



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**USO DO DESIGN THINKING PARA A ACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE PÚBLICO PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI FILHO

RECIFE, JULHO/2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C376u

Cavalcanti Filho, André Marques

Uso do design thinking para a acessibilidade ao transporte público para pessoas com deficiência visual / André Marques Cavalcanti Filho. - 2017.

93 f. : il.

Orientadora: Telma Lúcia de Andrade Lima.

Coorientador: Marcelo Luiz Monteiro Marinho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural, Recife, BR-PE, 2017.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Design thinking 2. Transporte público 3. Tecnologia assistiva
4. Desenvolvimento centrado no usuário I. Lima, Telma Lúcia de Andrade, orient. II. Marinho, Marcelo Luiz Monteiro, coorient.
III. Título

CDD 631.1



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI FILHO

**USO DO DESIGN THINKING PARA A ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO
PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

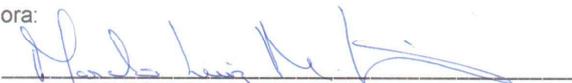
A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência da primeira, considera o candidato **ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI FILHO** APROVADO em 14/07/17

Orientadora:

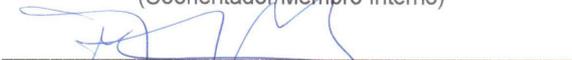


Prof(a). TELMA LÚCIA DE ANDRADE LIMA, DSc
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Presidente)

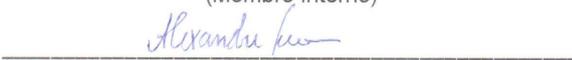
Banca Examinadora:



Prof. MARCELO LUIZ MONTEIRO MARINHO, DSc
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Coorientador/Membro Interno)



Prof. MARCOS FELIPE DE FALCÃO SOBRAL, DSc
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Membro Interno)



Prof. ALEXANDRE JOSÉ HENRIQUE DE OLIVEIRA LUNA, DSc
Universidade Federal de Pernambuco
(Membro Externo)

ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI FILHO

**USO DO DESIGN THINKING PARA A ACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE PÚBLICO PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para fins de obtenção do grau de mestre.

Área de Concentração: Gestão, mercados e agronegócio

Orientador: Prof^a. Telma Lúcia de Andrade Lima, DSc

Co-orientador: Prof. Marcelo Luiz Monteiro Marinho, DSc

RECIFE, JULHO/2017

RESUMO

A mobilidade no transporte público de passageiros está relacionada à qualidade de vida dos usuários. Considerando os problemas existentes nos centros urbanos, em particular no transporte na modalidade de ônibus, observa-se a necessidade da melhoria da acessibilidade deste sistema para usuários com deficiência visual. Dentre as soluções possíveis, o uso de ferramentas assistivas apresenta-se como uma solução viável pelo seu baixo custo de implantação e por requererem, em geral, pouca adaptação na infraestrutura tecnológica existente. Este trabalho tem por objetivo propor um modelo de interfaces que possibilite a melhoria da acessibilidade do transporte coletivo voltada aos usuários com deficiência visual, desenvolvido com base no *design thinking* a fim de aproximar ao máximo a solução proposta do resultado esperado pelos usuários com deficiência visual, para o desenvolvimento de uma ferramenta assistiva que proporcione uma melhoria na acessibilidade ao ônibus. O modelo fundamenta-se no percurso cognitivo para análise de interfaces, em busca da usabilidade/acessibilidade como características principais das interfaces de navegação dos aplicativos disponibilizados. A pesquisa foi desenvolvida em duas fases. A primeira fase, imersão preliminar, verifica a existência do problema de acessibilidade enquanto que na segunda fase, imersão profunda, são identificadas as sugestões de solução, segundo a opinião dos entrevistados. Após as duas fases desta pesquisa foram realizados testes no modelo de interfaces desenvolvido nos quais pôde-se observar a aceitação dos usuários em relação ao modelo. Dessa forma, considera-se que a pesquisa atendeu aos objetivos de desenvolver um modelo de interface acessível. Dentre os resultados obtidos, pode-se observar que o método utilizado permitiu o desenvolvimento de um modelo aderente às necessidades e peculiaridades do público estudado, o qual foi parte fundamental para o atingimento dos objetivos.

Palavras-chave: *Design Thinking*; Transporte público; Tecnologia Assistiva; Desenvolvimento centrado no usuário.

ABSTRACT

Mobility in public transport is related to the quality user's life. We consider the need to improve the accessibility for blind users on system. Among possible solutions, the use of assistive tools presents itself as a viable solution due to its low implementation cost and, in general, little adaptation to the existing technological infrastructure. This paper aims to propose an interface model that allows an improvement of the accessibility in public transport aimed at blind users developed basis on - design thinking in order to bring the proposed solution of the expected results to blind users in maximum extent possible. The development of an assistive tool that provides a improvement in bus accessibility. The model is based on the cognitive path for interfaces analysis, in search of usability / accessibility as the main navigation characteristics of interfaces in available applications. A research was developed in two phases. The first phase, preliminary immersion, verifies the accessibility existence problem while the second phase, deep immersion, are identified as suggestions for solution, according to interviewee's opinion. After two phases of this research, tests were performed without interfaces model developed in which one can observe an user's acceptance in relation to the model. In this way, it is considered that the research met the development objectives an accessible interface model. Among the results obtained, can be observed the method used for the development is an adherent model as needs and peculiarities of the studied public, it was a fundamental part in the sucess of objectives

Keywords: Design Think; Public transportation; Assistive Technology; User-centered development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura do WCAG 1.0.....	21
Figura 2. Estrutura do WCAG 2.0.....	22
Figura 3. Imagem do site da UDESC.	24
Figura 4. Exemplo de Página e Código-Fonte HTML.....	27
Figura 5. Fluxograma do Design Thinking.....	30
Figura 6 - Imersão em Profundidade.....	31
Figura 7 - O Design Thinking e as etapas da pesquisa.....	42
Figura 8. Grau de escolaridade dos entrevistados.	49
Figura 9. Distribuição de usuários por cidade da RMR.	52
Figura 10. Utilização de equipamentos eletrônicos.	53
Figura 11. Falta de informações de onde desembarcar.	53
Figura 12. Desejo de funcionamento dos usuários em relação ao ônibus.	54
Figura 13. Opiniões a respeito de uma possível solução.	55
Figura 14. Apresentação do Moovit.....	59
Figura 15. Estrutura de funcionamento do sistema DPS2000.....	61
Figura 16. Estrutura de funcionamento do Guia do Cego.	62
Figura 17. Visão Geral da Arquitetura do e-guia.	63
Figura 18. Estrutura de funcionamento do BusAlert.....	65
Figura 19. Funcionamento do CittaMobi.	66
Figura 20. Definição da localização.....	67
Figura 21. Escolha das linhas de ônibus.....	68
Figura 22. Erro na lista de ônibus.....	69
Figura 23. Monitoramento de linhas de ônibus.....	69
Figura 24. Modelo de interfaces do MPV proposto.	73
Figura 25. Percurso cognitivo e suas etapas.....	75
Figura 26. Percurso cognitivo com interfaces.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percepções dos usuários a respeito do serviço de ônibus.....	50
Tabela 2. Sugestões dos usuários para melhoria do serviço de ônibus.....	50
Tabela 3. Expectativas para adequação do sistema de transportes.	51
Tabela 4. Síntese dos testes realizados.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Atividades do método de percurso cognitivo.	29
Quadro 2 - Ferramentas de Imersão	32
Quadro 3 - Etapas, objetivos e métodos da pesquisa.	39
Quadro 4 - Etapas, Métodos e Atividades.	40
Quadro 5 - Ferramentas de Imersão	43
Quadro 6 - Estrutura da entrevista.	47
Quadro 7. Comparativo das soluções disponíveis no mercado.	71
Quadro 8. Funcionalidades do Mínimo Produto Viável.	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.2 Objetivos	12
1.3 Estrutura do Texto	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Deficiência	14
2.2 Deficiência Visual	15
2.3 Acessibilidade	16
2.3.1 Acessibilidade Web	17
2.4 Tecnologias Assistivas	18
2.5 Diretrizes de Acessibilidade	21
2.5.1 Diretrizes de Acessibilidade – WCAG 2.0	22
2.6 Validação de Acessibilidade	24
2.6.1 Níveis de Prioridade	25
2.6.2 Níveis de Conformidade	25
2.7 Validação de Acessibilidade	25
2.8 Usabilidade	26
2.9 Design thinking	29
2.9.1 Ferramentas de Imersão	32
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	35
3.1 Classificação da Pesquisa	35
3.2 Proposta de Solução	36
4. APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING	41
4.1 Imersão	42
4.1.1 Ferramentas de Imersão	43
4.1.2 O Método Survey	45
4.2 Análise e Síntese	46

4.2.1 Análise de dados – Imersão Preliminar.....	47
4.2.2 Análise de dados – Imersão Profunda	51
4.2.3 Síntese - Definição do problema	55
4.3 Ideação.....	56
4.3.1 Revisão Bibliográfica.....	56
Moovit.....	58
DPS 2000	59
Guia do Cego	61
e-Guia	62
Bus Alert.....	64
CittaMobi Acessibilidade	65
4.3.2 Síntese da Análise das Soluções Disponíveis no Mercado.....	70
4.5 Prototipação	72
5. TESTES E RESULTADOS.....	75
6. Conclusão	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
Apêndice A	91

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativas e motivações

As populações localizadas nos centros urbanos estão em constante movimento. Movimento esse motivado pela interação social, de negócios, entretenimento, de saúde, de labor, dentre vários outros. Por esse motivo, os gestores públicos municipais ofertam serviços de transporte coletivo de passageiros, permitindo assim a mobilidade da população. A mobilidade então passa a ser um requisito que está diretamente associado à qualidade de vida das populações dos centros urbanos. Segundo Gomide (2003), a existência de um serviço de transporte coletivo com qualidade deve prover acesso a serviços básicos, como saúde, educação, lazer etc. Nesse sentido, entende-se que mais do que garantir a mobilidade urbana, o transporte coletivo, quando acessível, está relacionado à qualidade de vida dos seus usuários.

Anterior à definição de mobilidade apresentada por Gomide (2003), Lima (1996), o qual é endossado por Cardoso Filho (2015), ressaltou que a qualidade associada aos serviços de transportes se traduz na sua adequação às necessidades dos usuários. Nesse contexto, o autor ponderou a qualidade dos transportes não apenas como a adequação às necessidades dos usuários, mas também a outros fatores de características mais técnicas, como conforto, regularidade, limpeza, segurança etc. Desse modo, unindo as duas definições, entende-se que para atender as necessidades dos usuários com qualidade, o transporte coletivo de passageiros precisa, além de atender os requisitos técnicos, estar acessível a todos os usuários.

Segundo Vasconcellos (2014), a acessibilidade no transporte coletivo pode ser definida como a facilidade de atingir destinos. Logo, para melhor compreensão e análise, esse conceito, segundo Vasconcellos (2015), pode ser dividido em dois outros complementares: *(i)* acessibilidade ao sistema de transporte, que se refere à facilidade do usuário em acessar o sistema de transporte; *(ii)* acessibilidade aos destinos, que se refere ao percurso a ser seguido após o acesso ao sistema de transporte.

Os estudos de acessibilidade no campo de transporte coletivo são bastante variados e possuem diferentes definições, de acordo com os objetivos possíveis em cada situação (CARDOSO, 2006; VASCONCELLOS, 2015). Porém, independente da definição, o contexto essencial aqui apresentado é a condição de acesso, com segurança e autonomia, para todos. Ou seja, garantir o direito de ir e vir de todos os

cidadãos independente de suas diferenças (idosos, obesos, mulheres grávidas, crianças, pessoas acidentadas ou com deficiências).

Porém, no que se refere às diferenças, mais especificamente as deficiências, segundo dados do censo demográfico de 2010, pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), mais de 45,6 milhões de brasileiros possuem alguma forma de deficiência. Esse número representava em 2010 23,9% da população do país. Dentre as deficiências declaradas no censo, a mais comum foi a visual, atingindo 18,8% da população brasileira; ou seja, um número superior com relação aos outros tipos de deficiência (motora – 7,0%, auditiva – 5,1% e mental – 1,4%) (IBGE, 2010).

Diante desses fatos e tendo em vista a incapacidade em realizar uma pesquisa com todas as deficiências, a visual, por ser a mais comum segundo o último censo (IBGE, 2010), foi a escolhida. Porém, dentro do universo dessa deficiência optou-se em pesquisar soluções para o seu nível mais grave: a cegueira, que provavelmente produzirá um maior impacto social.

Assim, para a investigação dos reais problemas dos usuários com deficiência visual no sistema de transporte público, mais especificamente os problemas relacionados ao acesso aos ônibus, optou-se por realizar uma pesquisa do tipo *survey*, com trinta usuários com deficiência visual total que utilizam diariamente esse meio de transporte, para obtenção de dados e/ou informações sobre duas questões relacionadas ao acesso: (i) qual realmente é a maior dificuldade no acesso ao ônibus? (ii) qual solução seria viável para amenizar os problemas apontados? O interesse aqui seria então produzir descrições quantitativas e qualitativas sobre um subconjunto da população, as pessoas com deficiência visual, no que se refere à requisição e ao uso dos ônibus.

A delimitação da pesquisa ao estudo do transporte público limitado ao ônibus se deu pelo resultado obtido pelas respostas dos usuários às duas perguntas supracitadas, onde pode-se identificar que todos os usuários faziam uso de ônibus e que o metrô foi apontado como referência de acessibilidade para melhoria da acessibilidade dos ônibus. Desta forma, a limitação se dá pelo objetivo de contribuir na melhoria do transporte identificado com os principais problemas de acessibilidade.

A realização dessa pesquisa foi executada por meio de uma entrevista semiestruturada, com o objetivo de verificar se os ônibus estão acessíveis ou se estão necessitando de mudanças e/ou adaptações para que possam atender de maneira

mais adequada e com qualidade as necessidades desse público-alvo. Espera-se que no caso dos ônibus não estarem adequados as necessidades dos usuários, uma solução por meio de tecnologia assistiva possa mitigar os possíveis problemas encontrados.

No entanto, independente da tecnologia assistiva, para que ela seja realmente eficiente e eficaz, é importante que a sua interface seja projetada de forma acessível para o usuário com deficiência visual. Sobre as interfaces, é importante salientar que as mesmas devem possibilitar o acesso por qualquer usuário, independentemente de suas capacidades físico-motoras, perceptivas culturais e sociais (NICHOLL, 2001; MONTEIRO *et al*, 2015). Sendo assim, o processo de concepção dos sistemas/aplicativos, principalmente os que se propõem a resolver problemas de natureza assistiva, devem concentrar-se nos usuários (FERREIRA; NUNES, 2008), procurando saber: (i) quem são? (ii) como realizam suas tarefas? (iii) quais suas percepções dos sistemas? (iv) e, principalmente, a que tipos de imposições e limitações eles estão sujeitos? Neste ponto, ressalta-se que as limitações dos usuários não só influenciam na maneira de realizar a navegação nos sistemas, mas também na percepção do conteúdo disponível e, conseqüentemente, na captação das informações.

Neste contexto, o *Design Thinking* (DT) desponta como uma metodologia capaz de prover auxílio a essa necessidade (entender o usuário) exigida, dado que seu foco está no ser humano (usuário), além de se caracterizar como uma abordagem que vê na multidisciplinaridade, colaboração e tangibilização de pensamentos e processos, caminhos que levam a soluções inovadoras para negócios (Vianna *et al.*, 2012).

Para Brown (2010), a missão do DT é traduzir observações em *insights*, e estes em produtos e serviços para melhorar a vida das pessoas. Dado que esta metodologia atenta para criação de soluções que têm a preocupação de atender às necessidades dos usuários e além de suas fases de aplicação assemelham-se a algumas etapas pertinentes ao ciclo de vida de um software (engenharia de requisitos, por exemplo) torna-se relevante a análise de sua aplicabilidade no universo de desenvolvimento de um software. Desta forma, optou-se por utilizar o DT como metodologia para o desenvolvimento desta pesquisa.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de interfaces que possibilite a

melhoria da acessibilidade do transporte coletivo voltada aos usuários com deficiência visual. Para alcançar esse objetivo, alguns objetivos específicos foram definidos:

- Investigar as características que impedem e/ou dificultam a acessibilidade aos ônibus na perspectiva dos usuários com deficiência visual;
- Analisar quais são as soluções disponíveis no mercado que facilitam os usuários com deficiência visual na requisição dos ônibus;
- Especificar as características necessárias para uma solução aderente às necessidades dos usuários com deficiência visual e validar a solução proposta com os usuários;
- Avaliar o protótipo de interfaces desenvolvido, como solução para os problemas identificados, com usuários com deficiência visual.

1.3 Estrutura do Texto

Esta pesquisa está organizada em seis capítulos, considerando este primeiro capítulo de introdução.

O Capítulo 2 realiza um levantamento sobre os conceitos técnicos que embasam o trabalho, entre eles, acessibilidade, usabilidade e *design thinking*.

O Capítulo 3 aborda a metodologia adotada na pesquisa, por meio dos procedimentos metodológicos que foram empregados, assim como: métodos, estratégia da pesquisa, o desenho da pesquisa, a população e por fim, as etapas a serem cumpridas.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da pesquisa com a análise de dados das entrevistas, o estudo do estado da arte, a apresentação de ideias para a solução do problema e a proposição de uma solução.

O Capítulo 5 está dedicado a apresentação dos testes e resultados obtidos nesta pesquisa, bem como a sua discussão

O capítulo 6 apresenta as considerações finais desta pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Deficiência

Estima-se que um bilhão de pessoas no mundo vivam com alguma forma de deficiência, algo muito próximo de 15% da população mundial (baseado na estimativa da população em 2010) sendo que 80% vivem em países em desenvolvimento. Estas pessoas estão dentre as mais estigmatizadas, mais pobres e que têm os níveis mais baixos de escolaridade de todos os cidadãos mundiais, caracterizando violação de direitos humanos universais. É imprescindível salientar que pessoas com deficiência constituem um grupo heterogêneo que reúne, em uma mesma categoria, indivíduos com vários tipos de deficiência física, sensorial, intelectual e mental (OMS, 2011).

Segundo Bernardes *et al* (2009), perspectivas estereotipadas da deficiência enfatizam os usuários de cadeira de rodas e alguns poucos outros grupos “clássicos” tais como pessoas cegas e surdas. No entanto, a experiência da deficiência resultante da interação entre condições de saúde, fatores pessoais e ambientais variam largamente. Enquanto a deficiência está relacionada à desvantagem, nem todas as pessoas com deficiência sofrem igualmente essas desvantagens. Mulheres com deficiência sofrem a discriminação por gênero, assim como as barreiras incapacitantes. Taxas de matrícula nas escolas variam entre as deficiências, sendo que as crianças com deficiência física normalmente apresentam uma adesão maior do que aquelas que sofrem de deficiência intelectual ou sensorial. Aqueles mais excluídos do mercado de trabalho geralmente são aqueles com dificuldades de saúde mental ou incapacidades intelectuais. Pessoas com deficiência grave sofrem frequentemente uma maior desvantagem, conforme demonstram as evidências coletadas desde a zona rural de algumas regiões geográficas do mundo (OMS, 2011).

A Lei nº 7.853/895 e o Decreto nº 3.298/995 em Brasil (2005) correspondem aos principais documentos normativos garantidores da cidadania das pessoas com deficiência. Os princípios, as diretrizes, os objetivos e os instrumentos da Política Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência tratam da ação governamental e das responsabilidades de cada setor, determinando pleno acesso à saúde, à educação, à habilitação e reabilitação profissionais, ao trabalho, à cultura, ao desporto, ao turismo e ao lazer, bem como de normas gerais de acessibilidade nos espaços físicos, nos transportes, na comunicação e informação e no que tange às ajudas técnicas. Em Brasil (2005) as Leis nº 10.048 e nº 10.098, ambas de 2000,

estabelecem as normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Essas leis foram regulamentadas pelo Decreto nº 5.296/2004 que dispõe sobre o atendimento prioritário a pessoas com deficiência, trata da implementação da acessibilidade arquitetônica e urbanística, do acesso aos meios de transporte, do acesso à informação e à comunicação, da tecnologia assistiva e estabelece o Programa Nacional de Acessibilidade e o Comitê de Ajudas Técnicas.

2.2 Deficiência Visual

O Decreto 5.296/04 (BRASIL, 2004) classifica problemas de deficiência visual da seguinte forma: (i) cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; (ii) a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; (iii) os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou, (iv) a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.

De acordo com Vanderheiden (1992), a cegueira pode ser adquirida ou congênita. A forma adquirida pode ser aguda, com a perda visual de forma súbita, ou progressiva e crônica, com a perda visual de forma progressiva, que, segundo o mesmo autor, na maioria dos casos, é lentamente. No caso da cegueira congênita as pessoas já nascem com o potencial de se tornarem cegos, como, por exemplo, por meio de catarata e glaucoma.

A seriedade dos problemas visuais das pessoas com baixa visão é variável; mas, em geral, a baixa visão é definida como uma condição na qual a visão da pessoa não pode ser totalmente corrigida por óculos, interferindo com as atividades diárias, assim como a leitura (BRASILMÉDIA, 2011). A baixa visão é mais comum entre os idosos, porém pode ocorrer em pessoas de qualquer idade, como resultado de condições, tais como: degeneração macular, glaucoma, retinopatia diabética ou catarata.

Embora durante esta pesquisa, seja na fase de entrevistas, seja nas leituras de aprofundamento do tema, tenha sido identificado que os deficientes visuais totais preferam ser tratados pelo termo “cego” e não consideram que este termo seja pejorativo ou discriminatório, nesta pesquisa iremos abordar os deficientes visuais totais como usuários com deficiência visual ou deficientes visuais no intuito de atender

as recomendações técnicas.

2.3 Acessibilidade

A acessibilidade, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ABNT, 2004), Nicholl (2001) e Monteiro *et al* (2015), é definida como a possibilidade de qualquer pessoa, independentemente de suas capacidades físico-motoras e perceptivas, culturais e sociais, usufruir os benefícios de uma vida em sociedade. Desta forma, o indivíduo tem garantido o seu direito de participação em atividades e de uso de produtos ou serviços de informação quando garantida a acessibilidade.

Entende-se que proporcionar acessibilidade a um bem ou serviço não significa torná-lo sem restrições de uso ou dificuldades de utilização, todavia significa a minimização das restrições, dificuldades e aumento da pluralidade de acesso aos mais diversos perfis de usuários considerando-o acessível a cada perfil de usuário de maneira independente, visto as restrições e limitações de cada usuário. Para a infraestrutura das cidades no tocante aos prédios e utensílios públicos existem normativas que visam garantir a generalidade do acesso (ABNT, 2004). Porém, para produtos ou serviços intangíveis como os digitais, a normalização de sua estrutura e de seu desenvolvimento torna-se mais difícil. Portanto, as iniciativas de acessibilidade (do inglês: *Web Accessibility Initiative - WAI*) pelo consórcio *W3C* (do inglês: *World Wide Web Consortium*) são imprescindíveis para guiar os desenvolvedores de novos produtos digitais.

No Brasil, a acessibilidade só começou fazer parte das políticas públicas a partir do ano 2000, com a promulgação das Leis Federais nº 10.048 e 10.098, (BRASIL, 2000). A lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, foi elaborada pelo Poder Legislativo e trata do atendimento prioritário e de acessibilidade às pessoas com deficiência nos meios de transportes e outros. Já a lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que foi escrita pelo Poder Executivo, estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida (ENAP, 2007).

Em dezembro de 2004, as duas legislações foram regulamentadas pelo decreto nº 5.296. Esse decreto estabeleceu um prazo inicial de doze meses para que todos os portais e *sites* eletrônicos da administração pública passassem por um processo de acessibilização, de modo a viabilizar a acessibilidade das pessoas com deficiência, garantindo-lhes o pleno acesso às informações; esse prazo era passível de

prorrogação por mais 12 meses (QUEIROZ, 2007). Esse decreto prima pela acessibilidade digital.

Ter acessibilidade ao que se deseja seja uma infraestrutura ou uma solução tecnológica, nem sempre significa que o usuário que tem acesso, consegue fazer uso da forma com que necessita. Desta forma, faz-se necessário discutir a usabilidade empregada nas soluções, para que tenhamos soluções que possam ser acessadas e utilizadas da maneira adequada por cada usuário.

2.3.1 Acessibilidade Web

A acessibilidade digital refere-se ao acesso a qualquer recurso da tecnologia da informação, enquanto o termo acessibilidade na Internet é usado, de forma ampla, para definir o acesso universal a todos os componentes da rede mundial de computadores, como *chats*, *e-mail*, entre outros. Já o termo acessibilidade na *Web*, ou e-acessibilidade, refere-se especificamente ao componente *Web*, que é um conjunto de páginas escritas em uma linguagem de marcação (*HyperText Markup Language* - HTML) que são interligadas por *links* de hipertexto; a acessibilidade na *Web* representa para o usuário o direito de acessar a rede de informações e o direito de eliminação de barreiras arquitetônicas, de disponibilidade de comunicação, de acesso físico, de equipamentos e programas adequados, de conteúdo e apresentação da informação em formatos alternativos (SALES, 2003; ACESSIBILIDADE, 2005; NEVILE, 2005; ACESSOBRASIL, 2007).

A acessibilidade *Web*, segundo Dias (2006) e Dos Santos (2017), é a possibilidade de todo indivíduo, utilizando qualquer tipo de tecnologia de navegação, poder visitar qualquer *site* e obter um total e completo entendimento das informações contidas nele, além de ter total e completa possibilidade de interação com este ambiente. Segundo o W3C, o organismo responsável pelas recomendações mundiais relacionados à *Web*, as causas mais frequentes de falta de acessibilidade em páginas da *Web* estão muitas vezes associadas aos seguintes fatores: (i) a falta de estrutura das páginas que, por vezes, desorientam o usuário dificultando a sua navegação; (ii) uso abusivo de informações gráficas sem proporcionar alternativas adequadas de

texto ou outro tipo de comentário que não possa ser lido por um leitor de telas¹ (do inglês: *reader screen*), por exemplo: imagens, mapas, macros, elementos multimídias, etc. (W3C, 2008).

A partir da necessidade de padronizar e estabelecer diretrizes para o desenvolvimento de *sites*, programas ou plataformas acessíveis, o W3C tomou a iniciativa de estabelecer um conjunto de diretrizes, por meio da WAI, que devem ser seguidas no desenvolvimento dos *sites*. As diretrizes estabelecidas pela iniciativa do consórcio buscam estabelecer um conceito de unicidade que possibilite avaliar as interfaces no que se refere à acessibilidade.

2.4 Tecnologias Assistivas

O termo tecnologia assistiva (TA) é vastamente utilizado na bibliografia e contém diversas definições. Todavia, no intuito de consolidar as definições buscou-se a análise de alguns estudos (AUDIT COMMISSION, 2004; EUROPEAN COMMISSION, 2003; ISO, 2011) que mostram que o termo TA é utilizado de forma genérica para designar um conjunto de tecnologias, produtos, ferramentas, serviços e sistemas utilizados por idosos ou portadores de deficiências diversas para promover a autonomia de sua participação na sociedade e/ou habilitar a realização de atividades que, sem o uso da TA, poderiam ser difíceis, oferecerem perigo ou serem impossíveis de executar.

Dessa forma, busca-se a compreensão do desenvolvimento da TA e o estudo dos métodos aplicados em seu desenvolvimento. Segundo Steinfeld e Maisel (2012), uma abordagem apropriada para o projeto de TA é o design universal, abordagem essa que tem a proposta de produzir produtos acessíveis e utilizáveis, na medida do possível, pela maior parcela da população, independente dos fatores como limitações, idade, tamanho, cultura e formação escolar. Existem outras vertentes que indicam o Design Centrado no Usuário como metodologia de desenvolvimento de produtos de TA. Em 1996, foi lançado o *Userfit*, um guia dividido em várias partes que tem como proposta ser um manual prático para o design centrado no usuário para TA (POULSON; ASHBY; RICHARDSON, 1996). Em 2009, Wu, Ma e Chang propõem o

1 Leitores de tela são softwares que reproduzem o conteúdo da tela, através dos chamados sintetizadores de voz. Esses sintetizadores reproduzem a voz humana, onde se lê tudo o que há na tela para o deficiente visual (ABREU, 2009).

Assistive Design Analysis Method for Objective User Criteria (AD-SWOT) e o *Assistive Device Design Development Method (AD-TOWS)*, propostas que podem ser consideradas protocolos de avaliação do usuário (estas abordagens têm grande foco nas questões motoras) e de seleção de alternativas.

Segundo Maia e Freitas (2014), no Brasil ainda são poucos trabalhos que discutem a metodologia de desenvolvimento de TA. Todavia, a Secretaria de Educação Especial publicou em 2002 um guia denominado Recursos Pedagógicos Adaptados, onde Manzini e Santos (2002) descrevem a proposta de um processo para o desenvolvimento de “ajudas técnicas” (TA). Em estudo mais recente, Alves (2013) realizou uma análise e adaptação transcultural do modelo conceitual *Matching person and Technology* e da avaliação *Assistive Technology Device Predisposition Assessment*, buscando oferecer uma forma sistematizada de desenvolvimento de recursos de TA consistentes com a realidade nacional.

Ainda na discussão a respeito das metodologias empregadas para o desenvolvimento de TA, o projeto centrado no usuário evoluiu muito nos últimos anos, baseando-se em novos paradigmas, como usabilidade, interação homem- máquina, ergonomia e, também, em novas possibilidades como a prototipagem rápida (ARAUJO *et al*, 2015). Atualmente, existe até um padrão internacional, a ISO 13407 – Projeto centrado no usuário para sistemas interativos. Desta forma, pode-se analisar que apesar dos diversos estudos e linhas de pensamento, não existe uma única forma de se desenvolver produtos, serviços ou soluções em TA.

Apesar de não existir apenas uma forma de abordar o desenvolvimento de TA, verifica-se que os estudos baseiam-se em metodologias voltadas para o usuário que tenham como base o Design Universal ou o Desenvolvimento Centrado no Usuário, nesses todos buscam desenvolver uma solução que atenda as demandas do usuário com maior abrangência de perfis, ou seja, busca-se uma solução para vários perfis de usuários de forma a atender o maior leque de usuários sem restringir o uso a um estereótipo. Este tipo de abordagem e técnica coincide com a metodologia do *Design Thinking* que visa à compreensão do contexto no qual a solução está inserida, o entendimento das restrições e necessidades dos usuários para então obter a melhor proposta de solução.

Para diversos tipos de deficientes visuais, existem *softwares* que convertem texto em voz sintetizada, possibilitando às pessoas acessarem o computador. Esses programas são geralmente chamados leitores de tela, apesar de fazerem um pouco

mais do que simplesmente ler a tela. Segundo Chalegre (2011), os leitores de tela permitem aos usuários navegar pelo conteúdo da *Web* de várias maneiras: (i) deixando-o ler todo o texto, uma linha por vez, de cima para baixo; (ii) utilizando a tecla TAB para navegar pelos *links*; ou, (iii) utilizando as teclas de atalho da própria ferramenta, visto que os usuários não manipulam o *mouse*.

Em relação à baixa visão, a tecnologia mais utilizada é o ampliador de tela, de acordo com Chalegre (2011), o ampliador de tela é um *software* que faz ampliações em relação a um pequeno espaço da tela, permitindo que os usuários vejam de forma mais clara o texto. No entanto, para usar esse tipo de solução é necessário se preocupar com o contraste das letras em relação à cor de fundo da tela, pois *sites* com baixo contraste podem ser difíceis de ler para as pessoas com baixa visão e catarata (BRASILMEDIA, 2011). Ainda no que se refere à cor, as pessoas cegas também são incapazes de distinguir esse tipo de dado, tendo necessidade de informações extras ou até mesmo a ajuda de videntes para saberem o significado relacionado à cor (BRASILMEDIA, 2011). Essas ferramentas que auxiliam o usuário no acesso às informações são chamadas de tecnologia assistiva.

As tecnologias assistivas se referem aos recursos e serviços que visam facilitar o desenvolvimento de atividades da vida diária por pessoas com limitação, procurando aumentar as capacidades funcionais e promover a autonomia e a independência de quem utiliza. No contexto de uso da *Web*, além dos leitores e dos ampliadores de telas, já mencionados, algumas tecnologias se destacam (MELO; BARANAUSKAS, 2006):

- Programas de reconhecimento de voz: possibilitam o acionamento de comandos dos programas de computador via voz e podem ser usados por pessoas que têm alguma deficiência que dificulte ou impeça o uso de dispositivos físicos de entrada de dados. Além do *software* de reconhecimento de voz, é necessária a configuração adequada do sistema multimídia que dá suporte à interação;
- Teclados alternativos: simulam o funcionamento do teclado e, assim, podem ser utilizados por pessoas com alguma deficiência física que tenham dificuldade em utilizar o teclado convencional;
- Dispositivos apontadores alternativos: simulam o funcionamento do *mouse* e, assim, podem ser usados por pessoas com alguma deficiência física, que tenham dificuldades em usar o *mouse* convencional. Exemplos desse tipo

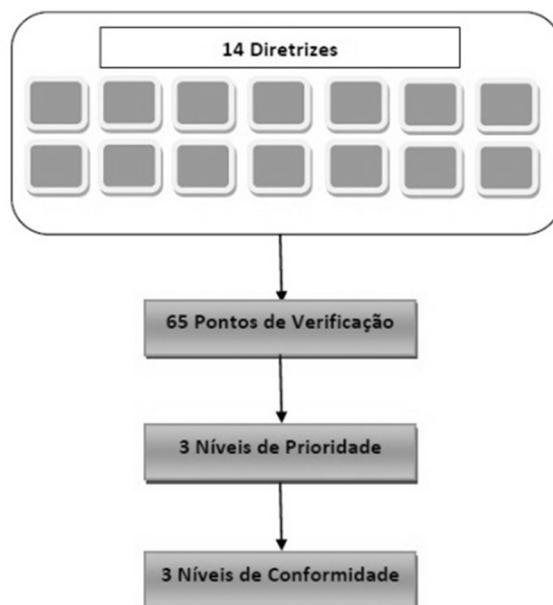
de dispositivos são os acionadores, para serem utilizados com os olhos, com os pés e/ou com as mãos.

2.5 Diretrizes de Acessibilidade

Em 1999, o W3C publicou a versão 1.0 das diretrizes para acessibilidade do Conteúdo *Web* (do inglês *Web Content Accessibility Guidelines – WCAG 1.0*) (W3C, 1999), que a evoluiu, em 2008, para o WCAG 2.0, sendo, até hoje, a principal referência em termos de acessibilidade para a *Web* no mundo (W3C, 2008).

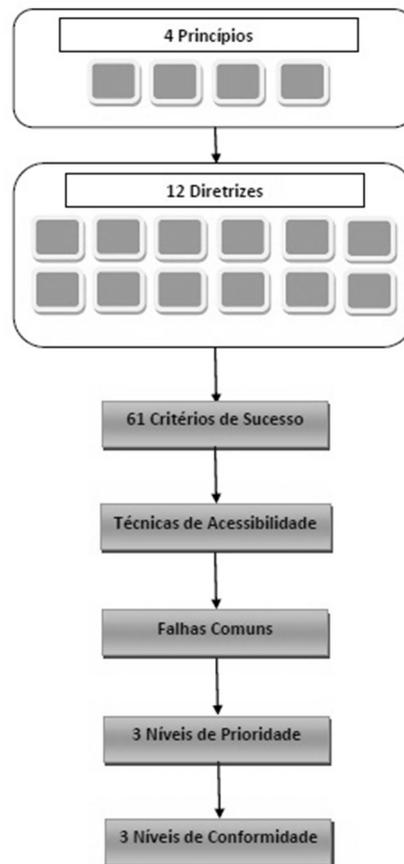
O WCAG 1.0 é organizado em torno de orientações que têm pontos de controle, com prioridades 1, 2 ou 3, definidos na subseção 2.6.1. Sua estrutura pode ser vista na Figura 1. A base para determinar a conformidade com o WCAG 1.0 são os *checkpoints*. Já o WCAG 2.0 está organizado em quatro princípios de *design* de acessibilidade. Cada princípio tem diretrizes, e cada uma delas possui critérios de sucesso, Figura 2, os quais podem ser validados nos níveis A, AA ou AAA, definidos na subseção 2.6.2, que são a base para determinar a conformidade com o WCAG 2.0.

Figura 1. Estrutura do WCAG 1.0.



Fonte: Adaptado de PROGRAMA ACESSO (2007).

Figura 2. Estrutura do WCAG 2.0.



Fonte: Adaptado de PROGRAMA ACESSO (2007).

2.5.1 Diretrizes de Acessibilidade – WCAG 2.0

O WCAG 2.0 possui quatro princípios, cada um deles com suas respectivas diretrizes, como ilustrado na Figura 2. A seguir, são descritos todos os princípios e uma diretriz de cada, para exemplificar. A versão completa pode ser vista na especificação do W3C (W3C, 2008).

- Perceptível: a informação e os componentes da interface devem ser apresentados aos usuários, de forma que eles possam perceber;
 - Alternativas em Texto: fornecer alternativas de texto para qualquer conteúdo não textual, para que ele possa ser transformado em outras maneiras de acesso, tais como: *braille*, fala, símbolos ou linguagem mais simples;
- Operável: os componentes de interface de usuário e a navegação devem ser operáveis;

- Acessível por teclado: fazer com que toda a funcionalidade fique disponível a partir do teclado;
- Compreensível: a informação e a operação da interface de usuário devem ser compreensíveis;
 - Legível: tornar o conteúdo de texto legível e compreensível;
- Robusto: o conteúdo precisa ser robusto o suficiente para poder ser interpretado de forma concisa por diversos agentes do usuário, incluindo tecnologias assistivas;
 - Compatível: maximizar a compatibilidade com atuais e futuros agentes de usuário.

Para cada diretriz, são fornecidos critérios de sucesso testáveis, de forma a permitir que as recomendações do WCAG 2.0 sejam verificadas. Um exemplo de critério de sucesso referente ao princípio *compreensível* e à diretriz *legível*, que é apresentado a seguir:

- Linguagem das partes: a linguagem humana, de cada frase do conteúdo, pode ser determinada de forma programática, exceto para nomes próprios, termos técnicos, palavras do idioma indeterminado e palavras ou frases que se tornaram parte do vernáculo do texto circundante (W3C, 2008).

Para cada uma das recomendações e critérios de sucesso, existentes no WCAG 2.0, foram documentadas várias técnicas que têm caráter informativo e se enquadram em duas categorias:

- Técnicas de aconselhamento: vão além do que é requerido em cada um dos critérios de sucesso, permitindo aos profissionais um melhor cumprimento das recomendações;
- Técnicas suficientes: com orientações e exemplos, organizados em uma lista numerada, onde cada item desta lista fornece a técnica ou a combinação de técnicas que podem ser utilizadas para satisfazerem o critério de sucesso correspondente. A seguir são apresentados alguns exemplos desta técnica para o critério de sucesso conteúdo não textual:
 - Identificar o conteúdo do texto não-informativo;
 - Manter uma breve descrição do conteúdo não textual. Como por exemplo, a Figura 3, que é uma imagem retirada do *site* da

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Esta imagem deveria estar descrita como lápis de madeira sobre uma folha de papel e com a mensagem que é mostrada: “Avaliação Institucional”. No entanto, o código fonte do *site*, não apresenta descrição para a imagem da Figura 3, que para os seus desenvolvedores sugere que ao clicar na imagem é possível fazer a avaliação institucional. Ainda assim, mesmo ao clicar na imagem não há direcionamento.

Figura 3. Imagem do site da UDESC.



Fonte: UDESC (2014).

2.6 Validação de Acessibilidade

Para cada uma das recomendações e critérios de sucesso existentes no WCAG 2.0 são relacionadas falhas comuns para que, no momento da acessibilização dos *softwares*, os profissionais levem-nas em consideração na tentativa de evitá-las. A seguir, são apresentados alguns exemplos de falhas do critério de sucesso conteúdo não textual (W3C, 2008):

- Texto de espaço reservado, como vazio "" ou "espaçador" que são colocados em posição de "texto alternativo" em imagens ou fotos;
- Referências de programação que não transmitem a informação ou a função do conteúdo, como "*figura 1*", "0001" ou "*Intro # 1*";
- Nomes de arquivos que não são alternativas válidas de texto, como "*Oct.jpg*" ou "*Chart.jpg*" ou "*\\top3.jpg*".

Nas duas próximas subseções os níveis de prioridade e conformidade, que servem para facilitar a construção e avaliação da acessibilidade, são detalhados.

2.6.1 Níveis de Prioridade

Conforme já sinalizado, as diretrizes de acessibilidade encontram-se distribuídas em três níveis de prioridade (W3C, 2008), a saber:

- Prioridade 1: referem-se às exigências básicas de acessibilidade, destacando os pontos em que os criadores e adaptadores de conteúdo *Web* devem satisfazer inteiramente. Se tais exigências não forem cumpridas, grupos de usuários ficarão impossibilitados de acessar as informações do documento;
- Prioridade 2: são as normas e recomendações de acessibilidade cuja implementação garante o acesso às informações. Caso não sejam cumpridas, grupos de usuários terão dificuldades para navegar e acessar as informações contidas nos documentos;
- Prioridade 3: são as normas e recomendações de acessibilidade que, sendo implementadas, facilitarão o acesso aos documentos armazenados na *Web*. Se não satisfeitas, grupos de usuários poderão encontrar dificuldades para acessar as informações contidas nos documentos.

2.6.2 Níveis de Conformidade

Seguindo o raciocínio anterior, de acordo com a satisfação dos seguintes níveis de prioridade, existem os níveis de conformidade:

- Nível de conformidade A: quando todos os pontos de verificação de prioridade 1 forem satisfeitos;
- Nível de conformidade Duplo A (AA): quando todos os pontos de verificação de prioridades 1 e 2 forem satisfeitos;
- Nível de conformidade Triplo A (AAA): quando todos os pontos de verificação de prioridades 1, 2 e 3 forem satisfeitos.

Esses níveis de conformidade são conferidos pelos validadores automáticos de páginas *Web* (SONZA, 2008), que serão detalhados na próxima seção.

2.7 Validação de Acessibilidade

De acordo com o modelo de acessibilidade em governo eletrônico (eMAG), que uma é versão especializada do documento do WCAG voltado para o governo

brasileiro (eMAG, 2005), as diretrizes, por si só, não garantem acessibilidade. Elas apenas servem como pontos orientadores para que seus requisitos sejam cumpridos. Um dos passos para o processo de acessibilização das páginas *Web* é a validação das mesmas, obtida por meio de testes, utilizando mecanismos automáticos (os programas validadores de acessibilidade) e manuais (os usuários). As validações com usuário são realizadas com amostras do público alvo da página *Web*, porém essas validações podem apresentar resultados diferentes a cada amostra, a depender de fatores como a experiência no uso das ferramentas e a cognição dos usuários.

Porém, um problema dos programas validadores é que eles só avaliam a ortografia do código-fonte. Ou seja, eles não verificam a semântica das páginas. Eles apenas verificam se a sintaxe está de acordo com as diretrizes contidas nos guias WCAG e e-MAG, por exemplo. Logo, eles aceitam qualquer tipo de informação, até mesmo espaço em branco, sem verificar se a descrição corresponde ao seu componente relacionado (PEREIRA, 2006). Um exemplo disso pode ser visualizado na Figura 4 que ilustra uma árvore em uma página *Web* com o seu respectivo código-fonte, em HTML, que sendo avaliada por qualquer avaliador automático seria considerada como acessível. Porém, ela possui como descrição da imagem um texto que não tem nenhuma representatividade (*abc xx lixo*). Nesse caso, é interessante ressaltar que o atributo "*alt*" da *tag* IMG, deve conter a descrição da imagem para o caso do navegador não conseguir reproduzir a imagem e por questões de acessibilidade para leitores de tela usados por pessoas com deficiência visual. Logo, o mais apropriado seria utilizar algum texto que descrevesse a árvore com mais semântica, como por exemplo: *uma árvore que foi podada no formato de um rosto de perfil*.

2.8 Usabilidade

O termo usabilidade é empregado para descrever a qualidade de interação de uma interface com o usuário (HIX; HARTSON, 1993). Ou seja, se a usabilidade orientar o desenvolvimento de um sistema, seus usuários se sentirão mais confortáveis e encorajados em usá-lo (SHNEIDERMAN; PLAISANT, 2004).

Conforme Nielsen (2000, 2003), a usabilidade se compõe pelas seguintes características: (i) facilidade no manuseio e capacidade de aprendizado rápido; (ii) dificuldade de esquecimento; (iii) ausência de erros operacionais; (iv) satisfação do usuário; (v) eficiência na execução das tarefas a que se propõe.

Figura 4. Exemplo de Página e Código-Fonte HTML.



Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

Logo, para minimizar os problemas de usabilidade, alguns autores (FERREIRA; NUNES, 2008; PENEDO *et al.*, 2013; FERREIRA; CHAUVEL; SILVEIRA, 2006) afirmam que o seu processo de desenvolvimento deve se concentrar no usuário, isto é, uma interface deve ser projetada com o objetivo de atender as suas necessidades.

Indo ao encontro dessa afirmação, Ferreira e Nunes (2008) afirmam ainda que embora a usabilidade seja fundamental no processo de planejamento e desenvolvimento de um *software* muitos profissionais costumam deixá-la em segundo plano. No entanto, a usabilidade é desejada por quem mais importa: o usuário. Ou seja, aquele que utiliza os serviços do sistema no seu dia a dia. Seja na facilidade de acesso à informação desejada, seja na simplicidade dos comandos de um software, a usabilidade precisa estar presente em todas as ações executadas pelo usuário.

Ainda assim, Dias (2006) que tem sua visão apoiada por Dos Santos (2017), desenvolve mais o conceito de usabilidade com o uso de abordagens diferentes. Quando usabilidade é orientada ao produto, são enfatizadas as características ergonômicas do produto. Quando usabilidade é orientada ao usuário, são relacionados o esforço mental e as atitudes do usuário frente ao produto. Para Dias (2006) e Dos Santos (2017), a interação do usuário, com ênfase na facilidade de uso e no grau de aceitação do produto, é evidenciada quando a usabilidade é vista pela abordagem baseada no desempenho do usuário.

A interface é a parte do *software* que propicia aos usuários se comunicarem com o sistema para realizarem suas tarefas. Ela deve ser projetada com o objetivo de atender as necessidades e expectativas dos usuários, permitindo que eles direcionem sua atenção para os objetos com os quais trabalham, que, por sua vez, devem refletir o mundo real (PRESSMAN, 2014).

Segundo Barbosa e Silva (2010) os métodos de inspeção de uma interface

permitem avaliar as soluções de interface humano-computador (IHC), permitindo antever possíveis consequências das decisões de projeto (do inglês: *design*). Ainda segundo os autores, esses métodos não envolvem diretamente os usuários, portanto, tratam de experiências de uso potenciais, e não reais. Ao inspecionar uma interface, os avaliadores tentam se colocar no lugar de um usuário com determinado perfil, com um certo conhecimento e experiência em algumas atividades, para identificar problemas que os usuários podem vir a ter quando interagem com o sistema, e quais formas de apoio o sistema oferece para ajudá-los a contornarem esses problemas.

Os métodos de inspeção permitem que as interfaces sejam previamente analisadas e possam sofrer modificações antes de tomarem a sua forma definitiva. A participação do usuário nessa fase o torna mais próximo do processo de desenvolvimento, fazendo com que o software tenha uma melhor aceitação por outros usuários do mesmo perfil, visto as características adotadas mediante as recomendações solicitadas pelos usuários (WHARTON et al., 1994). Apesar de existirem diversos métodos de inspeção (avaliação heurística, inspeção semiótica, etc.) tomou-se nesta pesquisa por opção utilizar-se do método do percurso cognitivo devido a sua maior aderência as características deste trabalho.

O percurso cognitivo (do inglês: *cognitive walkthrough*) é um método de avaliação de IHC por inspeção cujo principal objetivo é avaliar a facilidade de aprendizado de um sistema interativo, por meio da exploração da sua interface (WHARTON et al., 1994). Esse método, segundo Barbosa e Silva (2010), foi motivado pela preferência de muitas pessoas em “aprenderem fazendo”, em vez de aprenderem por meio de treinamentos, leitura de manuais, etc. Para julgar a facilidade de aprendizado do sistema, o método considera principalmente a correspondência entre o modelo conceitual dos usuários e a imagem do sistema, no que tange a conceitualização da tarefa, ao vocabulário utilizado e a resposta do sistema a cada ação realizada (BARBOSA; SILVA, 2010). O Quadro 1, apresenta as atividades propostas pelo método do percurso cognitivo. O percurso cognitivo guia a inspeção da interface por meio das tarefas do usuário. Desta forma, o avaliador percorre anteriormente a interface a ser analisada para estabelecer quais tarefas devem ser analisadas. Para cada ação o avaliador tenta se colocar no papel de um usuário para detalhar como seria a sua interação com o sistema. O método tem por objetivo fornecer a identificação das possíveis causas de problemas com a interface, sugerindo as alterações necessárias para a eliminação dos impedimentos encontrados.

O Percurso cognitivo define etapas para a inspeção de uma interface com o intuito de avaliar a mesma no critério de usabilidade. Conforme aponta Brown (2010), o *Design Thinking* (pensar como um designer) pode modificar a maneira de desenvolver produtos, serviços e processos.

Quadro 1. Atividades do método de percurso cognitivo.

Percurso Cognitivo	
Atividade	Tarefa
Preparação	<ul style="list-style-type: none"> ● identificar os perfis de usuários; ● definir quais tarefas farão parte da avaliação; ● descrever as ações necessárias para realizar cada tarefa; ● obter uma representação da interface executável ou não.
Coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> ● percorrer a interface de acordo com a sequência de ações necessárias para realizar cada tarefa; ● para cada ação enumerada, analisar se o usuário executaria a ação corretamente; ● relatar uma história aceitável sobre o sucesso ou falha em realizar cada ação que compõe a tarefa.
Interpretação	
Consolidação dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ● sintetizar resultados sobre: (i) o que o usuário precisa saber a priori antes de realizar as tarefas; (ii) o que o usuário deve aprender enquanto realiza as tarefas; (iii) sugestões de correções para problemas encontrados.
Relato dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ● gerar um relatório consolidado com os problemas encontrados e sugestões de correção.

Fonte: adaptado de Barbosa e Silva (2010).

Segundo Martins *et al* (2016) a abordagem *Design Thinking* emprega a sensibilidade e os métodos do *design* para atender às necessidades das pessoas com o que é tecnologicamente viável e cria uma estratégia de negócios duradoura, proporcionando a conversão desta necessidade em valor para o cliente e oportunidade de mercado. Desta forma, utilizar um método que permita o desenvolvimento de uma solução centralizada no usuário final possibilita que se tenha uma maior proximidade da realidade desejada pelo usuário de forma a atender suas expectativas.

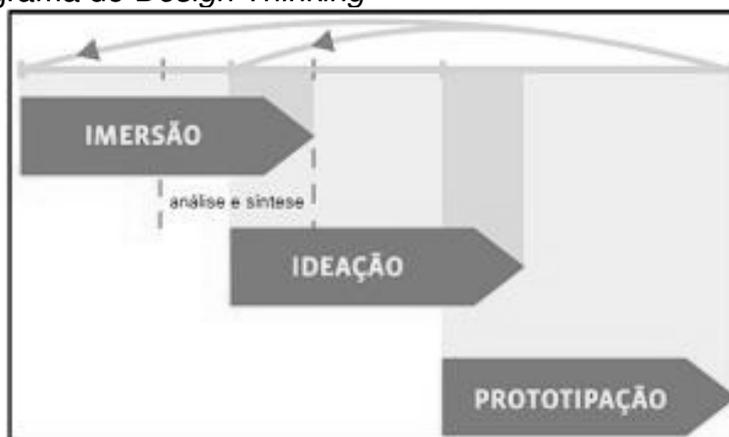
2.9 Design thinking

O *design thinking* é um processo integrativo que tem como objetivo envolver

usuários, designers e empresários (LOCKWOOD, 2010) para resolver problemas utilizando a sensibilidade e métodos do Design. Ele busca fazer a correspondência entre as necessidades humanas com os recursos técnicos disponíveis considerando as restrições práticas dos negócios, colocando essas ferramentas nas “mãos de pessoas que talvez nunca tenham pensado em si mesmas como designers e aplicá-las a uma variedade muito mais ampla de problemas” (BROWN, 2010, p.3).

Brown (2010) divide o processo de *design thinking* em Inspiração, Ideação e Implementação. Enquanto Vianna *et al.* (2012) dividem-no em quatro partes: Imersão, Análise e Síntese, Ideação e Prototipação (Figura 5). A Imersão e a Análise e Síntese nada mais são que a fase de Inspiração dividida em duas, e a Prototipação corresponde à fase de Implementação. Outros autores também atribuem às fases do *design thinking* outras nomenclaturas similares, contudo basicamente elas estão relacionadas às três etapas de Brown (2010).

Figura 5. Fluxograma do *Design Thinking*



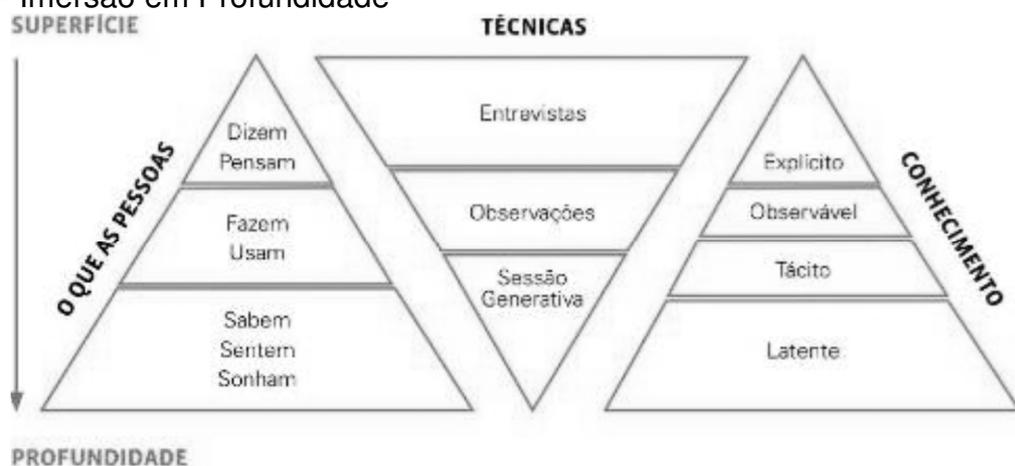
Fonte: Vianna *et. al.*, 2012.

Na Inspiração há a coleta de *insights* para compreensão de como as pessoas experimentam o mundo físico, cognitiva e emocionalmente, e como funcionam grupos sociais e culturas. Isto requer que o gestor-designer se exponha ao mundo e dele participe. Já na Ideação é feita a síntese das informações obtidas durante a etapa de Inspiração e são geradas ideias para o projeto. Nessa etapa é importante ter um grupo de pessoas diversas e multidisciplinares envolvidas no processo. Assim, arquitetos, psicólogos e engenheiros com seus pensamentos divergentes podem contribuir de maneira efetiva no processo. Por fim, na implementação, há a criação e o desenvolvimento dos protótipos do projeto. Eles são fundamentais para testar e refinar as ideias geradas no espaço da ideação. Depois de finalizados deve ser desenvolvida

também a estratégia de comunicação para explicar as ideias (CASA e MERINO, 2011).

Para a devida compreensão do universo e das características do público alvo da pesquisa, Vianna et al. (2011) dividem a fase de imersão em imersão Preliminar e em Profundidade. A primeira tem como objetivo o reenquadramento e o entendimento inicial do problema, enquanto a segunda destina-se à identificação de necessidades e oportunidades que irão nortear a geração de soluções na fase seguinte do projeto, a de Ideação. Na fase de imersão, muitas técnicas, algumas delas oriundas da Antropologia, tais como entrevistas, sessões generativas, cadernos de sensibilização etc., podem ser usadas para realizar esse mergulho nos contextos de interação de uso dos produtos e serviços explorados no projeto. Cada técnica é escolhida em função do que se deseja obter para o projeto (Figura 6) (SLEESWIJKVISSER *et al.*, 2005).

Figura 6 - Imersão em Profundidade



Fonte: adaptado de Sleeswijkvisser *et al.*(2005).

Portanto, pode-se notar que o *design thinking* traz diversas possibilidades de ferramentas a serem abordadas com objetivo de se imergir na problemática de projeto e originar insights para as etapas seguintes. Por isso, buscou-se levantar e analisar alguns instrumentos que pudessem vir a ser utilizados na coleta de dados para proporcionar um desenho mais próximo da realidade do cenário objetivado pela pesquisa. O método, bem como suas etapas, será aprofundado no capítulo 4 deste trabalho.

2.9.1 Ferramentas de Imersão

Baseado em Vianna *et al* (2011), as ferramentas que fazem parte da Imersão Preliminar são: o Reenquadramento, a Pesquisa Exploratória e a Pesquisa Desk. Essas auxiliam no entendimento do contexto do assunto trabalhado e na identificação dos comportamentos extremos que poderão ser estudados mais a fundo num segundo momento da Imersão. Na fase de Imersão em Profundidade estão as Entrevistas, as Sessões Generativas, Um dia na Vida e Sombra (Quadro 2).

Quadro 2 - Ferramentas de Imersão

TIPO DE IMERSÃO	FERRAMENTA	O QUE É
IMERSÃO PRELIMINAR	Reenquadramento	É examinar problemas ou questões não resolvidas em uma empresa sob diferentes perspectivas e diversos ângulos, permitindo, assim, desconstruir crenças e suposições dos atores (<i>stakeholders</i>), e quebrar seus padrões de pensamento, ajudando-os a mudar paradigmas dentro da empresa e, com isso, dar o primeiro passo para alcançar soluções inovadoras.
	Pesquisa exploratória	É a pesquisa de campo preliminar que auxilia a equipe no entendimento do contexto a ser trabalhado e fornece insumos para a definição dos perfis de usuários, atores e ambientes ou momentos do ciclo de vida do produto/serviço que serão explorados na Imersão em Profundidade. Ajuda também na elaboração dos temas a serem investigados na Pesquisa Desk.
	Pesquisa Desk	É uma busca de informações sobre o tema do projeto em fontes diversas (websites, livros, revistas, blogs, artigos, entre outros). O nome Desk origina-se de desktop, e é utilizado porque a maior parte da pesquisa secundária realizada atualmente tem como base referências seguras da internet.
IMERSÃO EM PROFUNDIDADE	Entrevistas	A entrevista é um método que procura, em uma conversa com o entrevistado, obter informações por meio de perguntas, cartões de evocação cultural, dentre outras técnicas. As informações buscadas permeiam o assunto pesquisado e os temas centrais da vida dos entrevistados.
	Sessões Generativas	É um encontro no qual se convida os usuários (ou atores envolvidos no tema do projeto) para que dividam suas experiências e realizem juntos atividades nas quais expõem suas visões sobre os temas do projeto. Visa entender o que sabem, sentem e sonham, muitas vezes de maneira tácita e latente.
	Um dia na vida	É uma simulação, por parte do pesquisador, da vida de uma pessoa ou situação estudada. Ou seja, membros da equipe de projeto assumem o papel do usuário e passam um período de tempo (que pode ser mais do que um dia, dependendo do desenrolar do tema) agindo sob um diferente ponto de vista e interagindo com os contextos e pessoas com os quais se estaria confrontado no dia a dia.
	Sombra	É o acompanhamento do usuário (ou outro ator do

		processo) ao longo de um período de tempo que inclua sua interação com o produto ou serviço que está sendo analisado. Enquanto “sombra”, o pesquisador não deve interferir na ação do usuário, apenas observá-lo.
--	--	---

Fonte: Vianna *et al.* (2011)

Após a coleta de dados na imersão no universo dos usuários com deficiência visual e a investigação sobre as tendências do mercado para soluções que busquem a melhoria da acessibilidade no transporte público, os dados levantados são analisados, cruzando as informações a fim de identificar padrões e oportunidades. Em seguida são analisados e compilados e seus achados principais são capturados no intuito de traçar as características apresentadas como relevantes pelos usuários para a solução do problema em estudo.

A escolha por utilização desse método está baseada, entre outros aspectos, com a adequação do objeto de estudo, dos objetivos, dos cenários e do problema de pesquisa e na análise de outros trabalhos voltados ao desenvolvimento de soluções relacionadas às áreas de: Ergonomia e Design de Produto Lepre *et al* (2015), Medeiros *et al* (2016), Siqueira *et al* (2017); Design Interativo Pazmino (2014); Design para Inovação Demarchi *et al* (2016); Arquitetura Hugo e De Moura (2016); e Design para a acessibilidade Goulart *et al* (2014), Ellwanger *et al* (2015), Demilis *et al* (2016), Normandi e Haddad (2016). Todavia, estes não são os únicos trabalhos relacionados a aplicação do *Design Thinking* para melhoria da acessibilidade ou usabilidade de produtos ou serviços que foram observados e considerados nesta pesquisa, todos esses trabalhos embora de áreas de estudos diferentes, abordam a utilização do *Design Thinking* para a acessibilidade ou para o desenvolvimento de produtos e/ ou serviços centrados no usuário com o objetivo de chegar a uma solução mais próxima da realidade e necessidade do usuário. Estes estudos conduzem para o entendimento que a utilização do *Design Thinking* proporciona a possibilidade de uma solução mais adequada ao usuário do que quando utilizado outros métodos para este desenvolvimento, seja esta solução um produto ou serviço.

Ainda assim, vale ressaltar os aspectos conclusivos a respeito da metodologia que alguns dos autores supracitados mencionam em seus trabalhos:

Durante o desenvolvimento desta pesquisa pôde-se verificar carência de produtos específicos para atender as demandas de portadores de Síndrome de Asperger e de Autismo. O design pode oferecer soluções acertivas para este público e isto requer pesquisa e inclusão do usuário desde o início do processo. Neste sentido, a metodologia Design Thinking mostra-

se apropriada pois, suas etapas, fases e ferramentas permitem um mergulho no problema, oferecendo ao pesquisador uma visualização mais abrangente que as demais metodologias de design (LEPRE *et al*, 2015).

Lepre *et al* (2015) ressaltam a importância da metodologia para a possibilidade de imergir no problema com soluções limitadas ou desconhecidas até o momento. Já Siqueira *et al* (2017) enfatizam a importância da possibilidade do uso de diversas metodologias na aplicação do *Design Thinking* e a contribuição que este fato gera no conhecimento dos problemas abordados.

Entretanto, a fusão metodológica aqui proposta ofereceu a possibilidade de se estudar e compreender os processos de design, promovendo, entre os envolvidos, uma imersão mais intensa no universo metodológico, abrindo espaço para reflexões, desenvolvimento e atualização contínua dos métodos de projeto (SIQUEIRA *et al* 2017).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Classificação da Pesquisa

Para realizar uma pesquisa científica se faz necessária a utilização de conhecimentos, métodos, técnicas e outros procedimentos científicos, que vão desde a adequada formulação do problema até a apresentação dos resultados. As ferramentas metodológicas e pragmáticas variam de acordo com cada pesquisa, pois precisam estar adequadas aos objetivos e objetos de cada estudo (GIL, 1999). Ainda segundo o mesmo autor, a pesquisa é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, cujo objetivo fundamental é descobrir respostas para problemas, mediante o emprego de procedimentos científicos.

No que se refere a esta pesquisa, ela é tida como aplicada. Segundo Gil (1999), esse tipo de pesquisa visa gerar conhecimentos para uma aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Para isso, foi realizada uma pesquisa *Survey* para imergir no universo dos usuários com deficiência visual que utilizam o transporte público a respeito da acessibilidade desse sistema na cidade do Recife e região metropolitana. O objetivo inicial dessa imersão preliminar foi compreender o universo dos usuários entrevistados, compreendendo as suas limitações, desejos e necessidades em relação ao problema abordado. Na segunda etapa da pesquisa *survey*, considerando-se que ao fim da etapa inicial o universo pesquisado foi compreendido, buscou-se o aprofundamento das questões identificadas, objetivando um conhecimento mais profundo das necessidades e características inerentes às limitações e desejos dos usuários pesquisados.

A pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993).

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória em sua fase inicial, imersão preliminar e profunda, e explicativa em seu desenvolvimento. Exploratória, porque o tema da acessibilidade ao transporte público por meio de desenvolvimento de tecnologia assistiva ainda não é um tema esgotado em suas discussões e carece de um aprofundamento a respeito das peculiaridades regionais a respeito deste tema indo ao encontro do que foi apresentado por Ciribelli (2003), o pesquisador teve que se apropriar de um processo de sondagem, com vistas

a aprimorar suas ideias e intuições para, posteriormente, construir seus questionamentos a respeito do novo cenário.

Em sua segunda fase, explicativa, foram utilizados os métodos de *design thinking* e de percurso cognitivo para propor e, posteriormente, analisar as interfaces do sistema que estão apresentadas mais adiante. Após compreender as particularidades do problema e de identificar as variabilidades e comunalidades entre os diferentes elementos inerentes ao contexto, foi necessário expressá-las por meio de um modelo de interfaces, o qual fornecerá um alicerce para posterior desenvolvimento de soluções baseadas no modelo de interfaces proposto.

3.2 Proposta de Solução

A proposta de solução, aqui exposta, visa delinear de forma lógica as atividades desta pesquisa, suas etapas, a metodologia empregada e seus objetivos, os quais estão apresentados ao longo desta seção.

Inicialmente, essa pesquisa teve uma atividade que buscou investigar as características que impediam e/ou dificultavam o acesso dos usuários com deficiência visual ao sistema de transporte público, mais especificamente aos ônibus. Nessa etapa, optou-se em utilizar o método de pesquisa *survey*, por meio de uma entrevista semiestruturada. O referido método, em seu propósito, enquadra-se com devida aderência nessa atividade que buscou identificar quais situações, eventos, atitudes ou opiniões seriam manifestadas pelo público-alvo desta pesquisa.

Neste tipo de pesquisa, a pesquisa *survey* tem o propósito de verificar se a percepção dos fatos, pelo público-alvo, está ou não de acordo com a realidade (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993).

Ainda sobre o método usado nesta etapa, é factível sinalizar que ele teve um corte-transversal (do inglês *cross-sectional*) com uma amostra por conveniência (do inglês *convenience*). Sobre o corte-transversal, ele se definiu em função da coleta ter ocorrido em um só momento (SAMPIERI; *et al.*, 1991). No que se refere à amostra, ela foi classificada por conveniência por ter sido toda realizada com os participantes que estavam, no momento da pesquisa (HENRY, 1990), no Instituto de Cegos Antônio Pessoa de Queiroz na cidade de Recife e na Associação de Cegos de Pernambuco.

A análise dos dados das entrevistas foi realizada por meio do método da análise de conteúdo que segundo Bardin (2004), pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e

objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens, adequando-se às necessidades de análise da presente pesquisa.

Inicialmente, pode-se dizer que análise de conteúdo é uma técnica refinada, que exige muita dedicação, paciência e tempo do pesquisador, o qual tem de se valer da intuição, imaginação e criatividade, principalmente na definição de categorias de análise. Para tanto, disciplina, perseverança e rigor são essenciais (Freitas *et al*, 1997).

Para Bardin (2004), a análise de conteúdo é um método que pode ser aplicado tanto na pesquisa quantitativa como na investigação qualitativa, mas com aplicações diferentes, sendo que na primeira, o que serve de informação é a frequência com que surgem certas características do conteúdo, enquanto na segunda é a presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características em um determinado fragmento de mensagem que é levado em consideração. Para Flick (2009), a análise de conteúdo, além de realizar a interpretação após a coleta dos dados, desenvolve-se por meio de técnicas mais ou menos refinadas. Dessa forma, a análise de conteúdo se vem mostrando como uma das técnicas de análise de dados mais utilizada no campo da administração no Brasil, especialmente nas pesquisas qualitativas (Dellagnelo e Silva, 2005).

Pode-se identificar o enquadramento do método com a pesquisa, uma vez que a fase inicial da pesquisa objetiva entender o problema do usuário em seu contexto e quantificar as informações dadas pelos usuários, para uma posterior análise.

Após essa análise, foi realizada uma revisão bibliográfica para verificar a existência de soluções que se propunham a resolver ou minimizar o problema de requisição dos ônibus pelos usuários com deficiência visual. De acordo com Dane (1990) a revisão bibliográfica é importante para definir a linha limítrofe da pesquisa que se deseja desenvolver, considerando uma perspectiva científica. Ainda segundo o autor, é preciso definir os tópicos chave, autores, palavras, periódicos e fontes de dados preliminares. Nesse sentido, a revisão bibliográfica é considerada um passo inicial para qualquer pesquisa científica (WEBSTER; WATSON, 2002). Nesta atividade foram identificadas as soluções disponíveis no mercado para que fosse possível identificar as limitações das soluções existentes em relação as necessidades dos usuários.

Posteriormente a estas etapas, foi desenvolvido um modelo proposto para solução e suas respectivas interfaces de forma a poder submeter a análise dos usuários para a sua validação, este modelo proposto foi classificado como um Mínimo Produto Viável (MVP) (do inglês: *Minimum Viable Product*) (RIES, 2012).

Em sua análise a respeito do desenvolvimento de startups e de novos negócios voltados para a inovação Ries (2012) propõe que a primeira versão do produto deve ser um MVP, ou seja, o produto mínimo concebível que pode encontrar um conjunto de clientes que estão animados o suficiente para usarem e pagarem pela visão de longo prazo do produto ideal.

O primeiro objetivo em criar um produto de sucesso deve ser encontrar os usuários visionários que querem e precisam do produto. Esses usuários serão capazes de ter a visão final do produto, por isso vão ignorar as falhas temporárias e acabarão ajudando a aprimorar o produto da Startup (RIES, 2012).

Este MVP é caracterizado por um produto que represente de maneira mínima o produto final desejado. O MVP desenvolvido foi utilizado como base para a construção do protótipo de testes a ser apresentado nas seções seguintes deste trabalho. A pesquisa em suas etapas foi desenvolvida sob o fluxo de processos do DT de forma a estruturar e fundamentar o seu desenvolvimento.

A aplicação do método do *Design Thinking* e o seu relacionamento com os objetivos da pesquisa, bem como os métodos utilizados concomitantemente no desenvolvimento deste trabalho, estão expostos no Quadro 3 e serão mais aprofundados ao longo das próximas seções.

A etapa de Imersão utilizou-se do método Survey com a aplicação de entrevistas semiestruturadas para a obtenção de dados; a etapa de Análise e Síntese utilizou-se da análise de conteúdo para a elucidação das informações obtidas na etapa anterior; a etapa de Ideação baseou-se na revisão bibliográfica para a compreensão das soluções já existentes no mercado e o confronto com as indicações de solução fornecidas pelos usuários obtidas na fase de imersão; a etapa de Prototipação utilizou-se do MVP para conceber o desenvolvimento de *Mockups* para a elaboração dos testes de interfaces seguindo as tarefas orientadas pela metodologia do percurso cognitivo.

Quadro 3 - Etapas, objetivos e métodos da pesquisa.

Objetivo Geral				
Propor um modelo de interfaces que possibilite a melhoria da acessibilidade do transporte coletivo voltada aos usuários com deficiência visual				
Objetivos Específicos	Investigar as características que impedem e/ou dificultam a acessibilidade aos ônibus na perspectiva dos usuários com deficiência visual.	Analisar quais são as soluções disponíveis no mercado, que facilitam os usuários com deficiência visual na requisição dos ônibus.	Especificar as características necessárias para uma solução aderente às necessidades dos usuários com deficiência visual e validar a solução proposta com os usuários.	Avaliar o protótipo de interfaces desenvolvido, como solução para os problemas identificados, com usuários com deficiência visual.
Design Thinking				
Atividades e Procedimentos	Imersão: aprofundar o conhecimento a respeito do universo dos usuários com deficiência visual por meio de conversas a respeito da temática para a formulação do questionário.	Análise e Síntese: análise dos dados oriundos da entrevista e análise dos produtos disponíveis no mercado para definição de propostas de solução.	Ideação: após a síntese dos dados das entrevistas, definição dos requisitos necessários para o desenvolvimento de um MVP que atenda as necessidades dos usuários.	Prototipação: construir um protótipo com base no escopo desenvolvido no MVP para a realização de testes e validações com os usuários.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Devido a densidade de métodos utilizados em comum, faz-se necessário o atrelamento a cada atividade da pesquisa a um método, prática ou ferramenta para que a pesquisa possa atender os objetivos esperados, o atrelamento dos métodos pode ser observado com mais profundidade no Quadro 4.

Quadro 4 - Etapas, Métodos e Atividades.

Etapas do <i>Design Thinking</i>	Métodos de pesquisa empregados	Atividade correlacionada
Imersão preliminar	Survey	Entrevista semiestruturada
Imersão profunda	Survey	Entrevista semiestruturada
Análise e síntese	Análise de conteúdo	Transcrição e análise dos dados
Ideação	Revisão bibliográfica – estado da arte	Cardápio de ideias
Prototipação	Mínimo produto viável Percurso cognitivo	Desenvolvimento de <i>Mockups</i> do MVP para testes

Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

4. APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING

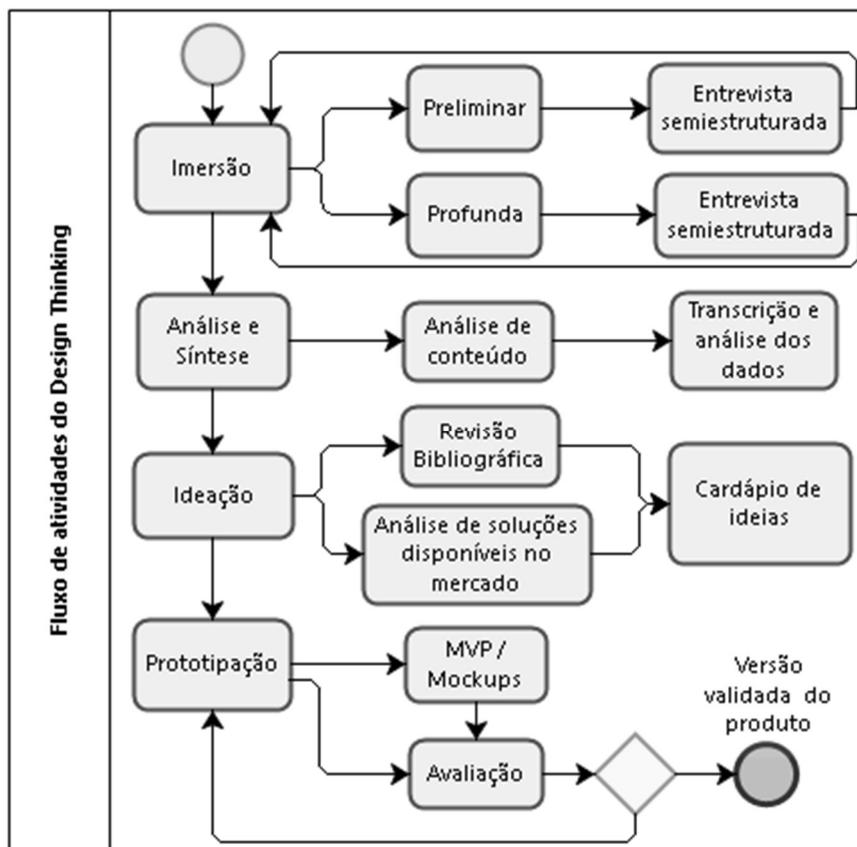
Segundo Cardon (2010) o DT é uma ferramenta útil que aplica o pensamento crítico e criativo para visualizar, compreender e descrever os problemas complexos ou mal estruturados e, em seguida, desenvolver abordagens práticas para resolvê-los de uma maneira mais simples.

Neste mesmo contexto, Martin (2009) propõe que o DT consiste em dar forma a um contexto em vez de tomá-lo como ele é, ou seja, o conceito lida principalmente com o que ainda não existe. Aprofundando essa análise, Brown (2010) propõe que o DT seja uma abordagem que utiliza sensibilidade e métodos do design para resolver problemas e atender às necessidades das pessoas com uma tecnologia viável e comercialmente factível. Em outras palavras, o DT é a compreensão de um cenário por meio da análise de suas características, para o desenvolvimento centrado no usuário, que exige colaboração, interação e abordagens práticas para encontrar as melhores ideias e soluções finais.

Para o entendimento da metodologia utilizada nesta pesquisa, utilizou-se o fluxograma proposto por Vianna *et al*, (2012) demonstrado anteriormente na seção 2.9, apesar de apresentarem-se de forma linear, são aplicadas em ciclos de iteração não lineares e versáteis. Isso por que suas fases podem, durante o processo de execução, serem ajustadas conforme as necessidades do projeto, bem como ao contexto do problema estudado, podendo suas realizações ocorrer de maneira independente, e assim não é necessário esperar o término de uma fase para se iniciar outra.

Para adequação aos objetivos da pesquisa o uso do método do *Design Thinking* foi estruturado conforme a estrutura apresentada na Figura 7 de forma a facilitar o entendimento e a correlação das etapas do método com as etapas da pesquisa desenvolvida.

Figura 7 - O Design Thinking e as etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

4.1 Imersão

Neste trabalho, durante a fase de imersão, Figura 7, foi definido o perfil de usuários, pessoas com cegueira (cegos); a delimitação da pesquisa, região metropolitana do Recife (RMR); a definição do plano de pesquisa, realizar na primeira fase uma eliciação de requisitos por meio de entrevistas semiestruturadas com deficientes visuais que utilizem o ônibus como meio de transporte diário. Durante a etapa de imersão, buscou-se compreender o contexto e o universo do usuário diante da problemática abordada, acessibilidade ao transporte público (ônibus), para esta coleta de dados foi aplicada uma entrevista semiestruturada.

Embora as etapas de imersão preliminar e profunda tenham objetivos diferentes conforme já elucidado anteriormente, ambas foram feitas por meio de aplicação de entrevistas semiestruturadas para a compreensão e caracterização do universo e do problema estudado, cada etapa se aprofundando em seus objetivos. Ambas as etapas foram realizadas com pessoas com deficiência visual total e usuárias de transporte público na região metropolitana do Recife.

Na imersão preliminar, foram entrevistados 30 frequentadores do Instituto de Cegos Antônio Pessoa de Queiroz - IAPQ que não foram questionados sob a sua experiência com a utilização de computadores, celulares ou equipamentos eletrônicos, visto que nesta fase apenas buscava-se compreender sobre o universo dos usuários.

Na etapa seguinte, imersão profunda, foram entrevistados 30 frequentadores da Associação Pernambucana de Cegos – APEC que preliminarmente foram selecionados por terem alguma experiência com o uso de equipamentos como celulares, tablets, computadores, smartphones ou similares. Esta seleção preliminar foi realizada por se considerar que os mesmos teriam maior capacidade de análise em relação às perguntas contidas na entrevista semiestruturada que estavam relacionadas ao uso deste tipo de equipamento.

4.1.1 Ferramentas de Imersão

Baseado em Vianna *et al* (2012), as ferramentas que fazem parte da Imersão Preliminar são: o Reenquadramento, a Pesquisa Exploratória e a Pesquisa Desk. Essas, auxiliam no entendimento do contexto do assunto trabalhado e na identificação dos comportamentos extremos que poderão ser estudados mais a fundo num segundo momento da Imersão. Na fase de Imersão em Profundidade estão as Entrevistas, as Sessões Generativas, Um dia na Vida e Sombra (Quadro 5).

Quadro 5 - Ferramentas de Imersão

TIPO DE IMERSÃO	FERRAMENTA	O QUE É
IMERSÃO PRELIMINAR	Reenquadramento	É examinar problemas ou questões não resolvidas em uma empresa sob diferentes perspectivas e diversos ângulos, permitindo, assim, desconstruir crenças e suposições dos atores (<i>stakeholders</i>), e quebrar seus padrões de pensamento, ajudando-os a mudar paradigmas dentro da empresa e, com isso, dar o primeiro passo para alcançar soluções inovadoras.
	Pesquisa exploratória	É a pesquisa de campo preliminar que auxilia a equipe no entendimento do contexto a ser trabalhado e fornece insumos para a definição dos perfis de usuários, atores e ambientes ou momentos do ciclo de vida do produto/serviço que serão explorados na Imersão em Profundidade. Ajuda também na elaboração dos temas a serem investigados na Pesquisa Desk.
	Pesquisa Desk	É uma busca de informações sobre o tema do projeto em fontes diversas (websites, livros, revistas, blogs, artigos, entre outros). O nome Desk origina-se de desktop, e é utilizado porque a maior parte da pesquisa secundária realizada atualmente tem com base referências seguras

		da internet.
IMERSÃO EM PROFUNDIDADE	Entrevistas	A entrevista é um método que procura, em uma conversa com entrevistado, obter informações por meio de perguntas, cartões de evocação cultural, dentre outras técnicas. As informações buscadas permeiam o assunto pesquisado e os temas centrais da vida dos entrevistados.
	Sessões Generativas	É um encontro no qual se convida os usuários (ou atores envolvidos no tema do projeto) para que dividam suas experiências e realizem juntos atividades nas quais expõem suas visões sobre os temas do projeto. Visa entender o que sabem, sentem e sonham, muitas vezes de maneira tácita e latente.
	Um dia na vida	É uma simulação, por parte do pesquisador, da vida de uma pessoa ou situação estudada. Ou seja, membros da equipe de projeto assumem o papel do usuário e passam um período de tempo (que pode ser mais do que um dia, dependendo do desenrolar do tema) agindo sob um diferente ponto de vista e interagindo com os contextos e pessoas com os quais se estaria confrontado no dia a dia.
	Sombra	É o acompanhamento do usuário (ou outro ator do processo) ao longo de um período de tempo que inclua sua interação com o produto ou serviço que está sendo analisado. Enquanto “sombra”, o pesquisador não deve interferir na ação do usuário, apenas observá-lo.

Fonte: Vianna *et al.* (2011)

Após a coleta de dados na imersão no universo dos usuários com deficiência visual e da investigação sobre as tendências do mercado para soluções que busquem a melhoria da acessibilidade no transporte público, os dados levantados são analisados, cruzando as informações a fim de identificar padrões e oportunidades. Em seguida, são analisados e compilados e seus achados principais, são capturados no intuito de delinear as características apresentadas como relevantes pelos usuários para a solução do problema em estudo.

A escolha por utilização desse método está baseada, entre outros aspectos, com a adequação do objeto de estudo, dos objetivos, dos cenários e do problema de pesquisa e na análise de outros trabalhos voltados ao desenvolvimento de soluções relacionadas às áreas de: Ergonomia e Design de Produto Lepre *et al* (2015), Medeiros *et al* (2016), Siqueira *et al* (2017); Design Interativo Pazmino (2014); Design para Inovação Demarchi *et al* (2016); Arquitetura Hugo e De Moura (2016); e Design para a acessibilidade Goulart *et al* (2014), Ellwanger *et al* (2015), Demilis *et al* (2016), Normandi e Haddad (2016). Todavia, esses não são os únicos trabalhos relacionados à aplicação do *Design Thinking* para melhoria da acessibilidade ou usabilidade de produtos ou serviços que foram observados e considerados nesta pesquisa.

Todos esses trabalhos, embora de áreas de estudos diferentes, abordam a utilização do *Design Thinking* para a acessibilidade ou para o desenvolvimento de produtos e/ ou serviços centrados no usuário com o objetivo de chegar a uma solução mais próxima da realidade e necessidade do usuário. Esses estudos conduzem para o entendimento que a utilização do *Design Thinking* proporciona a possibilidade de uma solução mais adequada ao usuário do que quando utilizado outros métodos para seu desenvolvimento, seja a solução um produto ou serviço.

Ainda assim, vale ressaltar os aspectos conclusivos a respeito da metodologia que alguns dos autores supracitados mencionam em seus trabalhos:

Durante o desenvolvimento desta pesquisa pôde-se verificar carência de produtos específicos para atender as demandas de portadores de Síndrome de Asperger e de Autismo. O design pode oferecer soluções acertivas para este público e isto requer pesquisa e inclusão do usuário desde o início do processo. Neste sentido, a metodologia *Design Thinking* mostra-se apropriada pois, suas etapas, fases e ferramentas permitem um mergulho no problema, oferecendo ao pesquisador uma visualização mais abrangente que as demais metodologias de design (LEPRE *et al*, 2015).

Lepre *et al* (2015) ressaltam a importância da metodologia para a possibilidade de imergir no problema com soluções limitadas ou desconhecidas até o momento. Já Siqueira *et al* (2017) enfatizam a importância da possibilidade do uso de diversas metodologias na aplicação do *Design Thinking* e a contribuição que este fato gera no conhecimento dos problemas abordados.

Entretanto, a fusão metodológica aqui proposta ofereceu a possibilidade de se estudar e compreender os processos de design, promovendo, entre os envolvidos, uma imersão mais intensa no universo metodológico, abrindo espaço para reflexões, desenvolvimento e atualização contínua dos métodos de projeto (SIQUEIRA *et al* 2017).

4.1.2 O Método Survey

Fink (1995a; 1995b) discorre sobre o que é o método *survey*, sua utilidade e quando deve ser utilizado, bem como sobre os principais aspectos relacionados com uma pesquisa *survey*. Como principais características do método de pesquisa *survey* pode-se citar que: (i) o interesse é produzir descrições quantitativas e qualitativas de uma população; e, (ii) faz uso de um instrumento predefinido. Dentro desse contexto e ainda citando o mesmo autor, é possível afirmar que a pesquisa *survey* é apropriada como método de pesquisa quando:

- Deseja-se responder questões do tipo: “o que?”; “por que?”; “como?”; e,

“quanto?”. Ou seja, quando o foco de interesse é sobre: “o que está acontecendo?” ou “como e por que o fenômeno está ocorrendo?”;

- Não se tem interesse ou não é possível controlar as variáveis dependentes e independentes;
- O ambiente natural é a melhor situação para estudar o fenômeno de interesse;
- O objeto de interesse ocorre no presente ou no passado recente.

Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993), a pesquisa *survey* pode ser classificada quanto ao seu propósito em:

- Exploratória: tem como objetivo testar uma teoria e as relações causais, mas também questiona porque a relação existe;
- Explanatória: o objetivo é familiarizar-se com o tópico ou identificar os conceitos iniciais sobre um tópico, dar ênfase na determinação de quais conceitos devem ser medidos e como devem ser medidos, buscar descobrir novas possibilidades e dimensões da população de interesse;
- Descritiva: busca identificar quais situações, eventos, atitudes ou opiniões estão manifestos em uma população; descreve a distribuição de algum fenômeno na população ou entre subgrupos da população ou, ainda, faz uma comparação entre essas distribuições. Neste tipo de *survey* a premissa não é casual, mas tem propósito de verificar se a percepção dos fatos está ou não de acordo com a realidade.

Em síntese, na imersão preliminar, busca-se responder as questões iniciais que são inerentes ao universo do usuário e que são inicialmente desconhecidas pelo pesquisador, são as respostas do tipo: “o que?”; “por que?”; “como?”; e, “quanto?” que o pesquisador busca nesta fase. Na imersão profunda, o pesquisador adentra o universo do usuário buscando conhecer as nuances de suas necessidades diante da problemática estudada, explorando esse universo tentando compreender as opiniões, características e singularidades que permeiam o universo do entrevistado.

4.2 Análise e Síntese

A fase da análise e síntese busca compreender, identificar, caracterizar e materializar o problema estudado. Durante esta fase a pesquisa percorreu por duas etapas de imersão, a preliminar e a profunda. Ambas as etapas foram submetidas a análise de dados, realizada com o uso da técnica da análise de conteúdo para a

obtenção das informações relativas à entrevista semiestruturada aplicada em cada etapa.

4.2.1 Análise de dados – Imersão Preliminar

Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993), pesquisa *survey* pode ser utilizada para a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, normalmente estes dados são adquiridos por meio de entrevistas ou questionários. Desta forma, foi elaborada uma entrevista semiestruturada que possibilitou a coleta de informações a respeito do perfil dos usuários, impressões dos mesmos a respeito do sistema de transportes e, caso existam, as sugestões para minimização de suas dificuldades em relação ao sistema de transportes.

A estrutura apresentada no Quadro 6 foi aplicada por meio de uma entrevista semiestruturada, com o objetivo principal de verificar a premissa inicial desta pesquisa: a existência da falta de acessibilidade para os usuários com deficiência visual total para o acesso e utilização do transporte público, ônibus, na RMR Para isso a entrevista foi organizada em três grupos de perguntas: perfil, dificuldades com o transporte público e sugestões de melhoria. Estes grupos de perguntas foram definidos para alcançar os outros objetivos da entrevista semiestruturada: melhor identificação do perfil dos usuários com deficiência visual, identificação das principais dificuldades dos usuários com deficiência visual na utilização do ônibus e mapeamento das sugestões de melhorias para este transporte.

Quadro 6 - Estrutura da entrevista.

Questionário	
Perfil	1) Idade.
	2) Sexo
	3) Nível de escolaridade.
	4) Trabalha?
	5) Utiliza transporte público? 5.1) Se sim, com qual frequência?
Dificuldades com o transporte público	6) Qual a sua maior dificuldade na requisição do transporte público? 6.1) Como você faz quando não tem ninguém na parada?
	7) Qual a sua maior dificuldade na utilização desse transporte?
Sugestões de melhoria	8) Na sua opinião, o que poderia ser feito para a melhoria deste transporte?

Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

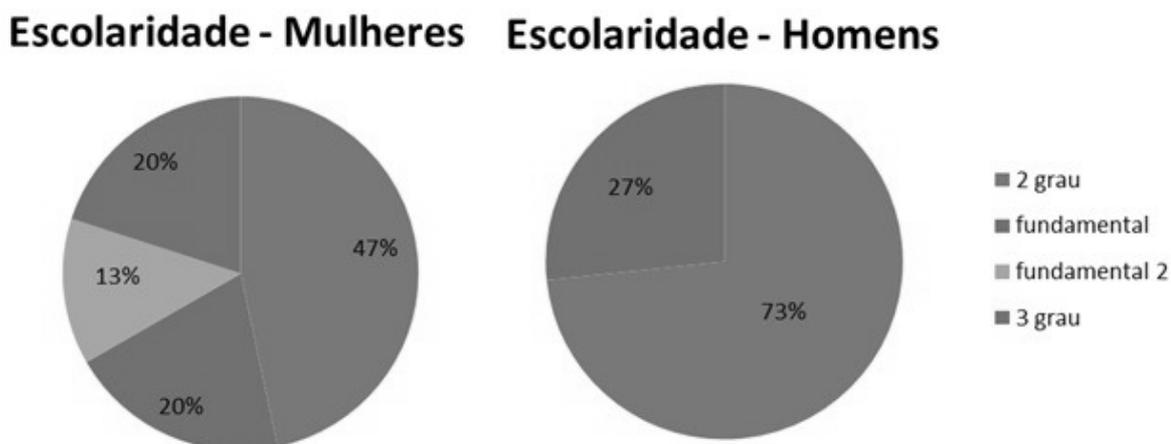
O segundo grupo de perguntas, dificuldades com o transporte público, foi elaborado de maneira que o usuário pudesse explicar as dificuldades encontradas em três situações básicas: solicitar um ônibus, solicitar um ônibus estando sozinho em um ponto e após estar dentro do ônibus quais as maiores dificuldades no uso deste meio de transporte.

A última etapa da entrevista é composta de apenas uma pergunta a respeito das sugestões de melhoria para esse meio de transporte. A entrevista foi concebida de maneira que o usuário tivesse liberdade de expressar as suas opiniões com a maior riqueza de detalhes possível, para posterior mapeamento e identificação dos pontos convergentes entre as diversas opiniões coletadas.

A entrevista semiestruturada foi aplicada com 30 deficientes visuais residentes na região metropolitana do Recife - RMR, deste contingente, foram entrevistados 15 homens e 15 mulheres. Pode-se observar na Figura 8, que apenas 3, das 15 mulheres entrevistadas têm nível superior completo ou estão cursando o nível superior de ensino, e que dentre os entrevistados apenas as mulheres possuem esse nível de escolaridade. A maior parte dos entrevistados 18, dos 30, possui apenas o nível médio.

Após a entrevista semiestruturada, pôde-se identificar por meio da análise de conteúdo que 18, dos 30, dos entrevistados estão entre 28 e 41 anos de idade e que todos os 30, utilizam apenas o transporte público como meio de transporte diário para as suas atividades, precisando, por vezes, utilizar mais de um ônibus ou mais de um meio de transporte para chegar e retornar do seu destino. Dentre as respostas dos usuários, foi possível verificar que existem queixas frequentes a ambos os sexos e nos diversos níveis de escolaridade, desta forma, as queixas, sugestões e impressões a respeito do serviço de transporte, não foram segmentados por sexo ou nível de escolaridade e sim por ocorrência.

Figura 8. Grau de escolaridade dos entrevistados.



Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

A análise dos dados coletados por meio da entrevista permitiu identificar três grupos de opiniões a respeito do serviço de ônibus: as impressões, expectativas e as sugestões de melhoria para este serviço. Desta forma, entrevista semiestruturada apresentou relevância para esta pesquisa a respeito do sistema de transporte permitindo além da verificação de questões relacionadas ao universo dos deficientes visuais e suas necessidades. Os percentuais a respeito das opiniões fornecidas pelos usuários consideraram a frequência de menção nas entrevistas, devendo ser levado em consideração que por ser uma entrevista semiestruturada, os entrevistados puderam dar uma opinião com mais de um termo, aumentando assim a frequência de menção dos mesmos.

Segundo os entrevistados, as percepções que os mesmos têm a respeito do funcionamento do serviço de transportes estão relacionadas propriamente ao serviço e não necessariamente com algum quesito de dificuldade de acessibilidade ou uso, exceto pelo item apontado por 19 dos 30 entrevistados, Tabela 1, ônibus que não param mesmo sendo requisitados. Os entrevistados alegam que os motoristas “queimam” o ponto quando visualizam que apenas existe um ou mais deficientes visuais querendo pegar o ônibus.

Os entrevistados utilizam ônibus todos os dias como meio de transporte, por vezes, fazem o uso combinado com o metrô e talvez por essa combinação de usos e pela diferença de infraestrutura entre os dois serviços, a sugestão em relação à melhoria de funcionamento do serviço que apresentou maior percentual na pesquisa, 30%, foi a de que o ônibus funcionasse de maneira similar ao metrô, Tabela 2. Esta similaridade refere-se às informações que são fornecidas pelo metrô: informação de

aproximação, destino da linha e aviso de próxima parada.

Tabela 1. Percepções dos usuários a respeito do serviço de ônibus.

Percepções a respeito do serviço de ônibus	
Termo	Representação
Motoristas mal educados	11 de 30
Falta de ônibus / Tempo de espera elevado	16 de 30
Falta de local para sentar	21 de 30
Ônibus parando fora da parada	23 de 30
Ônibus que não param mesmo sendo requisitados	19 de 30

Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

Tabela 2. Sugestões dos usuários para melhoria do serviço de ônibus.

Sugestões para melhoria do serviço de ônibus	
Expectativas	Percentual
Aviso sonoro no ônibus informando que o mesmo está na parada	16,66%
Aviso sonoro dentro do ônibus informando qual é a próxima parada	23,33%
Aviso de aproximação do ônibus	10,00%
Funcionamento similar ao metrô	30,00%
Mais ônibus em circulação	56,66%
Motoristas treinados e mais educados	36,66%

Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

O funcionamento similar ao metrô foi apontado pelos usuários entrevistados como solução mais adequada para o sistema de ônibus. Faz-se necessário compreender que o funcionamento similar ao metrô se dá pelo motivo que o sistema de metrô fornece o acesso às informações: de chegada, destino e próxima parada. Desta forma, uma das maneiras de contemplar esta similaridade, seria a utilização de uma tecnologia assistiva que proporcionasse a troca de informações entre os usuários e os ônibus, sem precisar de implantações na infraestrutura dos pontos de ônibus, o fato que geraria a necessidade de grandes investimentos.

A análise das respostas dos entrevistados possibilitou a percepção de que os mesmos conseguiram apesar dos impedimentos estruturais, se adaptar a realidade imposta, e utilizar o sistema de ônibus em seu dia a dia. Pode-se verificar tal fato pelas percepções reveladas, Tabela 3, que em sua maioria estão relacionadas ao tempo de espera ou local para sentar dentro dos coletivos. Estas queixas não são exclusivas de usuários com deficiência visual, fato que revela que além dos problemas estruturais que geram dificuldades particulares a sua deficiência, os mesmos enfrentam toda problemática comum aos outros usuários.

Tabela 3. Expectativas para adequação do sistema de transportes.

Expectativas a respeito do sistema de ônibus	
Características de adequação	Percentual
Redução do tempo de espera	56,66%
Autonomia na utilização do transporte	52,00%
Trafegar sentado	48,00%
Ser respeitado pelos motoristas e cobradores	35,00%

Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

O sistema de transporte envolve diversos fatores que influenciam na percepção da qualidade de seu serviço, sejam eles: sociais, estruturais ou culturais. Estes fatores vão variar para cada perfil de usuário. Todavia, os usuários entrevistados revelaram as suas expectativas a respeito de como o sistema de ônibus deveria funcionar para que estivesse dentro do que eles esperam deste serviço, Tabela 3. Desta forma 56,66% dos usuários revelaram que o que mais esperam para adequação do serviço de ônibus é a redução do tempo espera, ainda assim 52% desejam ter a autonomia na utilização deste serviço, ou seja, não desejam depender da ajuda de terceiros para conseguir utilizar o seu meio transporte diário. Pode-se observar que além da autonomia propiciar um direito ao exercício de sua cidadania, 35% dos entrevistados espera ser respeitado pelos motoristas e cobradores, fato que retoma a perspectiva que os problemas relacionados ao sistema de transporte estão longe de ser apenas um problema de mobilidade ou de infraestrutura das cidades, mas sim um problema social.

4.2.2 Análise de dados – Imersão Profunda

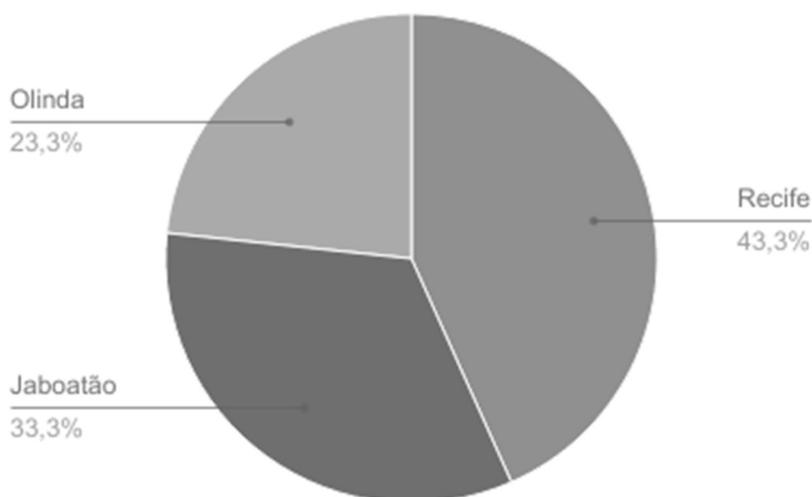
Após a aplicação da primeira entrevista, foi possível constatar que a premissa inicial é verdadeira, ou seja, existe dificuldade na acessibilidade ao transporte público por parte dos usuários com deficiência visual. A partir dessa informação foi verificada a necessidade de se aprofundar no contexto das necessidades dos usuários com deficiência visual e foi realizada uma nova pesquisa com usuários com deficiência visual da RMR com a participação dos afiliados a Associação Pernambucana de Cegos – APEC e com participantes nas redes sociais desde que deficientes visuais totais e residentes na RMR. As entrevistas foram realizadas utilizando a plataforma do *Google Forms* para facilitar na consolidação dos dados. Vale observar que apesar da utilização desta plataforma, em função do baixo retorno das respostas, foi necessário que o pesquisador fosse até o local aplicar as entrevistas pessoalmente,

portanto considera-se a entrevista semiestruturada.

Para a segunda etapa de entrevistas, foi concebido um questionário que possibilitasse a verificação de que a problemática da falta de acessibilidade ao transporte público se mantinha verdadeira em outro grupo focal na mesma região geográfica e que permitisse a verificação de quais dificuldades eram mais impactantes na acessibilidade do usuário com deficiência visual total ao transporte público.

Foram entrevistados 30 frequentadores da APEC, onde a entrevista apenas perfilou por sexo, idade e cidade de residência do usuário, Figura 9. As outras perguntas buscaram delinear quais as dificuldades encontradas por estes usuários antes de embarcar e após estar dentro do ônibus os problemas para utilizar e desembarcar do ônibus.

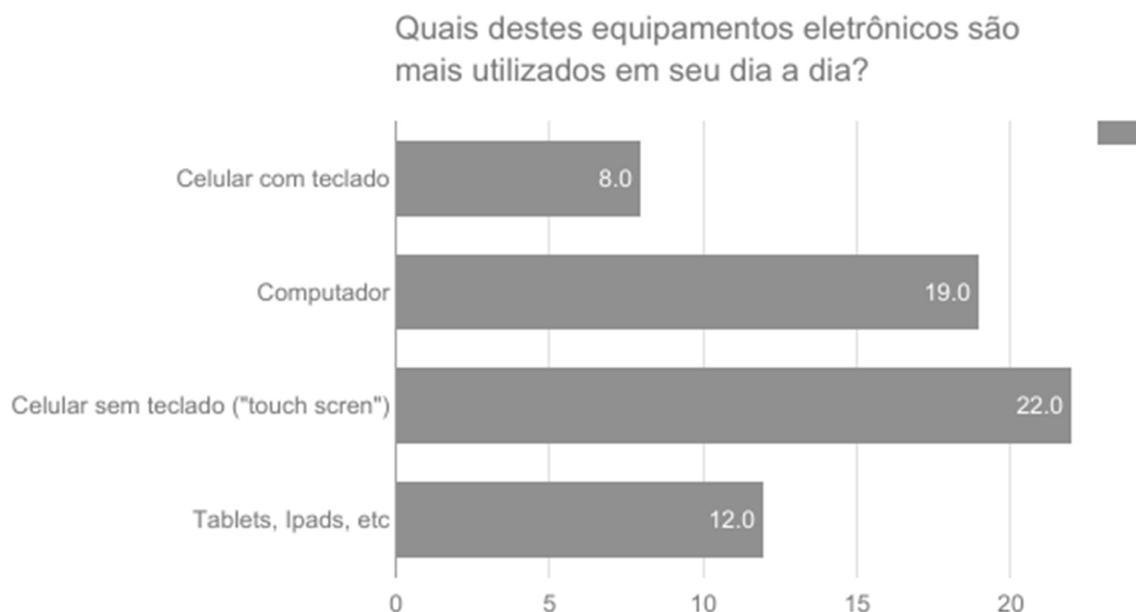
Figura 9. Distribuição de usuários por cidade da RMR.



Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Nesta segunda etapa, foi de grande relevância identificar os tipos de aparelhos eletrônicos que os usuários utilizam em seu dia a dia e foi verificado que apenas oito entrevistados fazem uso de celular com teclado, Figura 10, enquanto que 22 fazem uso de *smartphones* do tipo *Touch Screen* (telas sensíveis ao toque ou táteis), fato que evidencia que é possível o desenvolvimento de uma tecnologia para este tipo de aparelho.

Figura 10. Utilização de equipamentos eletrônicos.

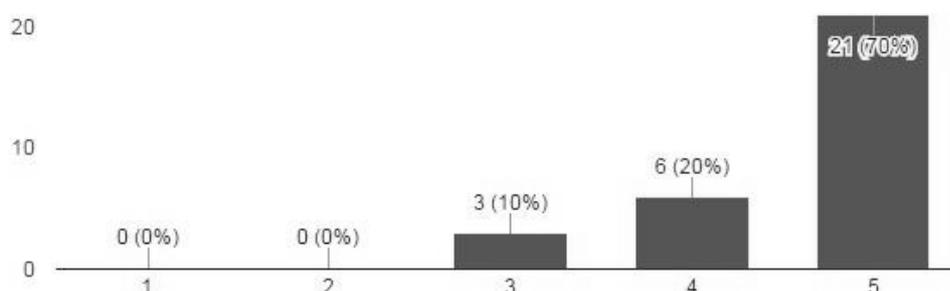


Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

As perguntas a respeito dos problemas identificados no decorrer do uso do ônibus, foram respondidas segundo a escala Likert de 5 variações, onde o número 1 correspondia a não dificulta e 5 correspondia a dificulta muito. Quando questionados a respeito da espera por um ônibus e a falta de informação de qual linha se aproxima do ponto, 27 usuários classificaram como 5 e 3 como 4. Esta análise nos encaminhou ao entendimento que os problemas identificados na imersão preliminar eram relevantes e ainda evidentes.

Quando questionados a respeito da falta de informação quando dentro do ônibus, ou seja, não conseguirem ter informações a respeito de onde irão descer 21 usuários, 70% consideraram como algo que dificulta muito o dia a dia deles, Figura 11.

Figura 11. Falta de informações de onde desembarcar.



Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

A entrevista continha duas perguntas abertas a respeito do funcionamento do ônibus, onde os usuários podiam expor livremente a sua opinião Figuras 12 e 13. A primeira delas é a respeito da expectativa do usuário a respeito do funcionamento deste transporte, ou seja, como o ônibus deveria funcionar segundo a opinião dele. Após analisar as respostas por meio de uma análise de conteúdo evidenciou-se que, similarmente a pesquisa preliminar, os usuários relacionam a estrutura desejada similar ao metrô ou BRT, este mesmo relacionamento a respeito do metrô foi identificado na imersão preliminar, a novidade se dá pela inserção do BRT (*Bus Rapid Transport*). Esta inserção pode ter acontecido pelo intervalo de tempo entre uma fase e outra da pesquisa, tempo que permitiu aos usuários a maior utilização do BRT. Esta mesma relação com o desejo de similaridade ao metrô ou BRT se dá pelo mesmo motivo identificado na fase de imersão preliminar, o desejo de uma infraestrutura de estações e a segurança de informações a respeito de chegada das linhas e do próximo ponto de desembarque, Figura 12.

Figura 12. Desejo de funcionamento dos usuários em relação ao ônibus.

Alguma forma de identificar o ônibus chegando na parada; Paradas bem definidas e respeitadas; Alguma forma de identificar a parada estando dentro do ônibus.
Um ponto onde os ônibus tivessem o local fixo de parada, (como as estações do BRT existentes aqui em minha cidade) com pontualidade e ferramentas que pudessem identificar o ônibus e informar ao motorista que uma pessoa com deficiência visual vai subir e, em determinado ponto, irá descer.
um serviço que fosse mais contínuo e que tivesse mais informações
saber quando ele vai chegar e que ele pare na parada
que as paradas tivessem estrutura como o brt e que tivesse informação a respeito da chegada do ônibus
que as paradas fossem respeitadas que as paradas tivessem estrutura que o onibus desse a informação de qual o proximo ponto
respeitar as paradas e ter informações
que fosse parecido com o metrô ou brt

Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Figura 13. Opiniões a respeito de uma possível solução.

De uma utilidade indescritível
Fundamental, indispensável para garantir autonomia e independência.
essencial, iria tornar ele mais fácil
seria revolucionário
Seria fantástico e imprescindível para o dia a dia
seria fascinante e revolucionário
não consigo descrever tamanha a importância de uma ferramenta como esta
mudaria a minha qualidade de vida me dando independência
seria maravilhoso, eu teria autonomia no meu ir e vir
Seria algo inimaginável em relação aos dias de hoje, visto que mesmo com alguns aplicativos desenvolvidos, eles ainda apresentam problemas.
revolucionário

Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Quando os usuários foram questionados na segunda pergunta aberta: “Supondo que fosse possível fazer a solicitação do ônibus, monitorar a sua chegada e saber qual a próxima parada por meio de uma ferramenta instalada no seu celular. Qual seria a importância dessa ferramenta em seu dia a dia?”. Os mesmos já tinham percorrido todas as perguntas anteriores a respeito da acessibilidade no transporte público e relataram em sua maioria, Figura 13, que esta hipotética ferramenta significaria uma grande contribuição em seu dia a dia, seja pela autonomia, segurança, qualidade de vida, independência ou pela necessidade de minimização que os problemas da falta de informação e de infraestrutura que cercam o transporte público na RMR trazem aos usuários com deficiência visual.

4.2.3 Síntese - Definição do problema

Conforme a análise de dados das etapas anteriores os entrevistados sugerem que o serviço de ônibus funcione de forma similar ao metrô ou BRT. No entanto, conforme já mencionado, foi dada esta referência ao metrô e ao BRT, pelo fato de nestas estações o usuário tem acesso às informações de: aproximação do metrô/BRT, destino da linha e aviso de próxima parada. Essas informações são tidas pelos usuários como essenciais para a acessibilidade ao serviço do ônibus.

Apesar de saber das diferenças de infraestrutura que envolve o ônibus, o metrô

e o BRT, foi possível perceber ao longo das entrevistas que o maior desejo dos usuários entrevistados é o acesso à informação. Desta forma, dentre as sugestões citadas de maneira informal que mais chamou a atenção do entrevistador, foi a proposição de um aplicativo que possibilitasse ao usuário ter acesso às informações que são dadas no metrô e no BRT adaptadas ao ônibus. Logo, o uso do aplicativo em um celular seria conveniente pelo fato de não impor ao usuário o uso de outro equipamento em seu dia a dia e que quando questionados a respeito desta solução, os mesmos se mostraram receptivos e entusiasmados com esta possibilidade.

4.3 Ideação

Para Brown (2010), a ideação é o processo no qual as ideias e conceitos são gerados e prototipados com o objetivo de gerar inovações sobre os problemas identificados na etapa de Imersão. Desta forma, busca-se nesta etapa compreender as soluções já existentes no mercado e analisar as respostas obtidas nas entrevistas para desenvolver ideias de como desenvolver uma proposta de solução para o problema estudado, seguindo esta diretriz espera-se a possibilidade de desenvolver uma proposta de solução mais aderente à necessidade identificada nas etapas descritas anteriormente visto o embasamento adquirido até a conclusão desta etapa da pesquisa.

4.3.1 Revisão Bibliográfica

A partir da decisão por utilizar uma solução baseada em tecnologia assistiva móvel, foi realizada uma pesquisa buscando quais as soluções disponíveis no mercado que estivessem dentro dessa característica. Este capítulo, além de apresentar o resultado dessa pesquisa, faz uma comparação das soluções, analisando quais delas poderiam contribuir para a construção da solução apresentada a seguir.

Para a composição e o estudo do arcabouço a respeito do tema abordado foram analisadas soluções propostas em artigos científicos identificados por meio de busca exploratória nas bases *Scopus e Scielo* que continham em suas palavras chave ou no seu *abstract* as palavras: acessibilidade, transporte público, tecnologia assistiva, pessoas com deficiência e suas variações.

Os trabalhos utilizados como fonte para o desenvolvimento deste trabalho foram: Willis, (2005); Antunes e Simões, (2013); Bertolozzi *et al* (2013); Mano *et al*

(2013); Goulart *et al* (2014); Nunes, (2014); Pazmino, (2014); Pereira e Rodrigues, (2014); Ellwanger *et al*, (2015); Lepre *et al*,(2015); Rosa *et al*, (2015); Ribeiro, (2015); Agostini *et al*, (2016); Bianchi, (2016); Demarchi *et al*, (2016); Demilis *et al*, (2016); Hugo e de moura (2016); Jorge e Maciel, (2016); Medeiros *et al*, (2016); Normandi e Haddad (2016); Silva Barbosa, (2016); Scavasin, (2016); Agostini *et al*, (2017); Costa *et al*, (2017); De oliveira *et al*, (2017); Mello e Portugal, (2017); Siqueira *et al* (2017); Scatolim *et al*, (2017).

Dos trabalhos utilizados como fonte de ideias e contexto a respeito da temática da acessibilidade e suas ferramentas, os que mais contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa por terem objetivo similar ao deste estudo foram: Willis, (2005); Agostini *et al*, (2016); Bianchi, (2016); Scavasin, (2016); Agostini *et al*, (2017); Mello e Portugal, (2017) por abordarem a temática do transporte público e da acessibilidade demonstrando outras abordagens para a proposição de soluções visando a melhoria da acessibilidade de pessoas com deficiência visual.

Em Willis (2005), é apresentada uma solução que utiliza um sistema de grade *RFID - Radio Frequency IDentification* (Identificação por rádio frequência), como solução para o problema de acessibilidade de alunos cegos. As *RFIDs* seriam programadas com informações sobre o ambiente ao seu redor, permitindo assim que não seja necessário um sistema centralizado com os dados armazenados ou uma rede *wireless* para troca de informação. De acordo com Scavasin (2016), para atender à lei de mobilidade urbana 12.587/12, uma empresa mineira criou um sistema para disponibilizar e equipar ônibus para a maior acessibilidade aos seus usuários cegos. Ao usuário coube adquirir e portar um controle remoto com o sistema embarcado. Essa empresa atua nas cidades de Jáu/SP, Araucária/PR e Limeira/SP. No interior de São Paulo foi idealizado pelo grupo criar BUSALERT.

Na mesma linha de desenvolvimento de software para acessibilidade, Bianchi (2014) apresenta o desenvolvimento de um sistema móvel para o controle de transporte coletivo, com o fim de auxiliar a utilização deste por pessoas com deficiência visual. Todavia, Bianchi não chegou a realizar testes com os deficientes visuais.

Ainda sob a perspectiva do desenvolvimento de ferramentas que proporcionem uma melhoria na acessibilidade Agostini *et al* (2016, 2017), apresentam em seus trabalhos a revisão dos trabalhos anteriores aqui apresentados e propõe o desenvolvimento de uma *Smart Station* (parada inteligente) para solução do problema

da acessibilidade ao ônibus. Todavia, conforme discutido anteriormente, esta solução não se adéqua a realidade da região estudada devido aos problemas sociais ou de infraestrutura.

Para análise das políticas públicas que envolvem o contexto social e o planejamento urbano das cidades sem a discriminação das pessoas com deficiência, Mello e Portugal (2017), apresentam o seu trabalho contextualizando a importância de incluir todas as perspectivas de limitações dos usuários para os planos de mobilidade urbana.

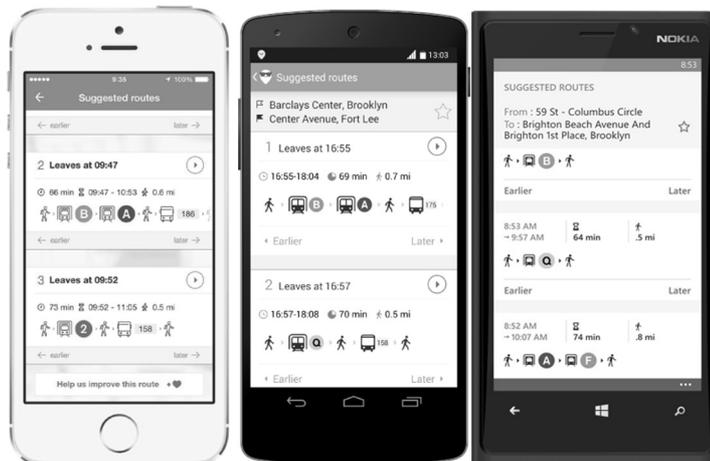
Diante das literaturas estudadas também foram consideradas as ferramentas já desenvolvidas e que estão disponíveis no mercado. Para a análise comparativa destas soluções, foram estabelecidos seis critérios de avaliação baseados nas necessidades dos usuários. Os critérios estabelecidos foram: (i) custos de utilização; (ii) funcionamento em *smartphone*; (iii) requisição de ônibus; (iv) requisição de mais de um ônibus; (v) atualização de dados automática; e (vi) interface acessível. Esses critérios foram estabelecidos com o objetivo de verificar se as soluções analisadas, proporcionavam ao usuário a possibilidade de requisitar um ou mais ônibus, em seu próprio *smartphone* com atualização de dados automática e sem custo adicional para a utilização da solução. Também foram avaliadas as interfaces para identificar a acessibilidade das mesmas.

Moovit

O Moovit, Figura 14, tem a proposta de gerenciar um trajeto de um ponto de origem a um determinado destino, informando aos usuários os meios de transporte que devem utilizar para que sua viagem ocorra de forma mais rápida. O aplicativo fornece informações a respeito das linhas de ônibus e metrô que os usuários devem utilizar, incluindo em alguns casos a troca do meio de transporte, informando aos usuários em que ponto ele deve desembarcar de um ônibus e embarcar no metrô ou vice-versa. Atualmente, este aplicativo funciona em tempo real apenas quando integrado em um painel que fica instalado em pontos de ônibus e estações de metrô, sendo essa integração testada e considerada eficiente (LUCKY; DePAOLI, 2014). No entanto, até o momento da escrita desta dissertação, ainda não se tinham avaliações sobre a sua eficiência quando utilizados em dispositivos móveis. Vale ressaltar que o mesmo ainda não dispõe de uma interface adaptada para deficientes visuais e que sua proposta é diferente dos demais aplicativos em questão, visto que o mesmo

destina-se apenas a informar qual o trajeto e não a auxiliar o embarque e o desembarque em tempo real.

Figura 14. Apresentação do Moovit.



Fonte: MOOVIT (2014).

A análise desta solução baseada nos seis critérios propostos nesta pesquisa, estão dispostos no **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Além de analisar segundo os critérios propostos, também foi realizada uma análise geral da solução, onde pode-se verificar outros problemas: (i) limita-se a apresentar ao usuário o roteiro que o mesmo deve seguir informando qual ou quais linhas de ônibus e/ou metrô o mesmo deve utilizar para chegar ao seu destino; (ii) por hora, essa solução necessita de um painel instalado em um ponto de ônibus e/ou estação de metrô para informar aos usuários a respeito da aproximação do transporte; (iii) o aplicativo destina-se apenas ao planejamento das viagens e não a interação constante, em tempo real, com os usuários; (iv) utiliza-se de muitos recursos visuais que não estão adaptados aos usuários com deficiência visual.

DPS 2000

A principal finalidade do sistema de sinalização eletrônica de embarque DPS2000 é avisar antecipadamente aos motoristas dos ônibus urbanos quando houver usuário cego ou cadeirante precisando embarcar em um determinado ponto, permitindo, dessa forma, que o motorista faça a devida parada (GERAES, 2013). Esse sistema avisa, quando informado a linha de um ônibus, por meio de um sinal (sonoro e/ou vibração), a aproximação de um ônibus da linha pelo aparelho receptor do usuário com deficiência visual.

Conforme mencionado, o sistema foi desenvolvido para usuários cadeirantes e deficientes visuais, visto que são emitidos sinais sonoros diferentes para o motorista a depender da deficiência do usuário. O sinal é emitido ao motorista em uma distância de aproximadamente 100 metros do ponto que ocorreu a solicitação. Para os usuários com deficiência visual o sistema, além de avisar a aproximação do ônibus, também auxilia na localização da porta do coletivo. Para isso, são necessários dois aparelhos diferentes (o transmissor e o receptor), conforme ilustrado na Essa solução funciona com uma rede de comunicação própria por rádio frequência, não dependendo do uso de outras redes de comunicação. Ou seja, esse sistema funciona de forma independente e no momento não é possível utilizá-lo em aparelhos celulares, sendo necessário o uso de dispositivo próprio. Além desse problema, essa solução apresenta outros: (i) custo de compra de um novo equipamento destinado apenas para requisição dos ônibus; (ii) problemas com a atualização da lista dos ônibus cadastrados ao mudar de cidade; (iii) limitação de escolha de apenas uma linha a ser monitorada; (iv) não auxilia o usuário a localizar os pontos de ônibus próximos de sua localização. Ou seja, o usuário pode requisitar um ônibus estando fora do ponto, o que iria inviabilizar a parada do mesmo. Estes problemas foram inclusos na avaliação.

Figura 15.

Essa solução funciona com uma rede de comunicação própria por rádio frequência, não dependendo do uso de outras redes de comunicação. Ou seja, esse sistema funciona de forma independente e no momento não é possível utilizá-lo em aparelhos celulares, sendo necessário o uso de dispositivo próprio. Além desse problema, essa solução apresenta outros: (i) custo de compra de um novo equipamento destinado apenas para requisição dos ônibus; (ii) problemas com a atualização da lista dos ônibus cadastrados ao mudar de cidade; (iii) limitação de escolha de apenas uma linha a ser monitorada; (iv) não auxilia o usuário a localizar os pontos de ônibus próximos de sua localização. Ou seja, o usuário pode requisitar um ônibus estando fora do ponto, o que iria inviabilizar a parada do mesmo. Estes problemas foram inclusos na avaliação.

Figura 15. Estrutura de funcionamento do sistema DPS2000



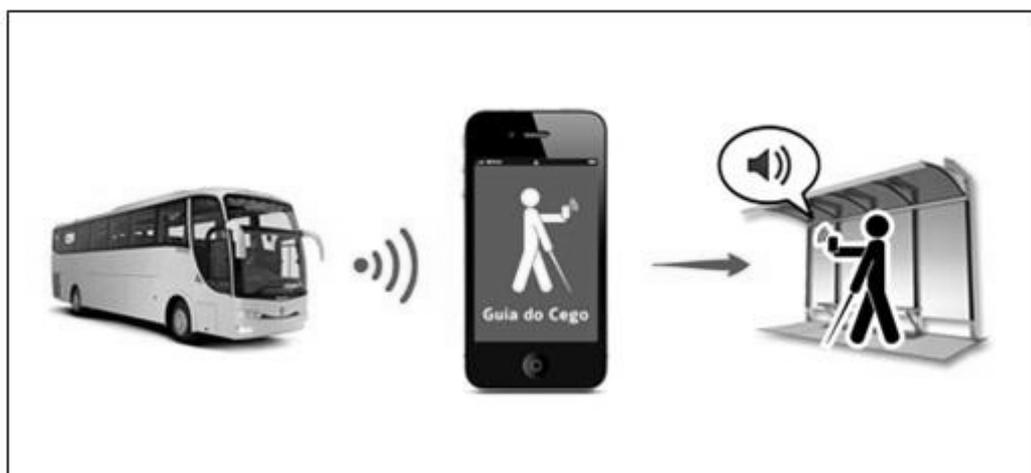
Fonte: Geraes (2013).

Guia do Cego

O Guia do Cego é um projeto de um aplicativo para *smartphones* que auxiliaria os deficientes visuais informando pontos turísticos e comerciais da cidade com alertas sonoros e áudio descrições, além de ajudá-los em pontos de ônibus, indicando qual a linha que se aproxima (BRAVA, 2014). Esse aplicativo, Figura 16, destina-se a ser um guia para os deficientes visuais, guiando-o pela cidade e auxiliando com informações. Desta forma o aplicativo pretende auxiliar inclusive no processo de requisição de ônibus, informado ao usuário a respeito da aproximação de uma linha desejada.

O aplicativo funcionaria a partir de um sistema que integra o uso de uma rede *WiFi*, um dispositivo com GPS (do inglês: *Global Positioning System* – GPS) instalado no ônibus e um *smartphone* com o aplicativo instalado. Com a estrutura exposta na Figura 16, o aplicativo pretende solucionar os possíveis problemas dos usuários com deficiência visual na tomada de ônibus, fornecendo alertas sonoros a respeito da aproximação dos ônibus.

Figura 16. Estrutura de funcionamento do Guia do Cego.



Fonte: Brava (2014).

O aplicativo também forneceria áudio descrições quando o usuário se aproximasse de pontos turísticos ou de prédios comerciais, fornecendo informações pertinentes a respeito do mesmo (BRAVA, 2014).

Foi realizada a análise do Guia do Cego, considerando-se os seis critérios propostos. Todavia, por se tratar de um projeto que até o momento desta pesquisa não foi finalizado, não foi possível avaliar a interface do mesmo, desta forma o resultado para este critério está como não se aplica (N/A) no Quadro 6. Também foram identificados os seguintes problemas: (i) aplicativo em fase de projeto, fato que dificultou a realização de testes; (ii) propõe-se a monitorar apenas uma linha de ônibus a cada requisição. Ainda assim, vale ressaltar que a análise está baseada nas informações do projeto e não na análise do aplicativo real.

e-Guia

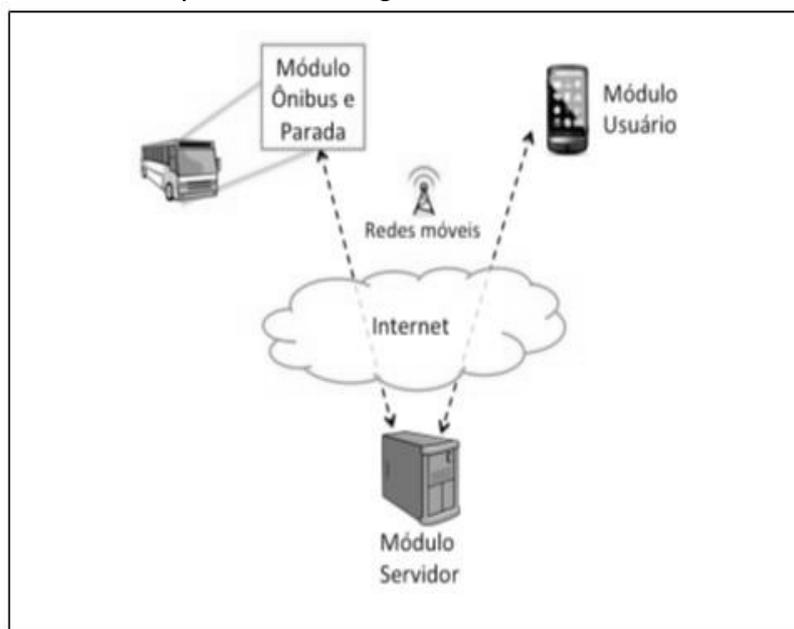
O e-Guia, Figura 17, é um sistema que trás informações aos deficientes visuais que utilizam transportes urbanos, especificamente ônibus, por meio de dispositivos móveis (MORAIS *et al.*, 2013). O sistema é dividido em três módulos: ônibus-ponto, servidor e usuário. O módulo ônibus-ponto é um conjunto de *hardware* com *software* embarcado que fica localizado no interior do ônibus e que transmite constantemente informações de referência geográfica (latitude e longitude) para o módulo servidor.

Esse sistema depende constantemente do uso da rede móvel, sendo esta imprescindível para seu funcionamento, visto a necessidade de conexão entre os diversos módulos para conseguir o monitoramento da frota de ônibus. Faz-se

necessário também a instalação de infraestrutura nos pontos de ônibus, para que exista a comunicação entre o dispositivo instalado no ônibus e no ponto.

O módulo servidor concentra e processa informações sobre a localização dos ônibus, enviadas pelo módulo ônibus dentro de cada veículo de transporte, também disponibiliza um serviço de consultas para clientes. O módulo usuário permite que os usuários com ou sem deficiência visual, por meio de tecnologias móveis assistivas, façam consultas de linhas de ônibus e obtenham estimativas de tempo e distância.

Figura 17. Visão Geral da Arquitetura do e-guia.



Fonte: Morais *et al.*, (2013).

Esse sistema utiliza uma infraestrutura robusta para seu funcionamento, conforme observa-se na Figura 17, sendo necessário além do investimento em equipamentos para os ônibus, o investimento em infraestrutura para os pontos de ônibus. Diante dos testes aplicados por Morais *et al.* (2013), esse sistema mostrou-se eficaz diante do cenário aplicado, restando adaptá-lo para o mercado.

A análise desta solução segundo os critérios estabelecidos, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, pode conduzir a interpretação que esta solução estaria próxima a uma adequação para os usuários com deficiência visual. Todavia, apesar desta análise, foram identificados problemas: (i) dependência de instalação de equipamentos em cada ponto de ônibus; (ii) necessidade de uma infraestrutura que suporte a comunicação contínua com o usuário; (iii) a localização do usuário só é possível por modo de texto, não utiliza GPS; (iv) limita-se a monitorar apenas uma linha de ônibus por vez. Os problemas relacionados a demanda de infraestrutura

tornam esta solução inviável.

Bus Alert

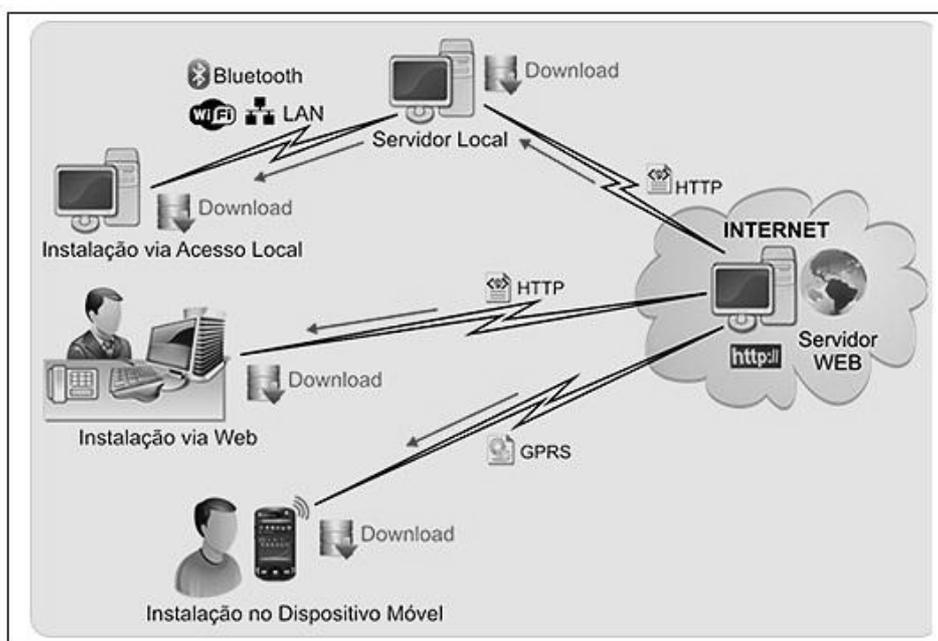
O *Bus Alert* é um aplicativo para dispositivos móveis (*tablet* ou celular) desenvolvido para auxiliar o passageiro com deficiência visual a monitorar as distâncias e/ou o tempo de chegada entre o ônibus mais próximo e o ponto de ônibus onde ele se encontra (BUSALERT, 2014). O aplicativo só funciona embarcado em aparelhos do tipo *smartphones* que suportam a plataforma JAVA ou *Android*. No referido aplicativo, o usuário deve digitar o número do ponto e o número da linha de ônibus que pretende utilizar para que o mesmo possa avisá-lo, por meio de sinais visuais e sonoros, sobre a aproximação dos ônibus.

O seu funcionamento, Figura 18, necessita da instalação de um aparelho com um sistema de GPS instalado dentro do ônibus, que irá identificar a posição real do ônibus. As informações de localização são enviadas para o celular do usuário, que irá emitir um alerta sonoro informando sobre a aproximação do ônibus.

O processo de desembarque no passageiro também foi contemplado pela solução. Para tal, o usuário deve digitar o número do ponto que deseja desembarcar para que um sinal sonoro possa ser emitido pelo *smartphone* um ponto antes do informado, possibilitando que o usuário tenha tempo hábil para descida. O *Bus Alert* está em fase de testes e, por enquanto, opera em cerca de 40 pontos na cidade de São Carlos no estado de São Paulo. Segundo a empresa responsável, o sistema está em negociação para implantação em outras cidades do interior paulista (MEDEIROS, 2012). Para receber o aplicativo no celular, basta enviar uma mensagem de texto para as operadoras de telefonia móvel cadastradas.

Os problemas identificados nesta solução, são os seguintes: (i) necessidade de um investimento em infraestrutura de servidores capazes de suportar a demanda de troca de informações com os usuários; (ii) dependência de parcerias com empresas de telefonia para o funcionamento do serviço (Figura 13); (iii) custo para o usuário a cada consulta de informações; (iv) para utilizar o sistema é necessário que a operadora de telefonia disponibilize o aplicativo, fato que dificulta a atualização de suas versões; (v) não auxilia o usuário a localizar os pontos de ônibus próximos de sua localização.

Figura 18. Estrutura de funcionamento do BusAlert.



Fonte: BusAlert (2014).

O BusAlert assim como o e-GUIA, demanda um investimento em infraestrutura, no caso do BusAlert, existe uma necessidade de parcerias com empresas de telefonia para a disponibilização do aplicativo e de uma rede de comunicação entre os servidores do BusAlert e das operadoras, Figura 18. Esse investimento é transferido para o usuário com a cobrança de tarifas na utilização do aplicativo, onerando o mesmo a cada utilização. Apesar de ter uma boa avaliação segundo os critérios propostos, a geração de custos para o usuário inviabiliza o uso desta solução.

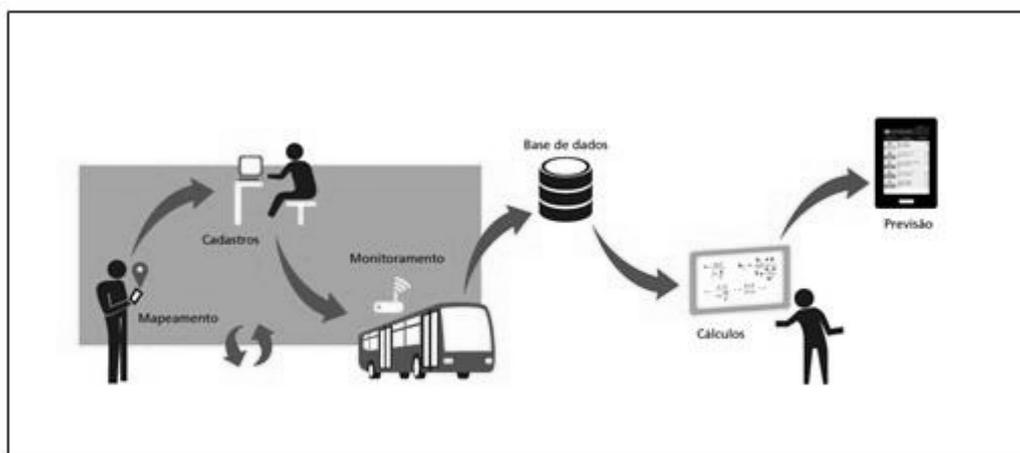
CittaMobi Acessibilidade

O CittaMobi é um aplicativo que destina-se a fornecer informações sobre as previsões de aproximação dos ônibus em relação a um ponto de ônibus. Após utilizar a localização do GPS do *smartphone* do usuário para determinar o ponto de ônibus no qual o usuário deseja esperar o ônibus, este aplicativo se propõe a informar com precisão a aproximação das linhas de ônibus ao ponto escolhido pelo usuário.

O aplicativo utiliza em sua estrutura, conforme mostrado na Figura 19, um aparelho instalado dentro do ônibus, que fornece informações sobre localização e cadastro da linha para um servidor central e que também permite que a central troque informações com o motorista como, por exemplo, o aviso que um usuário está aguardando a chegada de seu ônibus ou que o ônibus precisa alterar a rota devido a algum acidente ou bloqueio (CITTAMOBIL, 2014). Também se faz necessário que os

usuários estejam com o aplicativo instalado em seu *smartphone* e disponham de conexão com a *Internet* para o correto funcionamento do sistema.

Figura 19. Funcionamento do CittaMobi.



Fonte: CittaMobi (2014).

Por ser a única solução implantada na região metropolitana do Recife para a acessibilidade de usuários com deficiência visual, fez-se apropriado o teste *in loco* deste aplicativo uma vez que a não implantação dos expostos anteriormente inviabilizam os seus testes. Os testes foram realizados instalando a versão inicial liberada pela Cittati na plataforma *Google Play* e foi instalada em um aparelho LG k10 com versão 6.0 do *Android*. Após realizar a adaptação para utilizar o aparelho como se fosse um usuário cego, foram definidas as tarefas a serem realizadas no teste de forma a obedecer ao método do percurso cognitivo, realizando as etapas de análise propostas por Barbosa e Silva (2010). Desta forma, foram estabelecidas tarefas a serem realizadas pelos usuários para que os mesmos atingissem o objetivo de cada interface ao percorrê-la. Foram definidas quatro tarefas a serem executadas: (i) informar a sua localização; (ii) definir um ponto de ônibus; (iii) selecionar as linhas de ônibus que deseja requisitar; (iv) monitorar a aproximação do ônibus ao ponto escolhido.

Os usuários que testaram esta ferramenta, foram 5 usuários deficientes visuais totais que já fazem uso de aparelhos similares ao disponibilizado para o teste em seu dia a dia. Os usuários que participaram destes testes são participantes do IAPQ.

A Cittati desenvolveu uma interface que coleta a informação da localização pelo GPS do aparelho do usuário e transforma em texto, Figura 20. Esta interface também permite que o usuário insira a sua localização por texto. A localização do usuário fica

exposta no topo da Figura 20, onde se lê: “Rod Br-101, 1469 – Cidade Universitária”. Esta localização foi obtida por meio do GPS do aparelho do usuário.

Figura 20. Definição da localização.



Ao definir a sua localização, o usuário obtém como retorno uma lista com a localização dos pontos de ônibus que estão próximos ao mesmo. Esta lista pode ser percorrida gerando um retorno por áudio gerado pelo leitor de telas do aparelho. Com base nos testes realizados, identificou-se os seguintes problemas: (i) descrições sem significado (NULL); (ii) descrições complexas (CEP, país, distância, referência geográfica); (iii) lista com mais de 10 pontos de ônibus.

Ao escolher o ponto de ônibus, o usuário é direcionado para uma nova interface, Figura 16. Nesta interface, o usuário tem como retorno uma lista com os ônibus que passam no ponto escolhido. Cada linha é descrita por seu número e nome. Nesta interface, Figura 21, foi identificada a repetição da informação de uma linha de ônibus. Esta falha segundo a mantenedora do aplicativo foi gerada pela alteração do nome da linha no período noturno, quando a mesma linha passa a realizar um trajeto diferente do diurno.

A lista pode ser percorrida e pode selecionar mais de um ônibus a ser monitorado. Com base nos testes realizados, ao percorrer esta interface, os usuários identificaram os seguintes erros: (i) repetição das linhas (linha 060 da Figura 21); (ii) a lista gera um erro e trava sua navegação quando o ponto selecionado tem mais de cinco opções de linhas de ônibus, Figura 22.

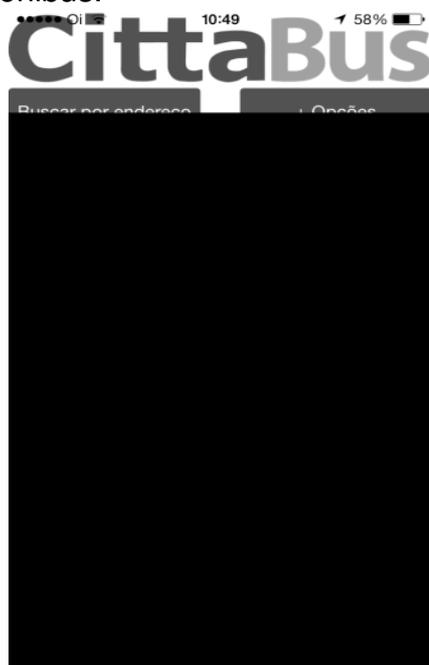
Figura 21. Escolha das linhas de ônibus.



Após selecionar as linhas de ônibus desejadas, o usuário é conduzido, após selecionar o botão “No Ponto”, a uma nova interface, Figura 23. Nesta interface o usuário obtém como retorno uma lista contendo a informação do tempo de aproximação e nome da linha.

Os problemas encontrados pelos usuários ao utilizar esta interface foram: (i) a lista é lida apenas uma vez e o usuário não consegue atualizá-la; (ii) apenas são informados o tempo e o nome da linha, seria necessário informar também o número da linha; (iii) o usuário não tem opção de selecionar uma linha que se aproxima para que o motorista seja avisado de sua presença.

Figura 22. Erro na lista de ônibus.



Fonte: CITTAMOBIL (2016).

Figura 23. Monitoramento de linhas de ônibus.



Fonte: CITTAMOBIL (2016).

Ao executar esta tarefa, Figura 23, os usuários apresentaram queixas. As queixas foram relacionadas à atualização das informações, a falta de possibilidade de percorrer a lista para obter informações da aproximação das linhas e a respeito da falta do número de ordem do veículo (ônibus), que segundo os usuários é necessário para poder prestar queixa nos caso em que o motorista não responde a solicitação de parada.

Vale salientar que os testes realizados com esta ferramenta não têm indícios

estatísticos, até mesmo por não ser o intuito desta pesquisa o desenvolvimento ou apresentação de uma ferramenta de testes de software, os testes foram realizados apenas para identificar possíveis falhas ou dificuldades na utilização por um grupo de usuários com um perfil específico em uma região específica, podendo-se encontrar resultados diferentes se forem realizados testes com diferentes usuários ou em uma localidade diferente. Contudo os testes contribuíram para a identificação de possíveis falhas na ferramenta estudada. Apesar de ser uma ferramenta diferenciada em relação às outras abordadas na pesquisa, ela ainda apresenta falhas relevantes em seu funcionamento e necessita de melhorias e/ou adequações para que atenda a demanda de expectativas e necessidades dos usuários.

4.3.2 Síntese da Análise das Soluções Disponíveis no Mercado

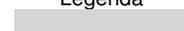
A análise das soluções disponíveis no mercado tornou-se possível a partir dos critérios informados pelos usuários que fomentaram a definição do problema, seção anterior. A partir desta definição, tornou-se possível a análise da solução que está mais próxima à adequação as necessidades apontadas, Quadro 7. Esta análise considerou as características: (i) custos de utilização; (ii) funcionamento em *smartphone*; (iii) requisição de ônibus; (iv) requisição de mais de um ônibus; (v) atualização de dados automática; (vi) interface acessível.

A partir da análise das soluções disponíveis no mercado e da comparação de sua adequação as necessidades apontadas pelos usuários, Quadro 7, verificou-se que a solução que está mais próxima desta adequação é o aplicativo CittaMobi Acessibilidade. Pode-se observar no Quadro 7, que a solução Guia do Cego apresentaria o mesmo número de adequações caso a sua interface tivesse sido implementada e estivesse acessível, porém até o momento de desenvolvimento desta pesquisa esta solução estava em fase de projeto, portanto, tornou-se difícil estimar a real adequação às necessidades apontadas. Ainda assim, as outras soluções analisadas, ou demandavam grande investimento em infraestrutura ou estavam ainda menos aderentes as necessidades apontadas pelos usuários com deficiência visual que a solução CittaMobi Acessibilidade.

Quadro 7. Comparativo das soluções disponíveis no mercado.

SOLUÇÃO / CARACTERÍSTICA	Custos de utilização	Funciona em <i>smartphone</i>	Requisição de ônibus	Requisição de mais de um ônibus	Atualização de dados automática	Interface acessível
MOOVIT	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
DSP2000	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
GUIA DO CEGO	Não	Sim	Sim	Não	Sim	N/A
E-GUIA	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
BUS ALERT	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
CITTAMOBIL	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

Legenda

	Adequado
	Inadequado

Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

Após a análise das entrevistas e das soluções disponíveis no mercado pode-se definir as personas (atores) e identificar os problemas mais pertinentes à realidade dos usuários. Realizou-se então o processo de ideação, por meio de um cardápio de ideias geradas com base nas informações obtidas durante a fase de Imersão (entrevistas) e durante a fase de revisão bibliográfica onde foram analisadas as ferramentas disponíveis no mercado. Neste processo ocorreu a geração das ideias para implementação do MVP, onde o foco foi analisar as personas identificadas e direcionar as ideias para soluções que atendessem às suas necessidades.

Durante o desenvolvimento das ideias foram descartadas aquelas que continham vícios ou problemas similares aos das soluções disponíveis identificadas nesta pesquisa. Desta forma, após a análise das ideias geradas foi escolhida aquela que atendia as funcionalidades identificadas como primordiais para atendimento as necessidades dos usuários com deficiência visual. A partir desta base de ideias e de estudos as primeiras formalizações das funcionalidades para o MVP surgiram e foram definidas, conforme resumido no Quadro 8.

Quadro 8. Funcionalidades do Mínimo Produto Viável.

Funcionalidade	Descrição
1. Deve fornecer a localização do usuário por meio da localização GPS do celular em um mapa.	A localização do usuário deve ser fornecida de modo visual e por meio de áudio, informando a rua e o número do imóvel mais próximo que o usuário se encontra.
2. Fornecer a localização dos pontos de ônibus mais próximos ao usuário.	Os pontos de ônibus devem ser referenciados em uma lista que possa ser descrita em áudio,

	contendo a rua, o número do imóvel mais próximo e um ponto de referência.
3. Fornecer uma lista das linhas de ônibus que passam no ponto de ônibus escolhido.	Após a seleção do ponto de ônibus, deve-se fornecer a lista de linhas de ônibus que param neste ponto.
4. Fornecer informações a respeito da aproximação da linha de ônibus escolhida.	Após a seleção da linha de ônibus, deve-se fornecer uma lista com o nome da linha, número da linha, sentido, tempo de aproximação e número de ordem do veículo. Quando o ônibus selecionado estiver a menos de 2 min do ponto selecionado pelo usuário, o mesmo deve ser alertado.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

4.5 Prototipação

A partir das ideias geradas na fase de ideação, assim como os requisitos a serem atendidos descritos no Quadro 8, foram elaboradas três propostas de solução. A primeira estava voltada para o desenvolvimento de um dispositivo exclusivo para esta finalidade, ideia que foi descartada por obrigar a quem fosse usar esta solução a obter um dispositivo exclusivo para esta finalidade. A segunda proposta foi a instalação de dispositivos nos pontos de ônibus para que todos os usuários, deficientes visuais ou não, pudessem utilizar a plataforma, esta alternativa não foi completamente descartada. Todavia, diante da realidade da RMR, sabe-se que a instalação de um dispositivo nos pontos de ônibus, estaria sujeito ao vandalismo e que iria aumentar o custo de instalação e manutenção dos pontos de ônibus.

A terceira proposta apresentada foi a criação de uma solução em um dispositivo móvel (*smartphone*), visto que a maioria dos usuários entrevistados fazem uso de celular em seu dia a dia e que seria apenas mais um aplicativo instalado em seu aparelho. Esta foi considerada a proposta com maior viabilidade para prototipação do Mínimo Produto Viável (MPV). Apesar das soluções disponíveis no mercado que foram avaliadas nesta pesquisa apresentarem problemas de usabilidade, a sua aplicação em *smartphones* reforça a possibilidade de viabilidade de implantação da solução proposta.

Após a seleção da proposta considerada mais viável para solução do problema

estudado, foi proposto um modelo de interfaces para validação das funcionalidades identificadas. Para a geração do modelo de interfaces, Figura 24, foi utilizada a ferramenta *Balsamiq Mockups*² por ser uma ferramenta gratuita que atendia as necessidades da pesquisa, gerando um modelo de interfaces similar a prototipação em papel que tornou fácil a construção e edição do modelo, Figura 24.

Figura 24. Modelo de interfaces do MPV proposto.



Fonte: elaborado pelo autor, 2016.

O modelo de interfaces elaborado, Figura 24, contempla as funcionalidades do MPV, sugerido após a avaliação das ideias propostas para solução, em quatro etapas. Na primeira etapa é realizada a localização do usuário por meio do sinal GPS do celular, nesta mesma interface, é possível localizar os pontos de ônibus mais próximos ao local do usuário. Na segunda interface é disposta, após o usuário confirmar que sua localização está correta, a lista com a descrição dos pontos de ônibus. Após a seleção do ponto de ônibus o usuário é conduzido para a terceira interface, onde está disponível a lista de linhas de ônibus que passam pelo ponto selecionado. A última interface informa ao usuário a aproximação dos ônibus da linha selecionada, informando o nome da linha, o seu número, sentido, tempo de aproximação e número de ordem do veículo. O número de ordem do veículo é necessário para os casos em que o usuário deseje realizar uma sugestão ou reclamação a respeito do mesmo.

Apesar do referido MVP ter sido desenvolvido com o auxílio da ferramenta

²<https://balsamiq.com/products/mockups/>

Balsamiq Mockups, optou-se por utilizar a ferramenta *NinjaMock*³ para o desenvolvimento do Mockup a ser testado pelos usuários. Vale salientar que o uso de *Mockups* é referenciado e recomendado na metodologia do DT, o Mockup é uma ferramenta de prototipação que permite a geração de interfaces simulando a interação das mesmas e possibilitando, portanto que usuários possam testar as funcionalidades e interações de um protótipo sem de fato ter que de fato ter gerado um sistema ou aplicativo. Este tipo de teste é vastamente utilizado por startups que desejam testar seus produtos sem ter que investir massivamente no desenvolvimento do software antes do mesmo ser testado com seus possíveis usuários.

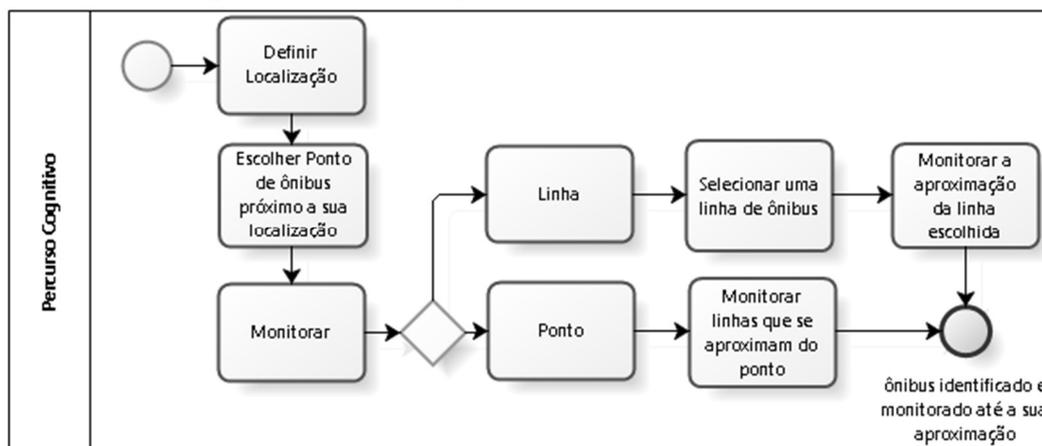
Os testes, a suas considerações e resultados serão apresentados com profundidade no capítulo seguinte deste trabalho.

³ <https://ninjamock.com/>

5. TESTES E RESULTADOS

Os testes foram realizados no IAPQ e na APEC, em cada local, foram entrevistados 15 frequentadores deficientes visuais totais e usuários de transporte público da região metropolitana do Recife. Os testes foram realizados seguindo os passos do percurso cognitivo, Barbosa e Silva (2010), e foi seguido o roteiro proposto na concepção do MVP conforme exposto na Figura 25. Foi estabelecido que o usuário deveria seguir o percurso estabelecido na Figura 25 para a realização dos testes no intuito de cumprir as atividades mínimas propostas pelo MVP. Neste percurso de atividades a serem executadas o usuário deve definir sua localização, selecionar um ponto de ônibus próximo a sua localização e posteriormente optar por monitorar todas as linhas que passam no ponto selecionado ou apenas um linha determinada, após esta escolha, o usuário é munido de informações a respeito da aproximação dos ônibus podendo monitorar a sua chegada.

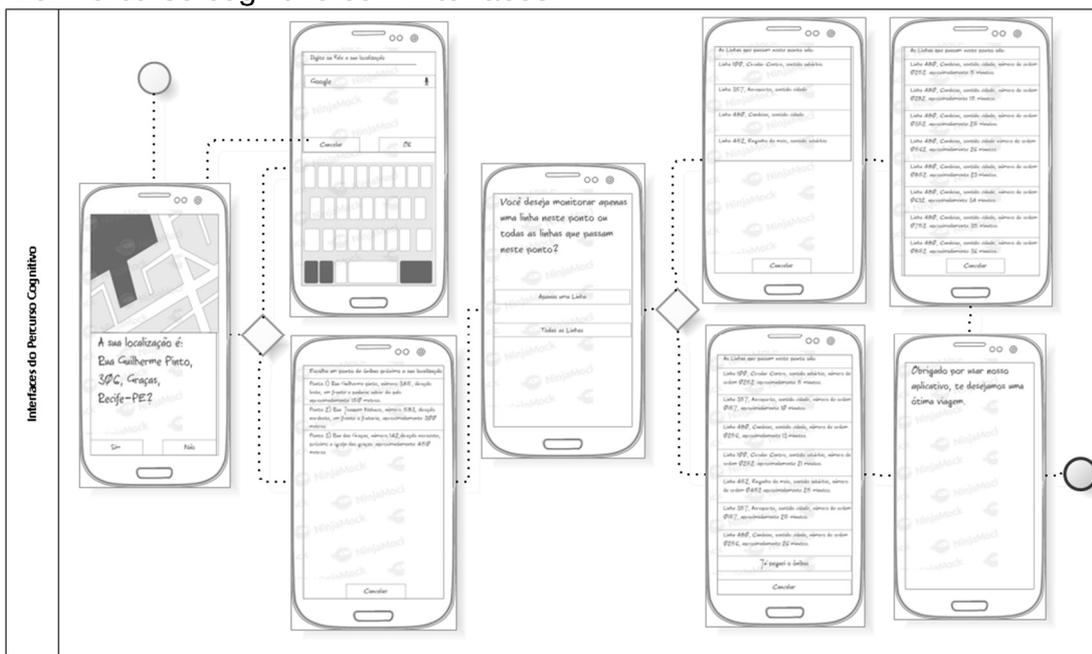
Figura 25. Percurso cognitivo e suas etapas.



Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Para a realização do teste foi necessário a criação de um *mockup* para possibilitar a prototipação e teste do MVP proposto, este tipo de solução foi escolhida diante da inviabilidade de realizar testes em prototipação de papel, visto que não teria como os usuários deficientes visuais interagirem com este tipo de prototipação. Também foi descartada a impressão em 3D devido ao custo e a falta de interação similar a prototipação em papel. Optou-se então por construir um *mockup*, Figura 26, para possibilitar a construção e o teste de interação entre as interfaces.

Figura 26. Percurso cognitivo com interfaces.



Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Para a construção do *mockup* foi utilizada a ferramenta *NinjaMock*⁴ por ser uma ferramenta gratuita e que permite a navegação entre as interfaces do *mockup* proposto. Esta ferramenta também pode ser utilizada para trabalhos em equipe, onde integrantes da equipe editam o trabalho em tempo real. Conforme exposto na Figura 26 as interfaces foram elaboradas de forma a atender as etapas do percurso cognitivo e permitir que o usuário execute-se cada uma de suas etapas podendo efetuar retornos e saídas em sua navegação. Estas interfaces podem ser melhor visualizadas no apêndice A.

Na definição das interfaces tomou-se muito cuidado na descrição dos pontos de ônibus e dos locais de referência que apontam uma direção, uma distância aproximada, um ponto de referência possivelmente conhecido na região e o número em frente ao qual o ponto está localizado. Embora algumas informações inseridas no teste sejam fictícias, elas foram inseridas de forma a tentar encenar da forma mais fidedigna possível a realidade do usuário. Embora os usuários não tenham sido diretamente questionados a respeito da qualidade das informações, pode-se relatar que os usuários afirmaram que as mesmas estavam claras, sucintas e bem objetivas, fato que facilitava bastante o entendimento.

⁴ <https://ninjamock.com/s/L8KVX>

Para a realização dos testes foi necessário a participação do instrutor de informática para fazer o papel do leitor de tela, uma vez que os leitores de tela disponíveis no mercado não são compatíveis com esta ferramenta e nem com outras encontradas no mercado. A utilização desta ferramenta em conjunto com o instrutor de informática não inviabilizou o teste nem tão pouco tornou o teste diferente do que seria caso o leitor de tela estivesse funcionando em conjunto com a ferramenta segundo os participantes informaram durante a realização dos testes e os deixou mais a vontade para a realização dos mesmos ainda segundo relatos dos mesmos durante a pesquisa.

Para estes testes foram tabulados a idade, o sexo, a instituição da qual o participante frequenta, o tempo (em anos) de experiência com equipamentos eletrônicos (computadores, *tablets*, celulares, etc.), o tempo (em minutos) que o mesmo utilizou para conseguir selecionar a linha de ônibus desejada e a avaliação que o mesmo faz do modelo proposto. Estes valores estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Síntese dos testes realizados.

Idade	Sexo	Instituição	Tempo (anos) de experiência com equipamentos eletrônicos	Tempo (minutos) de utilização da ferramenta para selecionar a linha escolhida	Avaliação da ferramenta proposta
26	M	APEC	8	2	4
29	M	APEC	11	1,8	4
29	F	APEC	9	2	5
32	F	APEC	10	2,5	5
34	F	APEC	9	2,5	5
35	M	APEC	12	2	5
35	M	APEC	8	2	5
35	F	APEC	7	3	5
35	F	APEC	10	2	5
37	F	APEC	9	2	5
37	M	APEC	10	2	5
42	M	APEC	12	2,5	5
46	F	APEC	12	2	5
47	F	APEC	14	2	5
49	F	APEC	15	2	5
24	F	IAPQ	6	2	5
25	M	IAPQ	8	2	5
27	M	IAPQ	6	2	5
27	F	IAPQ	10	2	5
28	F	IAPQ	12	1,5	5

34	F	IAPQ	8	2	5
37	M	IAPQ	11	2	5
37	M	IAPQ	6	2,5	5
37	F	IAPQ	8	2,5	5
38	M	IAPQ	9	2	5
38	M	IAPQ	10	2	4
42	M	IAPQ	10	3	5
47	F	IAPQ	12	2	5
49	M	IAPQ	6	2,5	5
52	M	IAPQ	18	1,8	5
TOTALIS					
MÉDIA DE IDADE			36 ANOS		
DISTRIBUIÇÃO POR SEXO			15 HOMENS E 15 MULHERES		
MÉD TEMPO EXPERIÊNCIA			10 ANOS		
MÉD TEMPO DE UTILIZAÇÃO			2 MINUTOS		
MÉD DE AVALIAÇÃO			4,9		

Fonte: elaborado pelo autor, 2017.

Para a avaliação da ferramenta foi determinado que deviam ser atribuídas notas de 1 a 5 onde 1 significaria pouco satisfeito e 5 muito satisfeito com o funcionamento da ferramenta. Esta forma de mensuração foi determinada com o objetivo de atender a escala Likert. Por meio desta escala pode-se mensurar conforme a Tabela 4, que a média de avaliação da satisfação dos participantes com o modelo apresentado foi de 4,9 pontos o que representa que os mesmos consideraram em sua maioria que entre outros fatores não explícitos que o modelo de interfaces proposto atende as necessidades apresentadas nas etapas anteriores desta pesquisa e que caso posto em funcionamento poderia vir a atender com satisfação a demanda de informações da aproximação do ônibus.

Todavia, os resultados apresentados na Tabela 4, demonstram que o tempo médio para seleção da linha do ônibus desejada é de 2 minutos e segundo os participantes está dentro da aceitabilidade. Vale ressaltar que é relevante o tempo de experiência do usuário com equipamentos eletrônicos para que a falta da mesma não impacte na facilidade que o participante teria em utilizar o *mockup* desenvolvido, nesta pesquisa a média do tempo de experiência com equipamentos eletrônicos foi de 10 anos. Ainda a respeito dos dados apresentados na Tabela 4, vale ressaltar que o fato de terem participado 15 homens e 15 mulheres foi mera causalidade, pois não foi determinação dos pesquisadores esta segmentação, mas que contribuiu para a observação de que o sexo não é fator de influência no tempo para utilização da ferramenta e tampouco da avaliação da mesma.

Apesar de terem sido entrevistados 60 usuários na fase de imersão para o conhecimento do universo dos usuários e a definição das suas expectativas a respeito da acessibilidade do transporte público com enfoque no ônibus e apenas 30 usuários na fase de testes do modelo de interfaces, sabe-se que os testes embora não conclusivos estatisticamente diante do tamanho da amostra são indicativos que o modelo desenvolvido está dentro da expectativa do perfil de usuários para o qual ele foi desenvolvido e como todo produto, serviço ou ferramenta, deve ser continuamente trabalhado junto aos seus usuários em busca de uma melhoria contínua.

6. Conclusão

Este trabalho teve por objetivo propor um modelo de interfaces para a melhoria da acessibilidade do transporte coletivo voltada aos usuários com deficiência visual, diante dos resultados alcançados, por meio da proposição da interface apresentada e dos testes realizados, considera-se que este objetivo foi alcançado.

Deve-se considerar que para o atingimento do objetivo central foi necessário o cumprimento de objetivos parciais que direcionaram o desenvolvimento desta pesquisa. O primeiro desses objetivos foi investigar as características que impedem e/ou dificultam a acessibilidade aos ônibus na perspectiva dos usuários com deficiência visual. Este objetivo foi alcançado na primeira fase da pesquisa onde foi realizada a imersão preliminar para o conhecimento do universo do usuário, suas limitações, anseios, perspectivas e contexto sociocultural.

Após a etapa de imersão preliminar foi possível traçar quais as necessidades e atribuições que precisavam ser atendidas pelo modelo a ser desenvolvido, no entanto se fazia necessário analisar quais as soluções que estavam disponíveis no mercado e que buscavam facilitar os usuários com deficiência visual na requisição dos ônibus. Para isso foram realizadas pesquisas exploratórias em bases de dados na busca de trabalhos acadêmicos e de ferramentas comerciais que estivessem aderentes ao mesmo objetivo. Essa análise foi concluída atendendo o segundo objetivo parcial e realizando os testes e análises das ferramentas disponíveis no mercado brasileiro.

Ao analisar as ferramentas e soluções propostas pelo mercado e pelos trabalhos acadêmicos, se fez necessário especificar as características inerentes à solução aderente às necessidades dos usuários com deficiência visual e validar a solução proposta com os usuários. Para esta especificação foi levado em conta o aprendizado da imersão preliminar e a análise das soluções disponíveis nos trabalhos estudados para o desenvolvimento do MVP que foi utilizado como base para o desenvolvimento e avaliação do protótipo do modelo de interfaces.

Para o desenvolvimento do modelo de interfaces foi utilizada uma ferramenta de simulação por meio de *Mockups* para que fosse possível avaliar o protótipo de interfaces desenvolvido, como solução para os problemas identificados, com usuários com deficiência visual. Nessas avaliações pôde-se identificar por meio dos resultados apresentados nesta pesquisa que os resultados obtidos foram satisfatórios atendendo às expectativas dos usuários participantes nos testes e concluindo o quarto e último

objetivo parcial.

Durante a realização dos testes do *mockup* baseado no modelo de interfaces gerado a partir do MVP proposto, os usuários relataram que seria de grande relevância a implementação de um módulo que contemplasse o monitoramento das paradas de ônibus após a seleção e o embarque do usuário na linha de ônibus desejada. Todavia, esta pesquisa tinha se delimitado a desenvolver um modelo de interfaces capaz de possibilitar a melhoria da acessibilidade ao ônibus por parte dos deficientes visuais e durante a fase de imersão foi verificado que o maior problema estava na dificuldade de embarcar por não conseguir identificar a aproximação do ônibus de forma independente. O desenvolvimento e de outros módulos que venham a complementar e acrescentar funcionalidades aumentando a capacidade do modelo proposto fica indicado para trabalhos futuros.

Apesar de ser difícil localizar deficientes visuais que utilizem constantemente em seu dia a dia equipamentos eletrônicos, esta pesquisa indica que devemos preparar a sociedade para este desenvolvimento e para esta inclusão de todos os perfis de usuários nas soluções desenvolvidas, pois o objetivo de qualquer produto ou serviço deve ser o atendimento a maior parcela possível de usuários.

Diante das etapas expostas nesta pesquisa, pode-se inferir que o desenvolvimento de produtos ou serviços quando desenvolvidos após a compreensão do universo e contexto do usuário possibilita uma maior assertiva na satisfação e no atendimento das expectativas que os usuários têm com o mesmo, possibilitando o desenvolvimento de ferramentas mais aderentes às suas realidades.

Diante do exposto pode-se concluir que esta pesquisa contribui com resultados relevantes a respeito da forma de desenvolver soluções centradas na realidade e necessidade de usuários, principalmente quando o universo do usuário é desconhecido em suas particularidades. Busca-se contribuir para a evolução do desenvolvimento de ferramentas que busquem solucionar problemas de acessibilidade e contribuir para uma maior inclusão social nas soluções desenvolvidas a aplicação do DT deve ser aplicada avaliando-se cada cenário avaliado e suas problemáticas.

A utilização do DT permitiu a esta pesquisa um aprofundamento do universo dos usuários e o conhecimento de suas realidades, necessidades, peculiaridades e singularidades que talvez com a utilização de outras metodologias não fosse possível. Todavia, busca-se apresentar um caminho dentre os vários possíveis para se

desenvolver propostas de soluções que estejam aderentes ao universo do usuário ao qual se destina a solução e que esteja de fato adaptada as características do meio no qual o usuário está inserido.

Esta pesquisa foi desenvolvida concentrada na realidade da região metropolitana da cidade do Recife que apresenta as suas peculiaridades regionais de infraestrutura e cultura além de seus aspectos socioeconômicos. Vale ressaltar que a ampliação desta pesquisa para cenários de diferentes realidades pode gerar resultados completamente diferentes dos encontrados, pois em outras cidades do mundo a própria infraestrutura das cidades já sana o problema da acessibilidade ao transporte público. Todavia, os deficientes visuais destas cidades estão permeados em um cenário diferente do abordado neste estudo e possivelmente apresentam outras demandas de necessidades que podem ser trabalhadas utilizando-se da mesma metodologia, uma vez que a proposta é apropriar-se das necessidades do usuário e da compressão do seu universo para desenvolver soluções que estejam aderentes e adaptadas a sua realidade e necessidade.

Pode-se aplicar a metodologia do DT para outros perfis de usuários e para outros fins desde que, sejam respeitadas as fases, etapas e características da metodologia, buscando ferramentas e métodos que estejam condizentes com o objeto de estudo e que consigam atender a demanda da problemática estudada.

Diante do trabalho apresentado espera-se que o conhecimento adquirido no desenvolvimento desta pesquisa possa contribuir nas propostas de ferramentas, softwares, soluções ou serviços. Que quando estiverem em sua fase de desenvolvimento possam considerar o desenvolvimento voltado ao usuário, sendo este o ponto direcionador do desenvolvimento das soluções propostas. Neste trabalho o direcionamento ao usuário como base para o desenvolvimento de uma solução, apresentou bons resultados quando analisamos as impressões que os usuários tiveram com o resultado final apresentado aos mesmos. Isso se torna ainda mais relevante quando se observa que no início da pesquisa o universo dos usuários estudados era desconhecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-ZAHRA, S. et al. **Evaluating Web Sites for Acessibility: Overview**. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

ABREU, J. **Amplidores e leitores de tela e DOSVOX**. 2009. Disponível em: <<http://www.vejam.com.br/node/69>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

ACESSIBILIDADE, M. **Recomendações de Acessibilidade para a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet**. Departamento de Governo Eletrônico - Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Documento de Referência. v. 2.0. 2005.

ACESSOBRASIL. **Acessibilidade Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Qualidade da Banda Larga - Publicação de Indicadores (Junho/14)**. EAQ -Entidade Aferidora da Qualidade. 2014.

AGOSTINI, L. et al. **Smart Station: Um sistema pervasivo de notificação em paradas de ônibus para pessoas com deficiência visual**. Revista de Informática Aplicada, v. 12, n. 2, 2017.

AGOSTINI, L., et al. **Smart Station: Um sistema pervasivo de notificação em paradas de ônibus para pessoas com deficiência visual**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA (SBCUP), 8., 2016, Porto Alegre-Brazil. Anais... Porto Alegre, 2016

ANTÓNIO, S. I. A. **Adaptação da Framework i* para Linhas de Produtos**, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

ANTUNES, E. M.; SIMÕES, F. A. **Engenharia urbana aplicada: um estudo sobre a qualidade do transporte público em cidades médias**. Urbe—Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 5, n. 2, p. 51-62, 2013.

ARANGO, G. **A Brief Introduction to Domain Analysis**. Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing. USA: Phoenix. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. ed 2ª. Rio de Janeiro, 2004.

BARBOSA, S. D. J; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. 3ª Lisboa: Edições 70 (2004).

BERNARDES, L. C. G.; MAIOR, I. M. M. L.; ARAÚJO, T. C. C. F. **Pessoas com deficiência e políticas de saúde no Brasil: reflexões bioéticas**. Ciência e saúde 14(1): 31-38. 2009.

BERTOLOZZI V., CRISTINA R., CORRÊA O. F. **A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência.** *Ciência & Saúde Coletiva* 18.6 (2013).

BIANCHI, E. A. **Sistema para controle de frotas do transporte coletivo com acessibilidade para deficientes visuais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)- Universidade Tecnológica do Paraná, 2014. Disponível em: <Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2002>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

BRASIL. (2004). **Decreto 5.296/04, que regulamenta as Leis 10.098/00 e 10.048/00. 2004.** Disponível em <<http://www.acessobrasil.org.br/index.php?itemid=329>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BRASIL. **Acessibilidade.** Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Brasília. 2005.

BRASILMEDIA. **Deficiência Visual.** 2011. Disponível em: <<http://www.brasilmedia.com/Deficiencia-Visual-Acessibilidade.html>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

BRAVA. **Guia do Cego.** 2014. Autonomia a Pessoas e Dispositivos. Disponível em: <<http://www.bravaautonomia.com.br/guiadocego>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

BROWN, T. 2010. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro: Elsevier.

BUSALERT. **Conheça o BUSALERT.** 2014. Disponível em: <<http://www.busalert.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

CARDON, E. C. 2010. Unleashing design: planning and the art of battle command. *Military Review*, 90(2). Disponível em: <http://www.revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/36>. Acesso: 04 set. 2016.

CARDOSO, C. E. P. **Acessibilidade - alguns conceitos e indicadores,** *Revista dos Transportes Públicos*, Ano 29, 4o. Trimestre, pp. 77-86. 2006.

CARDOSO FILHO, G. P. **Bairro Luz: Entre o Velho e o Novo.** *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas* 14.3 (2015)

CIRIBELLI, M. C. **Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado Através da Pesquisa Científica.** Rio de Janeiro: Letras. 2003.

CITTAMOBIL. **Sobre Nós.** 2014. Disponível em: <<http://www.cittamobi.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

CLEMENTS, P., NORTHROP, L. **Software Product Lines: Practices and Patterns,** Addison-Wesley Longman.2002.

COSTA, P. B. et al. **Avaliação do sistema de transporte público, utilizando índice de mobilidade urbana.** *Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano*, v. 39, p. 1º, 2017.

- DANE, F. **Research methods**. Brooks/Cole Publishing Company: California, 1990.
- DELLAGNELO, E. H. L., SILVA, R. C. (2005). Análise de conteúdo e sua aplicação em pesquisa na administração. In M. M. F. Vieira & D. M. Zovain (Orgs.), Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática (pp. 97-118). São Paulo: FGV
- DEMARCHI, A. P. P., FORNASIER, C. B. R., & DE FREITAS MARTINS, R. F. (2016). *Design Thinking* e seus códigos visuais na gestão de design para inovação: Inovação incremental pelo modelo GEIDA. *DAPesquisa*, 11(16), 191-211.
- DEMILIS, M. P.; FIALHO, F. A. P.; DOS REIS, A. A. EXPERIÊNCIA DE USO DE SERVIÇOS DE SUPERMERCADOS: ANÁLISE DE FERRAMENTAS PARA COLETA DADOS PROMOVIDAS PELO DESIGN THINKING. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 1105-1117, 2016.
- DE OLIVEIRA, T. A. B; DOS SANTOS, F. A.; CINELLI, M. J. **Sistemas de navegação indoor e sistema de compras para pessoas com deficiência visual: potenciais no uso em supermercado**. *Human Factors in Design*, v. 6, n. 11, p. 022-042, 2017.
- DIAS, C. **Usabilidade na web. Criando portais mais acessíveis**. Rio de Janeiro: ALTA BOOKS. 2003. 312 p
- DOS SANTOS, R. M. G.; DA COSTA, L. F. **Usabilidade na Ciência da Informação: Uma análise da produção científica**. PRISMA. COM, n. 19, 2017.
- ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **e- MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico**, Rio de Janeiro.2007.
- eMAG. **Acessibilidade do Governo Eletrônico – Cartilha Técnica**. 2005. Disponível em: <www.governoeletronico.gov.br>. Acesso em: 13 fev. 2014.
- ELLWANGER, Cristiane; ANTUNES DAROCHA, Rudimar; PIERRE DASILVA, Régio. Design de Interação, Design Experiencial e Design Thinking: a triângulação da Interação Humano-Computador. **Revista de Ciências da Administração**, v. 17, n. 43, p. 26, 2015.
- FERREIRA, S. B. L.; NUNES, R. **e-Usabilidade**. Editora LTC, Rio de Janeiro. 2008.
- FINK, A. **The Survey Handbook**. Thousand Oaks, Sage, The Survey Kit, v. 1. 1995a.
- FINK, A. **How to Ask Survey Questions**. Thousand Oaks, Sage, The Survey Kit, v. 2. 1995b.
- FLICK, U. (2009). Introdução à pesquisa qualitativa (3a ed., J. E. Costa, Trad.). São Paulo: Artmed. (Obra original publicada em 1995)
- FREITAS, H. M. R., Cunha, M. V. M., Jr., & Moscarola, J. (1997). Aplicação de sistemas de software para auxílio na análise de conteúdo. *Revista de Administração da USP*, 32(3), 97-109.
- GERAES. **Sinalização eletrônica de embarque**. 2013. Disponível em: <<http://www.onibusacessivel.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas.1999.
- GOULART, Michela Cristiane França *et al.* Análise das Ferramentas de Usabilidade Aplicadas em Design de Serviços: Avaliando a Acessibilidade na Hotelaria. **Human Factors in Design**, v. 3, n. 5, p. 84-108, 2014.
- GOMIDE, A. A. **Transporte Urbano e Inclusão Social: Elementos para Políticas Públicas**. 2003. IPEA. Texto para Discussão nº 960, Brasília. 2003.
- HENRY, G. T. **Practical Sampling: applied social research method**. SAGE Publications Inc., Hardback, pp. 144. 1990.
- HIX, D.; HARTSON, H.R. **Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process**. New York: John Wiley & Sons. 1993.
- HUGO, M. S., DE MOURA, H. T. (2016). A CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA PROJETUAL: ABORDAGENS E MÉTODOS DO DESIGN CENTRADO NO HUMANO E DA ARQUITETURA. *Blucher Design Proceedings*, 2(9), 1522-1534.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico - Características Gerais da População, Religião e Pessoas com Deficiência**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=2170>. Acesso em: 02 dez. 2016.
- JORGE, E.; MACIEL, A. M. M. **OS MAPAS TÁTEIS EM ESPAÇOS ABERTOS: UMA PROPOSTA DE INCLUSÃO SOCIAL NO PARQUE DA JAQUEIRA NO RECIFE-PE**. *Blucher Design Proceedings*, v. 2, n. 7, p. 217-227, 2016.
- LEPRE, P. R., ALBUQUERQUE, F. A. D., & SILVA, T. D. D. S. (2015). DESIGN THINKING COMO MÉTODO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO INCLUSIVO: criação de talher para alimentação autônoma de portadores de transtornos globais de desenvolvimento-estudo de caso. *Revista Ação Ergonômica*, 10(1).
- LIMA, I. M. O. **O Velho e o Novo na Gestão da Qualidade do Transporte Urbano**. São Paulo, Edipro, v. 1. pp. 232. 1996.
- LUCKY, M. N.; DePAOLI, f. **Towards Social Inclusion of Elder People using Smart Systems**. 2014. Department of Computer Science, Systems and Communications (DISCo), University of Milan-Bicocca Viale Sarca, Milan, Italy. 2014.
- MANO, R. F. et al. **Transporte Público e Acessibilidade: um estudo comparativo da qualidade percebida e esperada por usuários com deficiências em João Pessoa**. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 8, n. 3, p. 71, 2013.
- MARTINS, A. R., CAPELLARI, M., SIGNORI, G., KALIL, F., & SPINELLO, S. (2016). **Uso de Design Thinking como Experiência de Prototipação de Ideias no Ensino Superior**. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 8(1), 224.
- MEDEIROS, I. L., GARCIA, L. J., MERINO, G. S. A. D., FIGUEIREDO, L. F. G., BRAVIANO, G., & MERINO, E. A. D. (2016). INCORPORAÇÃO ERGONÔMICA EM

PROJETOS DE DESIGN: CONTRIBUIÇÕES DO USO DE MAPAS MENTAIS. *DAPesquisa*, 11(15), 184-200.

MEIDEIROS, M. **São Carlos: ônibus avisa tempo de espera a celular**. 2012. Disponível em: <<http://www.guiadascidadesdigitais.com.br>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

MELO, A.; BARANAUSKAS, C. **Design Inclusivo de Sistemas de Informação na Web**. 2006. IHC, WebMedia, SBSC. Anais. Natal. 20 a 22 nov. 2006.

MELLO, A.; PORTUGAL, L. **Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil**. EURE (Santiago), v. 43, n. 128, p. 99-125, 2017.

MOOVIT. **Como Funciona**. 2014. Disponível em: <<http://www.moovitapp.com/>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

MONTEIRO, T. M., PAGANO, S. M., PEREIRA, N. L., & ZERBETTO, C. A. **ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO ERGONÔMICA EM RELAÇÃO À ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS EM SHOPPING CENTER**. BLUCHER DESIGN PROCEEDINGS 2.1; 380-390. 2015.

MORAIS, P. S. G. *et al.* **e-GUIA: Sistema para Prover Mobilidade e Acessibilidade aos Deficientes Visuais nos Serviços de Transportes Urbanos**. 2013. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde.

NEVILE, L. **Adaptability and accessibility: a new framework**. 2005. Proceedings of the 19th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: citizens online: considerations for today and the future - Canberra, Australia - Vol. 122 - Pg: 1 - 10. 2005.

NICHOLL, A. R. J. **O Ambiente que Promove a Inclusão: Conceitos de Acessibilidade e Usabilidade**. 2001. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v3, no. 2, pp. 49-60. 2001.

NORMANDI, Diego; HADDAD, Cibele Taralli. **VAMOS AO CINEMA: PROCEDIMENTOS DE PESQUISA EM DESIGN PARA ACESSIBILIDADE DE PESSOAS CEGAS AO SERVIÇO DE CINEMA**. *Blucher Design Proceedings*, v. 2, n. 9, p. 1066-1078, 2016.

NUNES, E. L. V.; DANDOLINI, G. A.; DE SOUZA, J. A. **As tecnologias assistivas e a pessoa cega**. *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*, v. 9, n. 2, 2014.

OMS. **Sumário relatório mundial sobre deficiência**. 2011. Governo do Estado de São Paulo Secretaria dos direitos das pessoas com deficiência. In: Reporter OMS 2011.

PAZMINO, A. V., PUPO, R., & MEDEIROS, I. (2014). **MODELOS DE DIVERSAS FIDELIDADES NO PROCESSO DE DESIGN INTERATIVO**. *Blucher Design Proceedings*, 1(4), 1136-1143.

PENEDO, J. R.; DINIZ, M. C.; FERREIRA, S. B. L.; SILVEIRA, D. S.; CAPRA, E. P. **Análise de Usabilidade de um Sistema de EaD Baseada em Modelos Markovianos e em Taxonomia**. 2013. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, p. 100-112. 2013.

PEREIRA DA COSTA, L.; RODRIGUES, I. D. M. **Espaço, iniquidade e transporte público: avaliação da acessibilidade urbana na cidade de Natal/RN por meio de indicadores de sustentabilidade**. Sociedade & Natureza, v. 26, n. 2, 2014.

PEREIRA, H. **Validação e Semântica**. 2006. Disponível em: <<http://revolucao.etc.br/archives/validacao-e-semantica/>>. Acesso em: 06 fev. 2016.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. **Survey Research in Management Information Systems: an assessment**. 1993. Journal of Management Information System. 1993.

POHL, K., BÖCKLE, G., LINDEN, F. J. **Software Product Line Engineering: foundations, principles and techniques**. New York, Springer Verlag. 2005.

PRATES, R. O., BARBOSA, S. D. J. **Avaliação de Interfaces de Usuário–Conceitos e Métodos**. 2003. Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo. Vol. 6. 2003.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: a practioner’s approach**. 8. Ed. Nova York: McGraw- Hill. 2014.

QUEIROZ, M. A. **Guia de Referência em Acessibilidade Web – UNIRIO**. 2007. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com/13-guia.php>>. Acesso em: 27 ago. 2016.

RIBEIRO, A. C. D. F. **Ferramenta de suporte ao projeto de sistemas flexíveis de transporte público de passageiros**. 2015.

RIES, E. (2012). **A startup enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas**. São Paulo: Lua de Papel.

ROSA, V. I. et al. **Acessibilidade para pessoas com deficiência auditiva no transporte público: uma análise da TRENURB de Porto Alegre**. Educação gráfica. v. 19, n. 2 (2015), p. 143-159, 2015.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología de la Investigación**. México, McGraw-Hill, pp. 497. 1991.

SCATOLIM, R. L. et al. **Legislação e tecnologias assistivas: aspectos que asseguram a acessibilidade das pessoas com deficiências**. InFor, v. 2, n. 1, p. 227-248, 2017.

SCAVASIN, F. **Aplicativos para Segurança e Acessibilidade no Transporte Público**. In: 2016. Revista Nacional de Reabilitação, Caderno de Cidades – Acessibilidade, n. 90, 2016.

SIQUEIRA, O. A. G., DE SOUSA CUNHA, L., PENA, R. D. S. F., DE SOUZA CORRÊA, B., & AMORIM, M. E. (2017). Metodologia de Projetos em Design, Design Thinking e Metodologia Ergonômica: convergência metodológica no desenvolvimento de soluções em Design. *Cadernos UniFOA*, 9(1 (Esp.)), 49-66.

SILVA BARBOSA, A. **Mobilidade urbana para pessoas com deficiência no Brasil: um estudo em blogs. urbe.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 8, n. 1, 2016.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction.** 4. ed. Addison Wesley Publishing Company. 2004.

SONZA, A. P. **Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuários com limitação visual.** 2008. Tese do Programa de Pós Graduação em Informática na Educação da Faculdade de Educação - Porto Alegre: UFRGS, 2008.

TRACZ, W.; COGLIANESE, L. **An Outline for a Domain Specific Software Architecture Engineering Process.** 1992. in: Proceeding of the Fifth annual Workshop on Software reuse, Polo Alto, California.1992.

VANDERHEIDEN, G. **Making Software More Accessible for People with Disabilities.** 1992. A White Paper on the Design of Software Application Programs to Increase Their Accessibility for People with Disabilities. Proceedings. Trace R & D Center at the University of Wisconsin – Madison. 1992.

VASCONCELLOS, E. A. **Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente.** Manole, 2014.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano y movilidad: reflexiones y propuestas para países en desarrollo.** UNSAM EDITA, 2015.

VIANNA, M. (2012). **Design Thinking: inovação em negócios.** Design Thinking.

WEBSTER, J.; WATSON, J.T. **Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review.** *MIS Quarterly & The Society for Information Management*, v.26, n.2, pp.13-23, 2002.

WEISS, D. AND LAY, C. T. R. **Software Product Line Engineering.** Addison-Wesley. 1999.

WILLIS, S.; HELAL, S. **RFID information grid and wearable computing solution to the problem of wayfinding for the blind user in a campus environment.** IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WEARABLE COMPUTERS (ISWC 05), Proceedings. 2005

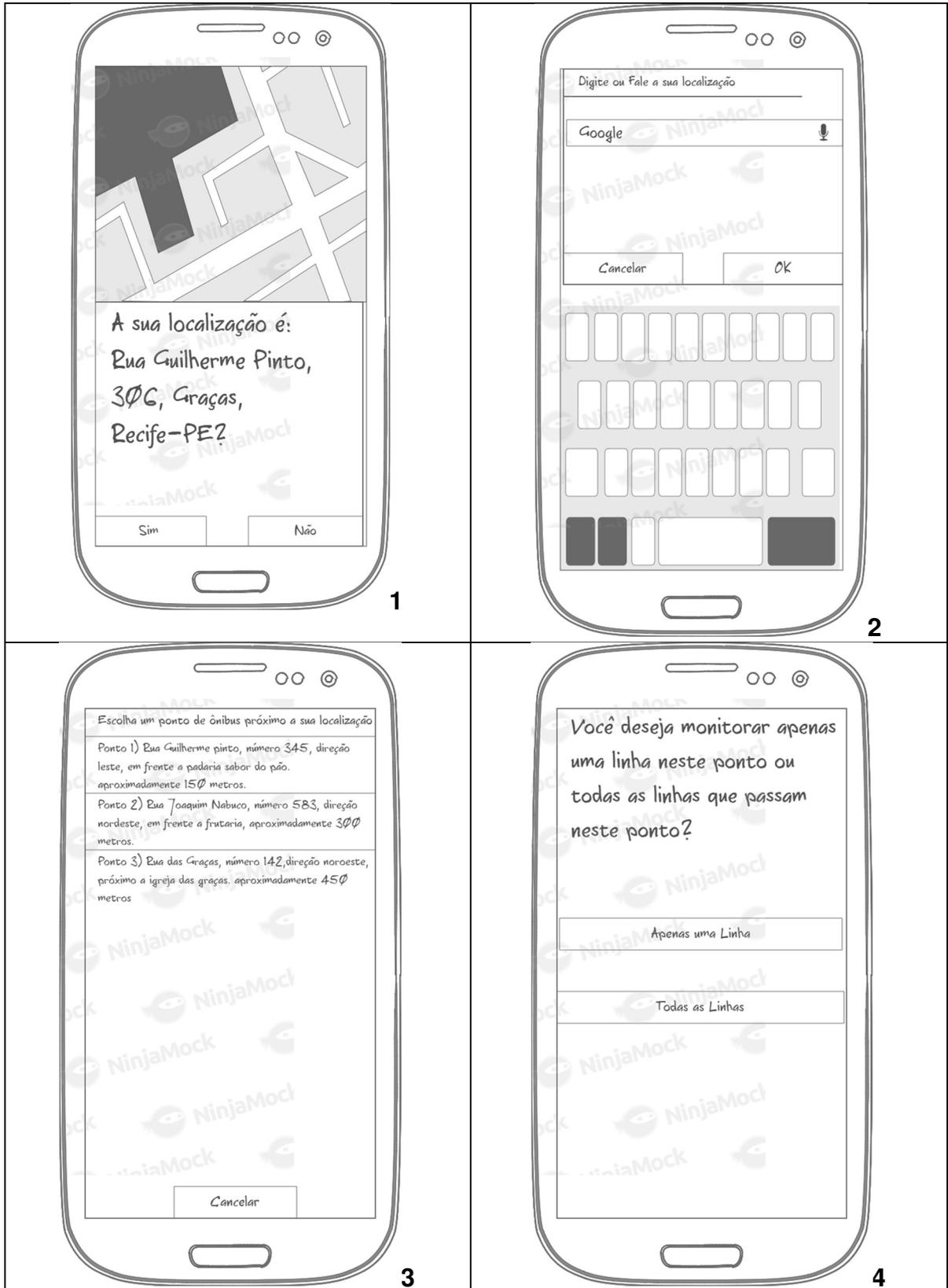
WHARTON, C., RIEMAN, J., LEWIS, C. POLSON, P. **The cognitive walkthrough Method: A Practitioner's guide.** 1994. In: R. Mack & J. Nielsen (eds.) Usability Inspection Methods. New York, NY: John Wiley & Sons, PP. 105-140. 1994.

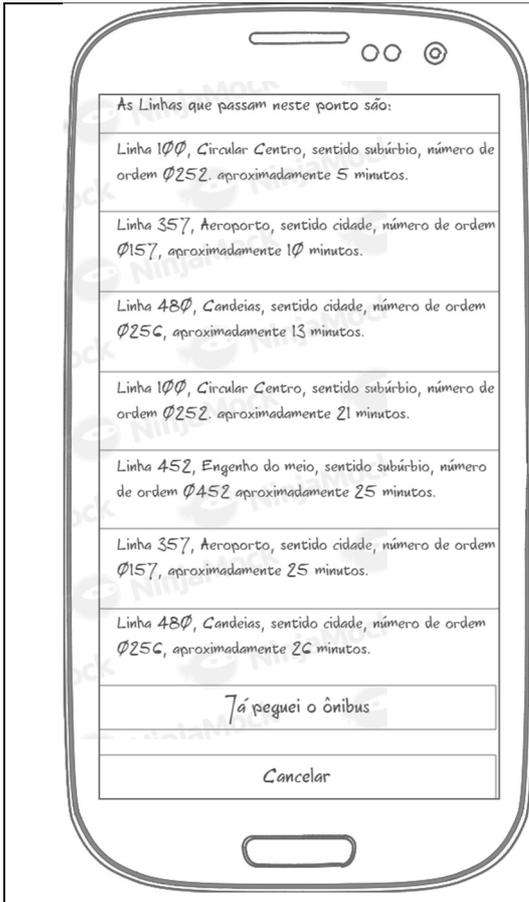
W3C. **Web Content Accessibility Guidelines 1.0.** 1999. Disponível em:<<http://www.w3.org/TR/WCAG10/>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

W3C. Web Content Accessibility Guidelines 2.0. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/WCAG20/>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

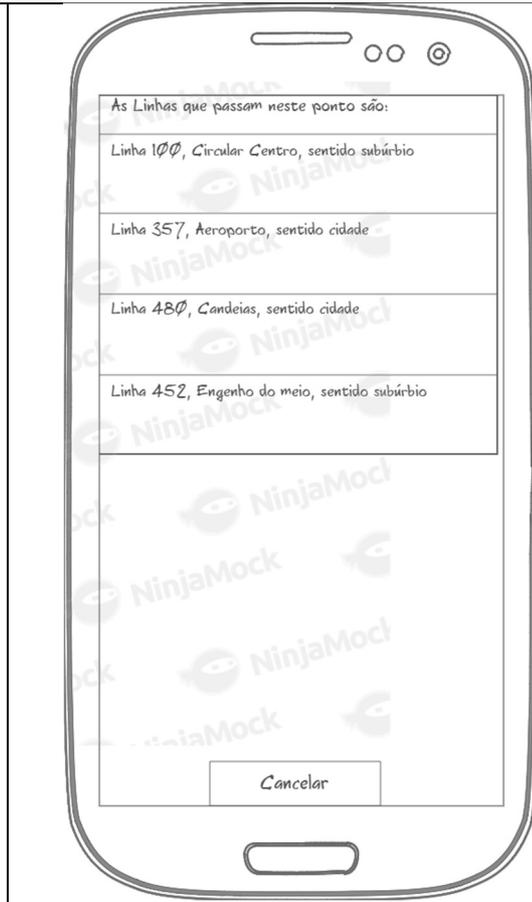
WAI. Web Accessibility Initiative. 2011. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Apêndice A

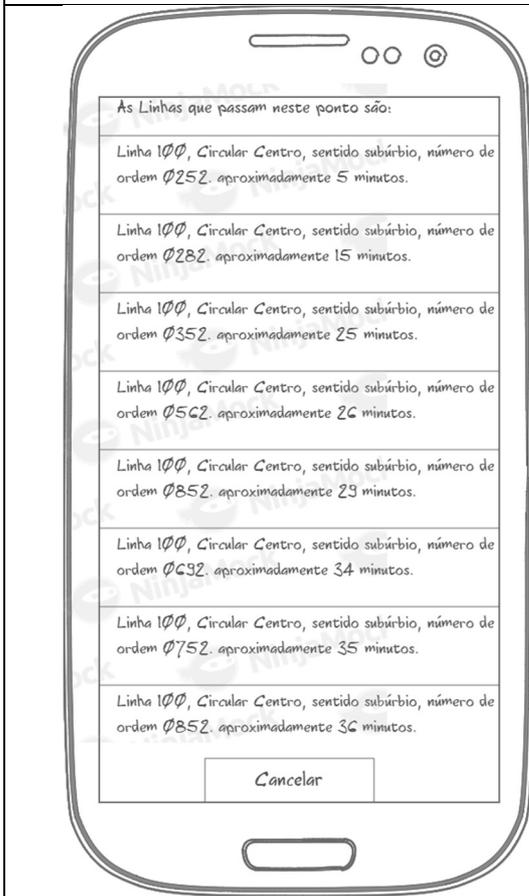




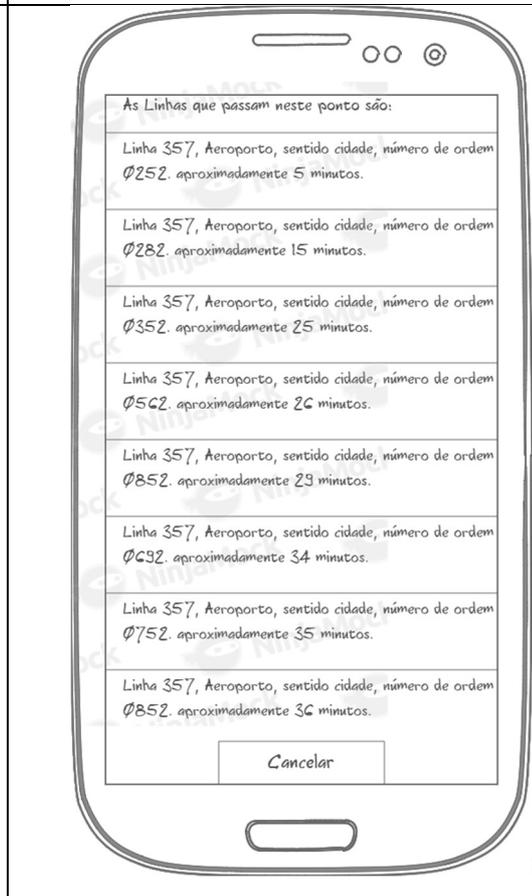
5



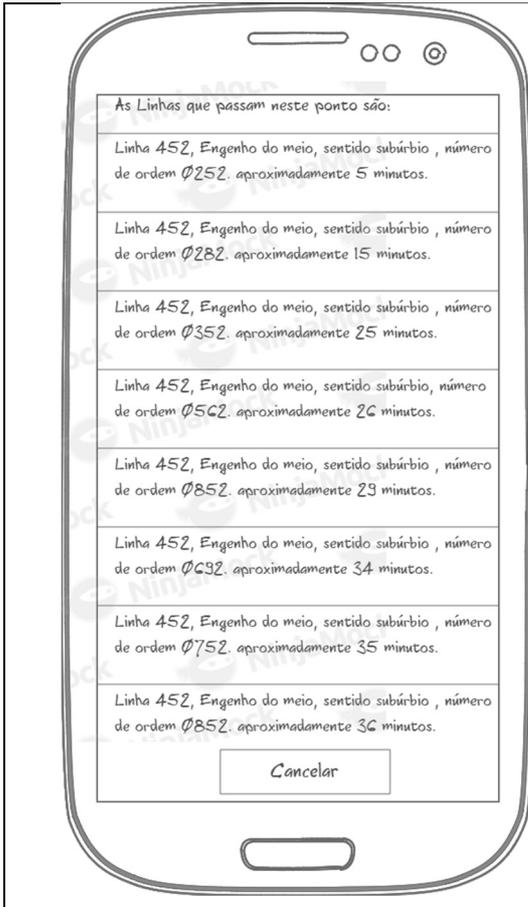
6



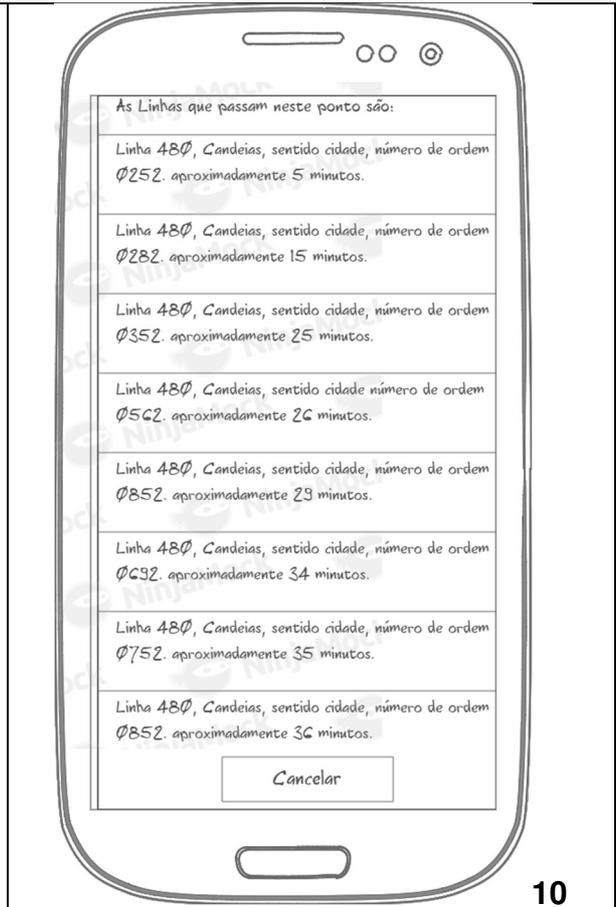
7



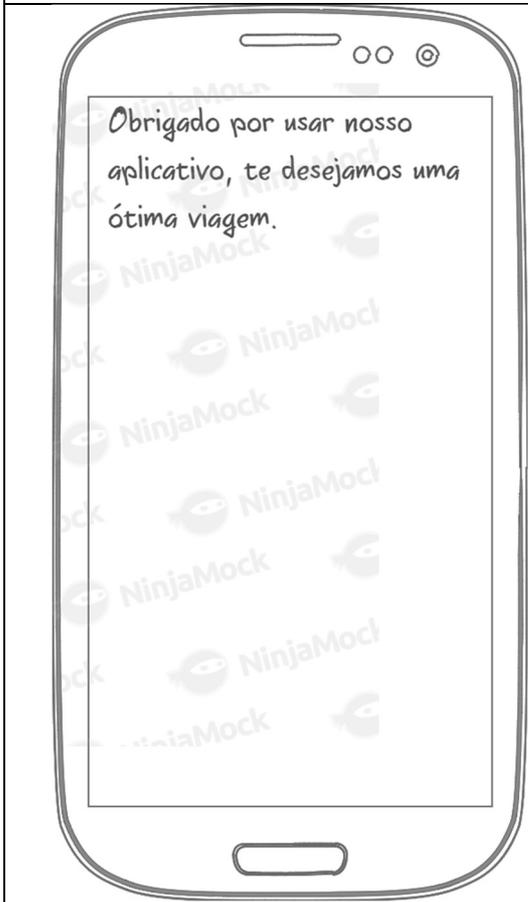
8



9



10



11

Roteiro Lógico das Interfaces

Localização, interface (1), usuário é localizado a partir do GPS do celular e caso a sua localização esteja incorreta o mesmo segue para a interface (2) onde pode inserir por meio de texto ou por voz a sua localização retornando para a interface inicial de confirmação de sua localização. Para fins de testes, a interface de confirmação de localização é a mesma.

Escolha do Ponto, Interface (3), neste momento o usuário é munido de uma lista de pontos de ônibus próximos a sua localização, onde o mesmo pode selecionar um desses pontos e seguir para a próxima interface. Após a seleção do ponto, o usuário será questionado, interface (4) se deseja monitorar todas as linhas que passam neste ponto ou apenas uma linha. Caso o usuário opte por monitorar o ponto, ele será direcionado para a interface (5), caso opte por escolher uma linha em específico, será encaminhado para a interface (6).

Monitorando o ponto, interface (5), caso o usuário queira monitorar todas as linhas que passam neste ponto, ele recebe uma lista que fica se atualizando a respeito da aproximação dos ônibus até que o mesmo informe que já pegou o ônibus ou cancele e seja encaminhado a interface de saída (11).

Monitorando uma Linha, interface (6), o usuário escolherá uma linha específica e será encaminhado a interface correspondente a uma das quatro linhas apresentadas, podendo ser encaminhado para as interfaces, (7, 8, 9 ou 10) a depender da linha, onde o mesmo será atualizado da aproximação do ônibus até que o mesmo informa que já pegou o ônibus ou cancele, sendo encaminhado para a interface de saída (11).

Links para acesso ao mockup do modelo de interface utilizado.

<https://ninjamock.com/s/L8KVX>

