram o *smartphone* de acordo com a sua interação, como quando seguram com as duas mãos para digitar textos, dentro da amostra a grande maioria interage o tempo todo segurando o aparelho com apenas uma mão, mesmo ao interagir com o teclado. Dentre os participantes, apenas dois utilizam ambas as mãos, sendo o P06 o tempo todo e o P09 de acordo com a situação, sendo o único da amostra que ao interagir com o teclado usa ambos os polegares, como um vidente.

Além da forma como o aparelho é segurado, como mencionado anteriormente, o posicionamento dele durante a interação de PDV pode variar bastante. Essa variação, em alguns momentos, aparenta ter relação com a saída de áudio do aparelho, devido a esse público se guiar pelo som. Ainda assim, dentro da amostra, a maioria (7) posiciona o aparelho verticalmente e com sua tela voltada para o seu rosto,

o que é referido no Quadro 25 como “vertical frontal”. Entretanto, três deles inclinam o aparelho e mantêm a tela dele voltada para o lado, com a lateral do *smartphone* voltada para o rosto do usuário e mais próxima a ele.

5.3.2 Com o Protótipo Ativo

Levando em consideração a forma como os participantes mostram que seguram e posicionam o aparelho, foi observado que alguns precisaram modificar a forma como o seguram, por exemplo, alterando a posição dos dedos.

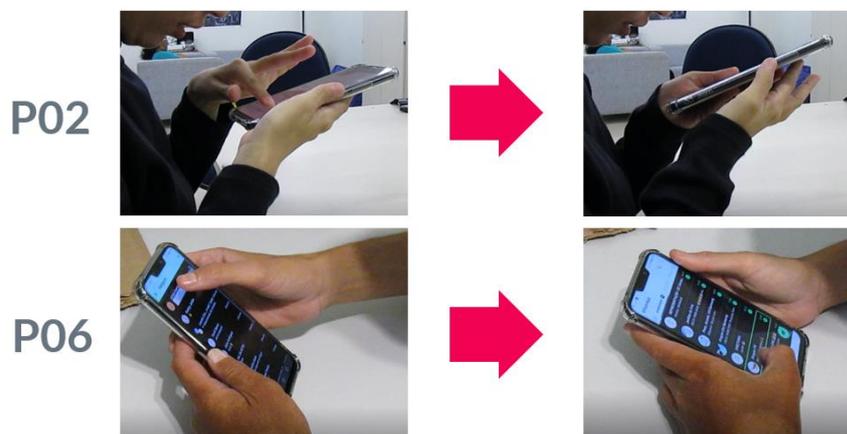
Quadro 26 – Mudança na interação com o protótipo ativo.

Modifica como interage com o protótipo ativo?		
Nível	Descrição	Participantes
Modifica sensivelmente	Segura o aparelho com a ponta dos dedos e deixa o dedo indicador levantado e pronto para interagir.	P04, P05, P08
	Deixa o dedo indicador levantado e pronto para interagir	P09, P10
Modifica significativamente	Passa o aparelho para a mão esquerda para interagir com o protótipo com a mão direita (a mesma mão que interage com a interface)	P02
	Segura o aparelho com a mão direita e interage com a interface com o polegar da mão esquerda.	P06

Fonte: O autor (2019).

Como pode ser observado no Quadro 26, sete participantes precisaram modificar a forma como manuseiam o objeto. Para cinco destes não foi necessária uma mudança significativa, não alterando a mão que segura o aparelho nem a que utiliza para interagir com a interface. Enquanto isso, o P02 e P06 que demonstraram bastante dificuldade de interação em ambos os tratamentos, mudaram drasticamente como manuseiam o aparelho, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Mudança de manuseio do P02 e P06.



Fonte: O autor (2019).

O P02, que sempre utilizou *tablets*, possui as mãos bem pequenas, impossibilitando que a mão que segura o *smartphone* alcance o leitor biométrico. Isso fez com que utilizasse a mesma mão que interage com a interface, para aplicar o gesto na traseira do aparelho. O P06, por sua vez, que antes segurava com ambas as mãos e interagia com os polegares delas, passou a segurar o aparelho e acionar o protótipo com uma e interagir com a interface com a outra. Para ambos, essas mudanças tornaram a interação mais lenta e aparentemente trabalhosa, mesmo eles expressando satisfação durante o teste ao interagir com o protótipo. Já para o P01, P03 e P07, não houve quaisquer mudanças na maneira como seguram, posicionam ou interagem com a interface.

5.4 Duração das Atividades e Quantidade de Toques

Em quase-experimentos, como falado na Seção 3.7, são definidas variáveis, chamadas de dependentes, as quais são observadas de modo a identificar o impacto dos tratamentos. Para este estudo, durante os testes, foi registrada a duração das atividades, mais especificamente, do período relevante para os tratamentos (com possibilidade de acionamento de componentes) e a quantidade de toques na interface e no leitor biométrico dentro desse período. Entretanto, foram identificados outros fatores que impactam as variáveis dependentes além dos tratamentos, de modo a entender a totalidade de influências que podem impactá-las.

5.4.1 Exploração e Navegação da Interface

Como falado anteriormente, as PDV possuem estratégias de exploração e navegação, de modo a mapear mentalmente a estrutura da interface. No decorrer dos testes, foi identificado que a forma com que fazem isso gera grande impacto sobre a quantidade de toques, mesmo sem atribuir dificuldade ao usuário. Observou-se que participantes que exploram a tela tocando e deslizando o dedo sobre ela são os que geram a menor quantidade de toques, pois com apenas um são capazes de identificar todos os componentes que recebem foco, ao deslizar sobre eles. Enquanto isso, a utilização do gesto de mudança de foco (deslizar o dedo horizontalmente sobre a tela sem manter o dedo nela após o gesto), se mostrou a que resulta na maior quantidade de toques. O mesmo para explorar a tela tocando erráticamente nos componentes, realizado apenas pelo P06.

Além disso, a exploração em si também aumentou drasticamente a duração das atividades e sensivelmente a quantidade de toques para o tratamento utilizado inicialmente pelos grupos. Isso ocorre por conta da particularidade de PDV de, ao se deparar com uma interface nova, investir algum tempo na identificação dos seus componentes, antes de realizar a ação que deseja. Sendo assim, para o G2, que realizou a primeira rodada de atividades utilizando o protótipo, o tempo e quantidade de toques eram sobrecarregados. Entretanto, na A04, que se mostrou a mais tensa para os participantes por conta da falta de acessibilidade, o G2 teve maioria de participantes que tiveram menor quantidade de toques e duração da atividade.

5.4.2 Familiaridade com o Objeto de Testes

O *smartphone* com o qual os participantes realizaram as atividades nos testes foi um aparelho cedido pelo pesquisador. Deste modo, foi avaliado se questões relativas à falta de familiaridade com a plataforma Android e com o aparelho em si causariam algum impacto na interação.

Dentro da amostra havia dois participantes que utilizavam apenas *smartphones* com plataforma iOS, o P07 e o P10. Contudo, mesmo o P07 apresentando altos índices de tempo e quantidade de toques durante as atividades, não foi identificado que a familiaridade com a plataforma tenha sido a causa. Apenas na interação com o teclado foi percebido algum impacto, pois ambos participantes não utilizam a função entrada rápida, que é a única forma de inserção de dados em dispositivos Android. Entretanto, no que se refere ao impacto da falta de familiaridade com os *smartphones*, o P02, por ser usuário de *tablets*, apresentou muita dificuldade durante a interação, refletida em ambos os tratamentos, mesmo mostrando satisfação em utilizar um *smartphone*. Já quanto ao aparelho utilizado em si, o tamanho da tela, que cobre quase toda a frente do dispositivo, o moderador precisou intervir durante as atividades. Isso se deu por causa dos *smartphones* da maioria dos participantes não possuírem interação numa área aproximada de 1cm na parte superior e inferior da parte frontal. Com isso, os participantes deixavam de acessar alguns componentes que, no aparelho cedido eram posicionados nesses locais. O único participante que não precisou de orientações a esse respeito foi o P05, pois possui um MotorolaOne, o qual também tem essa característica.

5.4.3 Familiaridade com o Protótipo

Antes da realização da A01 com o protótipo ativo, foi dado um tempo para que os participantes pudessem se familiarizar com a interação com o leitor biométrico. Todos realizaram esse procedimento por um período maior que um minuto, exceto o P08. Com isso, mesmo sendo um usuário com experiência de uso de *smartphones* Android, ele foi um dos que apresentaram ter mais problemas na interação com o protótipo. Isso fez com que ele fosse o único participante que mostrou insatisfação com o padrão proposto e que não recomenda que outras PDV o utilizem. Esse ocorrido destacou a importância de ter familiarizado os participantes antes das atividades.

5.5 Fatores que Impactam o Uso do Leitor Biométrico

A interação com o protótipo se mostrou ser algo inovador para o público alvo, em alguns casos fazendo com que o usuário precise modificar como interage com o aparelho. Entretanto, conforme os dados obtidos nos testes, todos os problemas identificados têm relação apenas com a forma como os usuários interagem com o leitor biométrico. Ou seja, a substituição do duplo clique por outro meio não impactou negativamente na experiência de uso. Com isso, foi necessário analisar os dados sob a perspectiva específica da interação com o leitor biométrico, de modo a identificar fatores que causam impacto positivo ou negativo.

Quadro 27 – Fatores que impactam o uso do leitor biométrico.

	Positivamente	Negativamente
Como segura o <i>smartphone</i>	Segurar o <i>smartphone</i> com uma mão e interagir com outra	Segurar o aparelho com ambas as mãos (P06, P09)
Como posiciona o <i>smartphone</i>	Vertical e frontal/lateral (P01, P02, P03, P05, P06, P07, P09, P10)	Posicionar o aparelho inclinado
Tempo dedicado a se familiarizar com o protótipo	Acima de dois minutos	Abaixo de dois minutos (P01, P08)
Tamanho do aparelho	--	Possuir mãos muito pequenas, dificultando alcançar o leitor biométrico (P02)
Uso de capa protetora no aparelho	Destacou o leitor biométrico, pois sua superfície é lisa e rente à parte de trás do aparelho, dificultando sua percepção	A elevação da capa fez com que houvesse toques inconclusivos no protótipo, pois passava-se o dedo sem encostar adequadamente no leitor biométrico (P01, P02, P06, P08)

Fonte: O autor (2019).

No Quadro 27 foram organizadas categorias que impactam de alguma forma a acurácia no leitor biométrico, bem como os dados coletados que mostram como eles são influenciados. Todos os fatores identificados possuem uma visão positiva e negativa, exceto o tamanho do aparelho. Nele, apenas há aspecto negativo, pois foi reconhecido que possuir mãos muito pequenas, como é o caso do P02, faz o usuário ter dificuldades em alcançar o sensor.

Outro fator que chamou a atenção foi o uso de capa protetora. Como já mencionado, ela foi utilizada por conta de a superfície do leitor biométrico não possuir destaque o suficiente, o que poderia fazer com que os participantes errassem significativamente o acionamento do protótipo. Todavia, P01, P02, P06 e P08 tiveram grande dificuldade de acertar o gesto, pois passavam o dedo na capa tocando apenas superficialmente no leitor biométrico, fazendo com que principalmente o P08 repetisse diversas vezes o gesto, aumentando exponencialmente a quantidade de toques. Já o P09, mesmo não tendo esse tipo de problema, se queixou da capa.

Entretanto, o fator de maior impacto sobre a interação com o leitor biométrico, percebido nos testes foi como os participantes posicionam o *smartphone*. Observou-se que posicionar o aparelho inclinado diagonalmente, ou mesmo na horizontal, é o que mais prejudica essa interação. Isso se dá porque o protótipo foi implementado para que reconhecesse apenas o gesto para baixo, tendo em vista o movimento mais natural dos dedos, o qual é o de fechar a mão. Nesse caso, mantendo o aparelho inclinado, o gesto aplicado termina por ser para a esquerda ou direita do leitor biométrico. A interação do P04 e P08 foi impactada por posicionarem o *smartphone* dessa forma.

5.6 Percepção da Amostra

Após terminadas as atividades, foi realizada uma breve entrevista semiestruturada, com perguntas referentes às impressões dos participantes, de modo a atender três objetivos principais, os quais estão apresentados abaixo, junto à compilação das respostas.

5.6.1 Interação com o Protótipo

Ao serem questionados sobre como foi a interação com o protótipo, oito participantes afirmaram não sentirem dificuldade, sendo que três destes relataram que

precisam de um pouco mais de prática e outros três que consideram a interação com o protótipo melhor que o duplo clique. Os dois outros participantes (P02, P08) informaram que sentiram dificuldade, porém só um deles (P08) disse não ter gostado, por causa da experiência que já tem com o estado da prática. Contudo, esse mesmo participante afirmou que sua impressão negativa pode ter sido influenciada por estar com muita pressa durante as atividades e por optar por não interagir com o protótipo antes da realização delas.

Da mesma forma, a respeito de interagir com a parte de trás do *smartphone*, apenas o P02 e P08 tiveram relatos negativos, sendo o primeiro com dificuldade com o *smartphone* utilizado nos testes e o segundo acharia melhor utilizar o leitor biométrico frontal. Já os demais fizeram apenas alguns apontamentos mais específicos, como o P10, o qual questionou a respeito de não poder interagir com o leitor biométrico nos momentos em que o aparelho estiver pousado numa mesa, por exemplo, e o P03 e P05, que relataram sentir mais prazer em interagir sem se preocupar em dar os dois toques.

5.6.2 Possibilidade de Adoção da Proposta

Assim como no item anterior, apenas o P08 se posicionou negativamente. Quatro outros participantes informaram que iriam se acostumar aos poucos com o novo padrão, mas nada que os impeçam de adotá-lo como forma principal de interação. Os outros foram taxativos em afirmar que preferem essa forma que o estado da prática. Um dos participantes (P01), relatou o seguinte "Eu achei até uma opção boa de usá-lo no carro, porque como o carro balança muito, você pode perder a noção dos dois toques", o que aponta que há situações em que uma abordagem pode ser superior a outra.

Os participantes também foram questionados se recomendariam o protótipo para outras PDV. Alguns perfis foram identificados dentro dessas recomendações, os quais são: Idosos; jovens, por interagir mais rápido; professores videntes que lidam com PDV, pois teriam mais usabilidade; e usuários iniciantes. Além disso, cinco participantes recomendaram para todas as PDV, não por alguma dificuldade que elas tenham, mas porque o novo padrão é de fato melhor que o estado da prática.

5.6.3 Melhoria Contínua Dos Procedimentos de Pesquisa

Foi dado aos participantes a oportunidade de fazerem críticas ou sugestões a respeito do protótipo e dos procedimentos de pesquisa aplicados a eles. Três deles sugeriram que houvesse mais possibilidades de interação por meio do leitor biométrico, como controle de volume e mídia. Já os outros participantes apenas relataram de sua satisfação em participar da pesquisa.

5.7 Conclusões do Capítulo

Diante do que foi apresentado, as atividades propostas se mostraram adequadas para análise do efeito dos tratamentos sobre a interação com o *smartphone* por PDV. Por meio delas foram coletados dados relevantes sobre a forma como esse público se relaciona com a tecnologia móvel, no que diz respeito a como seguram e posicionam o aparelho, bem como interagem com a interface no seu cotidiano. Com isso, ao simular tais atividades também com o uso do protótipo, foi possível comparar esses dados com os que provieram do contato com uma nova proposta de interação, que implica na transferência do acionamento de componentes da interface digital para a parte detrás do *smartphone*.

Por meio das análises das atividades, foi possível identificar que há diversos fatores que influenciam a interação do público alvo com o *smartphone*. A natureza desses fatores se mostra como sendo diversificada, como pode-se ver abaixo:

- Repertório da PDV – A familiaridade com a plataforma não causou dificuldades significativas para o que se propõe o estudo. Contudo, a falta de experiência com dispositivos móveis, no caso *smartphones*, contribuiu para que o P02, que utiliza *tablets*, tivesse dificuldades. Entretanto, não é o suficiente para afirmar que o mesmo ocorreria para outras PDV que não tivessem familiaridade com *smartphones*;
- Dispositivo móvel – Também a P02, por possuir mãos bem pequenas, ao utilizar um *smartphone* com tela de 6.2 polegadas, não conseguia alcançar o leitor biométrico com a mão que segurava o aparelho. Além disso, a tela do dispositivo cobre quase toda a frente dele, enquanto a maioria dos aparelhos dos participantes possuem bordas em torno de 1cm na parte superior e inferior da tela. Isso fez com que alguns componentes não fossem

acionados pelos participantes, sendo necessário que o moderador interviesse em alguns momentos; e

- Acessibilidade – A atividade 04 que inicialmente já apresentava rótulos inadequados ou ausentes, por conta de uma atualização de *software*, fez com que o botão de captura de foto não recebesse mais o foco, impedindo que a atividade pudesse ser concluída. Esse fato acometeu o G2, mas ainda assim, não atrapalhou a coleta e análise dos dados, pois é uma situação ainda bem comum para o público alvo.

A etapa de testes também contribuiu para comparar como PDV realizam tarefas do cotidiano de sua interação com o *smartphone* com e sem o uso do protótipo. Para isso, foram utilizadas duas variáveis dependentes: a duração das atividades, alterada para a duração dos momentos em que há possibilidade de acionamento de componentes, e a quantidade de toques na tela e leitor biométrico durante esse período.

- Tempo de interação: Foi observado que essa métrica não é suficiente para avaliar a eficiência de uso do *smartphone* por PDV, ao menos dentro do escopo deste estudo. Há diversos fatores que influenciam o quanto esse público leva para realizar atividades que não foram mapeadas ou não há dados o suficiente para delimitá-los. Dentre eles está, por exemplo, o padrão de exploração e navegação utilizado. Esses padrões foram registrados durante os testes, porém seria necessário ter composto a amostra de acordo com eles, para então compará-los, e conseqüentemente, poder isolá-los. Outra característica específica de PDV que impacta essa variável, é o fato deles precisarem mapear a interface para interagir com ela. Isso fez com que os grupos levassem mais tempo para realizar a primeira rodada de atividades com um tratamento e menos tempo na segunda rodada com o outro tratamento.
- Quantidade de toques: Ao contrário da variável anterior, essa, por sua vez, não sofre influência de outros fatores que impactem sua definição, se mostrando suficiente para indicar uma melhora ou piora na interação por meio dos tratamentos utilizados. Por meio dela, foi possível identificar que mesmo sendo um padrão de interação inédito para toda a amostra, em todas as atividades houve maioria de participantes com menor quantidade de toques. Ou seja, o protótipo se mostrou como sendo uma alternativa de

interação melhor que o estado da prática, dentro do escopo deste estudo. Entretanto, é necessário investigar melhor essa variável conforme os tipos de exploração e navegação que o público alvo adota. A depender de qual é adotada, a PDV pode executar até quatro vezes mais toques que uma outra, mesmo sem impactar na qualidade da interação. Nos testes, os resultados são provenientes da comparação entre a interação de PDV com formas de exploração diferentes, pois não está dentro do escopo da pesquisa registrar a diferença entre esses padrões.

Com o cenário apresentado, não há como validar totalmente as hipóteses definidas para este estudo, pois a validação de cada uma delas deve ser composta pelos resultados de ambas variáveis de resposta. Por conta de o tempo de execução das atividades não representar suficientemente que os participantes foram eficientes, pois seria necessário todo um outro contexto de pesquisa para avaliar isso, caso os resultados dessa variável fossem utilizados, não representariam a verdade dos fatos. Entretanto, para a segunda variável dependente, a quantidade de toques, o caso não é o mesmo. Ela não só representa o que se propõe, como se enquadra no melhor caso dentro do contexto das hipóteses, o qual é a proposta da pesquisa como sendo mais eficiente que o estado da prática. Com isso, a parte da segunda hipótese alternativa, a qual trata do aspecto específico da quantidade de toques, a saber *H2.2: Com o uso do protótipo são executados menos toques na interface do que sem ele*, foi devidamente validada como positiva.

6 CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as principais considerações, referentes às dificuldades encontradas na realização do estudo, às principais contribuições, às ameaças à validade dos resultados obtidos, às possibilidades de trabalhos futuros e o atendimento dos objetivos da pesquisa. Essas considerações são fruto de mais de onze horas de pesquisa de campo com dez participantes, onde realizaram oito atividades cada gerando 237 minutos de vídeo extensivamente analisados, além de onze questões distribuídas em duas entrevistas respondidas por eles.

6.1 *Dificuldades Encontradas*

No decorrer de um estudo é natural ocorrerem alguns problemas, desde os que são facilmente contornados, até os que impactam as estratégias planejadas, exigindo que sejam feitas alterações para mitigá-los. Por conta disso, deve ser investido um esforço considerável no planejamento da pesquisa, bem como tomar algumas precauções, a depender dos métodos escolhidos para abordar o problema de pesquisa.

Dentro do planejamento deste estudo, tendo em vista que foram realizados testes de usabilidade com o público alvo, de modo a avaliar se todo o protocolo desenvolvido produzia resultados adequados, foi aplicado um teste piloto. Após ele, os dados obtidos foram tabulados, com o intuito de também validar se os instrumentos de coleta e o procedimento de tabulação estavam em sintonia. Ao identificar que todo o processo, da aplicação do teste ao registro dos dados, não sofrera nenhuma alteração, discorreram os demais.

Todavia, a maior dificuldade encontrada durante o presente estudo foi o desenvolvimento do protótipo. A documentação disponível a respeito da implementação de gestos no leitor biométrico é muito básica e carente de exemplos. Além disso, quando é adicionado o fator acessibilidade, até mesmo em ferramentas de compartilhamento de problemas e soluções da comunidade, as informações são escassas. Isso atribuiu um caráter exploratório nessa fase, forçando uma estratégia de tentativa e erro. Entretanto, após várias mudanças de abordagens, foi descoberto que o aparelho que estava sendo utilizado como base, mesmo aceitando gestos no leitor biométrico, não permitia quando se tratava de *software* de terceiros, fazendo com que fosse substituído o tipo de *smartphone* utilizado para os testes.

6.2 Ameaças à Validade

De maneira a contribuir com o entendimento dos resultados do presente estudo, bem como de suas limitações, é necessário apresentar e esclarecer alguns fatores que podem ameaçar a sua validade.

Após os testes, durante a análise dos resultados, foi identificado que os resultados de uma das variáveis dependentes não poderiam ser utilizados para a validação das hipóteses. Definida no planejamento, o tempo de duração das atividades se mostrou não representar a eficiência no uso, dado que foi observado que o quanto a PDV demora para realizar uma atividade é influenciado mais pelo comportamento que pela dificuldade em si. Por exemplo, um participante que tem o hábito de quando encontra o componente o qual quer acionar, explora os outros que estão à sua volta, porque com isso mapeia sua localização em relação a outros componentes, possui uma interação mais demorada em relação a outros. Contudo, esse mesmo participante mostra uma eficiência maior, se levado em consideração o contexto que lhe é imposto pela limitação visual, pois identificar o posicionamento dos componentes é extremamente importante para a interação de PDV com interfaces de toque.

Com isso, de maneira que os resultados desse estudo não possuam ameaça a sua validade interna, apenas foi considerada a variável quantidade de toques durante a interação. Optou-se por fazer dessa forma, por haver o entendimento de que é preferível arriscar diminuir o impacto dos resultados, do que eles não representarem totalmente a verdade dos fatos em si.

Quanto ao aparelho utilizado nos testes, foi utilizado um *smartphone* cujo leitor biométrico possui uma superfície lisa e rente à traseira dele, dificultando sua identificação. Antes mesmo dos testes, foi observado que isso poderia ser um fator que influenciaria a forma como os participantes aplicariam o gesto no sensor. Sendo assim, optou-se por colocar uma capa protetora no aparelho, a qual por ter uma lacuna onde fica o leitor biométrico, funcionou como forma de dar mais destaque a ele. Porém, esse cuidado fez com que alguns participantes tivessem dificuldade em aplicar o gesto corretamente, deslizando o dedo tão superficialmente que não chegavam a tocar suficientemente no sensor, fazendo com que não fosse acionado. Mesmo sem acreditar que essa medida tenha influência significativa sobre os resultados, para

poder afirmar isso, serão necessários futuramente mais testes com o público alvo, sendo aplicados sem a capa protetora.

Além disso, como é característico de estudos experimentais com usuários, há a possibilidade de que o seu desempenho nos testes seja mais um produto ou reação ao próprio método experimental. Por exemplo, dados os desafios com os quais a PDV se depara no seu dia a dia, é natural terem um comportamento de autoafirmação. Devido a isso, ao serem conduzidas e observadas num teste, podem apresentar uma conduta diferente do normal, por exemplo, tentando realizar determinada atividade com mais empenho, tentando mostrar que são capazes. De modo a prevenir essa ameaça, dentro do protocolo foram passadas algumas informações para os participantes com o intuito de conscientizá-los de que não estão sendo avaliados. Contudo, dentro do escopo desta pesquisa, não foi possível avaliar o efeito dessa ameaça, nem tão pouco da medida tomada para mitigá-la.

No decorrer da presente pesquisa, iniciada no início do segundo semestre de 2017, ocorreu um fato que chamou bastante atenção e que só foi percebido no início de 2019, durante a implementação do protótipo. Ao navegar pelas configurações de acessibilidade do *Talkback*, foi identificado que passou a gerenciar gestos no leitor biométrico, e dentre eles podendo ser atribuído justamente o mesmo comportamento do protótipo desenvolvido nesta pesquisa. Ao investigar melhor o fato, foi descoberto que a Google, que é responsável pela plataforma Android, bem como pelo leitor de telas padrão dela, na atualização 6.1.0.17.316 do *Talkback*, ocorrida em 24 de outubro de 2017, incluiu pela primeira vez a permissão para utilização do leitor biométrico. Ou seja, depois de ter sido iniciada a pesquisa, já com o seu planejamento em vias de ser finalizado e com o protótipo já desenhado. Ainda assim, não foi identificado desde quando o comportamento do protótipo foi adicionado ao *Talkback*, pois tinha-se a informação apenas da identificação do sensor. Entretanto, devido a essa configuração ter surgido após o início deste estudo e não ser seu objetivo avaliar o leitor de telas, mas sim a interação com a parte detrás do aparelho e a mudança no papel das mãos, não se acredita que essa seja uma ameaça à validade dos resultados. Além disso, esse fato tem um caráter de colaboração com esse estudo, ao reafirmar a importância dessa questão de tal modo que a própria Google não só a abordou, como incorporou em seu produto.

6.3 Principais Contribuições

Este estudo, seus resultados e como foram obtidos, produziram como contribuições relevantes para a academia, sociedade e mercado, um conhecimento maior sobre a perspectiva da interação de PDV com *smartphones*. Como forma de expor mais claramente essas contribuições, se encontram detalhadas a seguir:

Entendimento de como PDV manuseiam o smartphone: Por meio deste estudo, foram registrados dados relativos a como as PDV seguram e posicionam o *smartphone*. Com eles, foi possível comprovar o quão importantes esses resultados são, pois observou-se que podem causar impacto em soluções voltadas para esse público. Para outras pesquisas, as quais porventura abordem a relação entre a PDV e dispositivos móveis, sobretudo quando houver comparação com novas abordagens, é imprescindível considerar esses fatores dentro de seu planejamento e análise. Além disso, foi possível identificar que o tempo que PDV gastam para interagir com o *smartphone* não caracteriza a qualidade de sua interação. Deste modo, é necessário avaliar se as métricas de eficiência que serão utilizadas em outros estudos, sejam aderentes ao público específico. No caso da presente pesquisa, por mais lógico que pareça a afirmação de que quanto menos tempo se leva para completar uma atividade, possivelmente mais eficiência ocorreu, para PDV, no âmbito da interação com *smartphones*, não é verdade. Para esse contexto, outros fatores além dos avaliados nesta pesquisa podem ser levados em consideração, como o tipo de estratégia de exploração utilizada e a mescla entre mais de uma e o quanto da interface a PDV consegue assimilar.

Entendimento de como PDV interagem com o leitor biométrico: A escassez de materiais referentes à implementação do protótipo ressaltou o quanto esse sensor é pouco explorado para questões de acessibilidade, mesmo estando presente em praticamente todos os aparelhos mais recentes. O presente estudo, além de desbravar esse terreno, foi mais adiante, já produzindo dados a respeito da interação de PDV com o leitor biométrico. Com isso, espera-se que esse esforço seja um pontapé inicial em outros estudos que venham a utilizar esse sensor para melhorar a interação de PDV em quaisquer outras abordagens.

Entendimento do impacto da mudança de papel das mãos: Uma grande contribuição deste estudo está na análise dos resultados sob a perspectiva das

alterações no manuseio do *smartphone* que podem ocorrer ao fazer com que as PDV interajam com a parte detrás do aparelho.

Era esperado que algumas mudanças no comportamento do usuário pudessem ocorrer, ao adicionar um comportamento no dispositivo que implicasse numa mudança no papel das mãos. Isso tinha como base a forma como a grande maioria das PDV manuseiam o aparelho. Contudo, exceto pelos P01, P03 e P07, todos os outros necessitaram modificar a forma como seguram o *smartphone* e como interagem com a interface, tendo apenas o P02 e o P06 alterado significativamente. Entretanto, esses dois participantes já possuíam uma interação fora do padrão identificado na amostra, mesmo utilizando o estado da prática. Já para os demais, as alterações com o protótipo ativo são consideradas sensíveis, não demonstrando impacto negativo na interação. Elas se resumem em posicionar o dedo indicador da mão que segura o aparelho em frente ao leitor biométrico e segurar o aparelho com a ponta dos dedos em sua lateral.

Isso serve a diversas pesquisas que tenham esse público dentro do contexto de interação com *smartphones*, mesmo com objetivos totalmente diferentes. Nas análises foi constatado que a interação com a traseira de *smartphones* pode ser muito prejudicada para usuários que posicionem o aparelho inclinado ou deitado, de modo que a lateral dele fique apontada para o rosto do usuário. Este comportamento é muito comum em PDV, contudo, não está no escopo da pesquisa identificar as motivações pelas quais o fazem. Além disso, a relação de tamanho entre o *smartphone*, sendo cada vez maior, e as mãos da PDV, pode atrapalhar o uso da parte detrás do aparelho.

6.4 Trabalhos Futuros

No decorrer deste estudo foram percebidas algumas possibilidades de pesquisas que podem ser relevantes. Entretanto, elas não foram incorporadas ao escopo deste estudo, seja por conta do tipo de metodologia utilizada, ou mesmo porque não surgiram durante o seu planejamento. A seguir estão elas listadas:

- Testar o protótipo com PDV por tipo de exploração e navegação de interface;
- Aplicar um procedimento de pesquisa que colete dados da interação com o protótipo por mais que duas semanas, com o intuito de medir a assimilação do novo padrão;

- Aplicar o mesmo procedimento de pesquisa, porém para usuários de iOS e comparar os resultados com os deste estudo;
- Implementar outros gestos no protótipo, como segurar e arrastar e simular o botão voltar, e avaliar a comparação com o estado da prática;
- Permitir que a PDV configure os gestos identificados pelo protótipo, como forma de adequá-lo ao modo como o usuário irá interagir com ele;
- Avaliar o protótipo com públicos específicos dentro das PDV, como as que perderam a visão depois de adultos e os que têm baixa ou nenhuma familiaridade com tecnologia;
- Avaliar a utilização do protótipo como forma de ensino de uso de *smartphone* para pessoas sem familiaridade com tecnologia; e
- Investigar o contexto de jogos para PDV e avaliar o uso de gestos no leitor biométrico para interagir com eles.

Para quase todas essas abordagens, acredita-se que a metodologia utilizada é adequada, modificando apenas aquilo que porventura seja adequado à característica específica do objetivo da pesquisa. Outra possibilidade, que pode ser aplicada tanto ao procedimento descrito neste documento, quanto às sugestões de trabalhos futuros, é o aumento da amostra, de modo a aumentar a força dos resultados.

6.5 Atendimento aos Objetivos

A acessibilidade tem sido foco de estudos em diversas áreas da computação, promovendo diversos avanços na inclusão de pessoas com limitações físicas e sensoriais, seja temporariamente ou permanentemente. Aliado a isso, os *smartphones*, como meio de ter acesso as coisas, pessoas e informações, têm se tornado cada vez mais populares para esse público, sendo imprescindível que estes promovam uma experiência de uso mais próxima de pessoas plenas de suas capacidades.

Este estudo tinha como objetivo principal analisar como uma mudança na interação com *smartphones* por PDV pode melhorar a eficiência de uso. Para isso, foi utilizada como abordagem a adição de interação na parte detrás desses dispositivos, o que implica na mudança no papel que as mãos desses usuários têm durante a interação. Além disso, também foram definidos objetivos específicos, com o intuito de

entender o fenômeno como um todo e produzir dados de comparação com a forma com o novo padrão de interação proposto.

Após aplicar todo o procedimento de pesquisa e analisar os dados coletados das entrevistas e testes com PDV, acredita-se que tanto o objetivo geral quanto todos os objetivos específicos foram atendidos. No Capítulo 5, foram mostrados todos os resultados da análise da abordagem proposta. Por sua vez, ela apontou que mesmo inicialmente, quando as PDV ainda não têm familiaridade com a nova forma de interação, ela mostrou-se mais eficiente sob o aspecto da quantidade de toques necessária para a realização de atividades do dia a dia. Contudo, para um entendimento da assimilação do uso do protótipo, é necessária a realização de um procedimento de pesquisa que colete dados durante um período maior que apenas no momento breve de testes.

6.6 Considerações Finais

Conclui-se, então, que os meios utilizados para a análise da parte detrás do *smartphone*, como forma de melhorar a interação por parte de pessoas com deficiência visual, não só foram aplicados com sucesso, como geraram resultados relevantes. Portanto, afirma-se que, a respeito da pega no aparelho, essa abordagem não causaria impacto negativo na maioria das PDV, facilitando o uso desse padrão no dia a dia. Além disso, a sua utilização gera menor quantidade de interações do que o estado da prática, o que implica em uma maior eficiência de uso sob esse aspecto. Todavia, ainda são necessários mais esforços nesse sentido para avaliar outros aspectos que influenciam a interação, de modo a entender o fenômeno como um todo.

Por fim, espera-se que esse estudo possa inspirar e colaborar para que haja cada vez mais esforços em direção de melhorar a acessibilidade de todos aqueles que possuem alguma limitação. Com a consciência de que todos têm direito à inclusão e a iniciativas que se utilizem da tecnologia para isso, no futuro certamente o mundo será melhor que hoje.

REFERÊNCIAS

Android Developer. **Create your own accessibility.** Disponível em: <<https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/service#java>>. Acesso em: Abril de 2018.

Android Developer. **Service.** Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/app/Service>>. Acesso em: Abril de 2018.

Android Developer. **TYPE_VIEW_FOCUSED.** Disponível em: <<https://developer.android.com/?hl=pt>>. Acesso em: Agosto de 2019.

Asus Zenfone 5. **Zenfone 5.** Disponível em: <<https://loja.asus.com.br/smartphones/zenfone5>>. Acesso em: Agosto de 2019.

BALDAUF, M.; ZAMBANINI, S.; FRÖHLICH, P.; REICHL, P. **Markerless visual fingertip detection for natural mobile device interaction.** In Proceedings of 13h MobileHCI. 2013. p. 539.

BAUDISCH, P.; CHU, G. **Back-of-device interaction allows creating very small touch devices.** In Proceedings of CHI '09. ACM, 1923–1932, 2009.

EASTERBROOK, S.; SINGER, J.; STOREY, M.A.; DAMIAN, D. **Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research,** 2008. p. 10.

FGV, **Pesquisa Anual do Uso de TI.** Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19113/GVcia_Meirelles.%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: Abril de 2018.

GitHub. **GitHub Home.** Disponível em: <https://github.com/>. Acesso em: Agosto de 2019.

GITHUB. **Talkback.** Disponível em: <<https://github.com/google/Talkback>>. Acesso em: Agosto de 2017.

Google. **Sobre.** Disponível em: <<https://about.google/>>. Acesso em: Agosto de 2019.
GRANELL, E.; LEIVA, L.A. **βTap: Back-of-device tap input with built-in sensors.** In Proceedings of 17h MobileHCI, 2017.

Hangouts. **Hangouts.** Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.talk&hl=pt_BR>. Acesso em: Agosto de 2019.

<https://developer.android.com/reference/android/view/accessibility/AccessibilityEvent#TYPE_VIEW_FOCUSED>. Acesso em: 03 de Maio de 2018.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Aglomerados subnormais e Informações**

territoriais. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**, 2011.

IDC. **Smartphone OS Market Share, OS Data Overview**. Disponível em: < <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share>>. Acesso em; Maio de 2019.

IEEE. **IEEE Xplore Digital Library**. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>. Acesso em: Agosto de 2019.

Java. **Java home**. Disponível em: < https://www.java.com/pt_BR/>. Acesso em: Agosto de 2019.

JURISTO, N.; MORENO, A. M. **BASICS OF SOFTWARE ENGINEERING EXPERIMENTATION**, 2001.

Kotlin. **Kotlin Home**. Disponível em: < <https://kotlinlang.org/>>. Acesso em: Agosto de 2019.

LE, H. V.; MAYER, S.; WOLF, K.; HENZE, N. **Finger Placement and Hand Grasp during Smartphone Interaction**. In Proceedings of the CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2016. p. 2576-2584.

Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm> Acesso em: Agosto de 2017.

Michaelis. Disponível em: < <http://michaelis.uol.com.br/busca?id=A8kK>>. Acesso em: Junho de 2018.

Motorola One. **MotorolaOne**. Disponível em: < <https://www.motorola.com.br/smartphone/motorola-one>>. Acesso em: Agosto de 2019.

MSOffice. **Microsoft Office Home**. Disponível em: < <https://products.office.com/pt-br/home>>. Acesso em: Agosto de 2019.

Netquest. **Qual o tamanho da amostra que preciso?**. Disponível em : < <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/qual-e-o-tamanho-de-amostra-que-preciso>>. Acesso em: Maio de 2018.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Academic Press Inc, 1994. p. 165.

NullPointerException. **Public Class NullPointerException**. Disponível em: < <https://developer.android.com/reference/java/lang/NullPointerException?hl=en> >. Acesso em: Outubro de 2018.

OnServiceConnected(). Disponível em: < [https://developer.android.com/reference/android/accessibilityservice/AccessibilityService.html#onServiceConnected\(\)](https://developer.android.com/reference/android/accessibilityservice/AccessibilityService.html#onServiceConnected())> . Acesso em: Outubro de 2018.

OpenCV. **OpenCV 4.1.1**. Disponível em: < <https://opencv.org/> >. Acesso em: Agosto

de 2019.

PerformAction(AccessibilityNodeInfo.ACTION_CLICK). Disponível em: < https://developer.android.com/reference/android/view/accessibility/AccessibilityNodeInfo#ACTION_CLICK>. Acesso em: Outubro de 2018.

Samsung Galaxy A8. **Galaxy A8.** Disponível em: <<https://www.samsung.com/br/smartphones/galaxy-a8-a530/SM-A530FZKSZTO/>>. Acesso em: Agosto de 2019.

SEIPP, K.; DEVLIN, K. **BackPat: One-Handed Off-Screen Patting Gestures.** 14h MobileHCI, 2014. p. 77-80.

SHIMON, S. S. A.; SMITH, S. M.; JOHN, N.; FAHIMI, G.; RUIZ, J. **Exploring User-Defined Back-Of-Device Gestures for Mobile Devices.** In Proceedings of MobileHCI'15, 227-232, 2015.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil: livro verde.** Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 39.

Tinder. **Tinder.** Disponível em: < https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tinder&hl=pt_BR>. Acesso em: Agosto de 2019.

VoiceOver. **Visão.** Disponível em: < <https://www.apple.com/br/accessibility/mac/vision/> >. Acesso em: Agosto de 2019.

What is UML. **INTRODUCTION TO OMG'S UNIFIED MODELING LANGUAGE™ (UML®).** Disponível em: < <https://www.uml.org/what-is-uml.htm>>. Acesso em: 02 de Agosto de 2019.

WhatsApp. **WhatsApp Messenger.** Disponível em: < https://play.google.com/store/apps/details?id=com.WhatsApp&hl=pt_BR>. Acesso em: Agosto de 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Report on Disability.** 2011. p. 44.

XIAO, X.A HAN, T.B WANG, J.A. **LensGesture: Augmenting mobile interactions with back-of-device finger gestures.** In Proceedings of ICMI 2013 , 2013. p. 287-294.

Xiaomi. **Xiaomi Global.** Disponível em: < <https://www.mi.com/global/>>. Acesso em: Agosto de 2019.

ZTE. **ZTE Corporation.** Disponível em: < <https://www.zte.com.cn>>. Acesso em: Agosto de 2019.

APÊNDICE A — Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Dados de identificação

Título do Projeto: **Experimento para avaliar a acessibilidade de *smartphones***

Pesquisadores Responsáveis: Jefté Macêdo

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Universidade Federal de Pernambuco

Telefones para contato: (81) 9 XXXX-XXXX

Esta Pesquisa tem como objetivos:

- Avaliar a usabilidade/acessibilidade do leitor biométrico como nova forma de interação com o *smartphone* por pessoas com deficiência visual;
- Identificar se a mudança na interação com o *smartphone* é assimilada e produz maior eficiência de uso que o estado da prática.

Caso você se sinta desconfortável em responder a algumas das perguntas é só sinalizar seu incomodo ao pesquisador e ele oferecerá alternativas para cada situação.

Todas as informações fornecidas por você serão confidenciais. Apenas o pesquisador terá acesso a essas informações. Serão empregados todos os meios possíveis para evitar que informações individuais possam ser associadas diretamente aos respondentes.

Para auxiliar no processo de análise dos dados serão utilizados um gravador de áudio e uma filmadora, para não perder nenhum detalhe importante mencionado ou observado durante a entrevista. As gravações serão utilizadas prioritariamente para efeito de pesquisa (em quaisquer usos para divulgação, as imagens serão tratadas para evitar aparecer o rosto dos participantes ou informações que revelem algo a respeito destes, se necessário).

Ao assinar esse termo você se compromete em manter sigilo sobre as Informações Confidenciais que tiver acesso durante esse procedimento.

Caso você fique com dúvidas após a entrevista e queira fazer algum questionamento para o pesquisador, você poderá entrar em contato através do telefone informado no cabeçalho deste documento (você receberá uma cópia), assim como, pelo e-mail a seguir: jam4@cin.ufpe.br.

Esperamos que com os resultados dessa pesquisa possamos validar a proposta de mudança na interação com o *smartphone*.

Sua participação nesta pesquisa é voluntária e você pode decidir não participar ou se retirar da pesquisa a qualquer momento. Caso você decida não participar, não receberá nenhuma sanção ou penalidade. Caso você concorde em participar desta pesquisa, precisaremos de algumas informações antes, que serão utilizadas caso o pesquisador precise entrar em contato com você no futuro para esclarecimentos adicionais.

NOME COMPLETO:	
RG:	
E-MAIL:	

Recife, _____ de _____ de 2019.

Nome e assinatura do participante ou seu responsável legal

Nome e assinatura do Moderador

Testemunha

Testemunha