

UNIVERSIDADE FEEVALE
CURSO CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DANIEL SOUZA DA SILVA

**VISUALL: AUXILIANDO COMPUTACIONALMENTE DEFICIENTES VISUAIS NA
ESCOLHA DIÁRIA DE SUAS VESTIMENTAS**

Novo Hamburgo
2022

DANIEL SOUZA DA SILVA

**VISUALL: AUXILIANDO COMPUTACIONALMENTE DEFICIENTES VISUAIS NA
ESCOLHA DIÁRIA DE SUAS VESTIMENTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de Ba-
charel em Ciência da computação pela Universi-
dade Feevale

Orientador: Prof. Dr. Gabriel da Silva Simões

Novo Hamburgo

2022

Agradecimentos

Acredito em um Deus e que tudo está sobre seu controle. Por isso gostaria de começar agradecendo a Ele por ter me escolhido para este trabalho e por tudo o que me foi oportunizado até então. Também aos meus pais, que mesmo sem compreenderem exatamente o que estudo, sempre me apoiaram e deram seu máximo para eu poder focar minha energia e tempo neste trabalho. Aos professores incríveis da universidade, tendo me ajudado a construir o conhecimento dentro de mim desde o primeiro dia de estudo contribuindo para meu crescimento acadêmico, especialmente ao meu orientador por ter acreditado em mim e neste trabalho, me salvando em momentos críticos dele. Aos diversos amigos que conheci durante meu período de estudo, mesmo de outros cursos, todos contribuíram e me tornaram um ser humano melhor. Especialmente ao Júlio Muller e a doutora Marta Bez, que juntamente ao meu orientador, cederam seu tempo e energia para me auxiliarem a tornar este trabalho o que ele é. Sei que apenas por minhas forças este trabalho não estaria acontecendo, meu muito obrigado a todos vocês que se fizeram presentes de alguma forma nesta jornada.

RESUMO

É possível observar os avanços tecnológicos existentes e com foco na inclusão de deficientes visuais para que sejam mais independentes em suas tarefas diárias. Baseando-se em estudos passados e correlatos sobre o tema de acessibilidade e tecnologia foi encontrada uma lacuna de pesquisa onde um grupo de deficientes visuais sem conhecimento do sistema de escrita Braille, não consegue usufruir de etiquetas desenvolvidas neste sistema de escrita em peças de roupas acessíveis aos mesmos. O presente trabalho visa aprofundar estudos na tecnologia NFC (*Near Field Communication*), a qual muitos *smartphones* atuais as contêm integradas, e apresentar um protótipo desenvolvido para plataforma Android com a finalidade de auxiliar deficientes visuais em questão de se vestirem e o que vestir de forma independente. Tags NFC foram acopladas em peças de roupas e quando aproximadas de um *smartphone* com esta tecnologia o dispositivo, de forma audível, informa dados relevantes sobre a peça de roupa e suas características, sem a necessidade de ações complexas por parte do usuário. Foi realizado um experimento com deficientes visuais, suas peças de roupas e com seus *smartphones*, onde após uma semana estes responderam dez questões sobre o uso do protótipo desenvolvido e as sensações que tiveram ao participarem desta pesquisa. Vê-se uma conclusão positiva e encorajadora para seguir em frente com este projeto e trazer para mais perto grupos reclusos da sociedade.

Palavras-chave: NFC. Tecnologia. Acessibilidade. Inclusão. Computação. Deficiência visual. Dispositivos móveis.

ABSTRACT

It is possible to observe the existing technological advances and with a focus on the inclusion of the visually impaired so that they are more independent in their daily tasks. Based on past and related studies about accessibility and technology, a research gap was found where a group of visually impaired people, without knowledge of the Braille writing system, are unable to take advantage of labels developed in this writing system on accessible clothing to themselves. The present work aims to deepen its studies in the NFC (Near Field Communication) technology, which many current smartphones have integrated, and to present a prototype developed for the Android platform with the purpose of helping the visually impaired in matters of dressing and what to wear independently. NFC tags were attached to pieces of clothing and when approached from a smartphone with this technology, the device audibly informs relevant data about the piece of clothing and its characteristics, without the need for complex actions by the user. An experiment was carried out with the visually impaired, their clothes and their smartphones. Where after a week they answered ten questions about the use of the developed prototype and the sensations they had when participating in this research. A positive and encouraging conclusion is seen to move forward with this project and bring recluse groups closer to society.

Keywords: NFC. Technology. Accessibility. Inclusion. computing. Visual impairment. Mobile devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comunicação entre uma tag passiva e um dispositivo leitor	18
Figura 2 – Número de dispositivos digitais em uso no Brasil	20
Figura 3 – Emulador do Android Studio simulando aparelho Pixel 3 XL	22
Figura 4 – Tags NFC adquiridas para desenvolvimento do protótipo.....	23
Figura 5 – Tags NFC a prova de água adquiridas para desenvolvimento.....	23
Figura 6 – Tabela de cores com fontes utilizadas com fundo preto	27
Figura 7 – Activity_main.xml VisuAll no emulador Android assim que iniciado	29
Figura 8 – Activity_main.xml VisuAll no emulador quando uma tag NFC é lida	29
Figura 9 – Etiqueta acessível com tag NFC à prova de água frente e verso	33
Figura 10 – Deficiente visual utilizando protótipo VisuAll em ambiente controlado ...	34
Figura 11 – Deficiente visual lendo termo de autorização em Braille	36
Figura 12 – Deficiente visual total testando protótipo VisuAll em seu smartphone ...	37
Figura 13 – Gráfico das respostas questão 1	38
Figura 14 – Gráfico das respostas questão 2.....	38
Figura 15 – Gráfico das respostas questão 3.....	39
Figura 16 – Gráfico das respostas questão 4.....	40
Figura 17 – Gráfico das respostas questão 5.....	40
Figura 18 – Gráfico das respostas questão 6.....	41
Figura 19 – Gráfico das respostas questão 7.....	42
Figura 20 – Gráfico das respostas questão 8.....	42
Figura 21 – Gráfico das respostas questão 9.....	43
Figura 22 – Gráfico das respostas questão 10.....	44

LISTA DE ABREVIações

API	<i>Application Programming Interface</i>
BIT	<i>Binary Digit</i>
CD	<i>Compact disc</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
FE	<i>Fan Edition</i>
GB	<i>Gigabyte</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HQ	<i>Quad-core</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Identificador Exclusivo
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
MHz	<i>Mega Hertz</i>
mm	Milímetro
NDEF	<i>NFC Data Exchange Format</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
OS	Sistema Operacional
QR	<i>Quick Response</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SP	<i>Scale-independent Pixels</i>
SSD	<i>Solid State Drive</i>
TAG	Etiqueta
TV	Televisão
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
W	<i>Watt</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
XL	<i>Extra Large</i>
3D	Tridimensional

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ABREVIACÕES	7
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 METODOLOGIA.....	12
2 TRABALHOS RELACIONADOS	13
2.1 TRABALHOS COM TECNOLOGIA NFC GERAIS.....	13
2.2 TRABALHOS COM TECNOLOGIA NFC DEFICIENTES VISUAIS.....	14
2.3 TRABALHOS ENCONTRADOS ALÉM DA REVISÃO SISTEMÁTICA .	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 TECNOLOGIA NFC:	17
3.2 DESENVOLVIMENTO MOBILE	19
4 CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO	21
4.2 EMULADOR ANDROID	21
4.3 TAGS NFC	22
4.4 APIS PARA MANIPULAÇÃO DE NFC NO ANDROID	24
4.4.1 Componentes de Manipulação e processamento de NFC	24
4.4.2 Reprodução audível de texto	25
4.4.3 Serviços de mensagens e comunicações	25
5. DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO VISUALL	26
5.1 OPERAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	26
5.2 ALTO CONTRASTE.....	27
5.3 TELA PROTÓTIPO VISUALL	28
6 INSTRUMENTO DE COLETA EXPERIMENTAL	30
6.1 ESCALA LIKERT.....	30
6.2 QUESTÕES	31
7 EXPERIMENTOS	32

7.1 ETIQUETAS COM TAG NFC	32
7.2 TESTE PILOTO.....	33
7.3 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO EM CAMPO	34
7.4 RESULTADOS	37
7.4.1 Questão 1 – Compreensão dos dados na <i>tag</i>	37
7.4.2 Questão 2 – Informações para escolha da peça	38
7.4.3 Questão 3 – Usabilidade do aplicativo	39
7.4.4 Questão 4 – Facilidade em localizar as <i>tags</i>	39
7.4.5 Questão 5 – Praticidade	40
7.4.6 Questão 6 – Sentimento de independência em decisões	41
7.4.7 Questão 7 – Funcionamento do protótipo na leitura das <i>tags</i> ..	41
7.4.8 Questão 8 – Funcionamento do protótipo geral	42
7.4.9 Questão 9 – Uso da bateria do smartphone	43
7.4.10 Questão 10 – superaquecimento do smartphone	43
8 CONCLUSÃO	45
8.1 TRABALHOS FUTUROS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXO A – Termo de autorização na versão para videntes	52
ANEXO B – Termo de autorização na versão Braille	53

1 INTRODUÇÃO

Os seres humanos sempre buscaram a evolução, inicialmente com o objetivo da sua sobrevivência, mas atualmente a evolução, entre tantas definições, carrega o sentido de progresso, adaptação, superação. Em um mundo de tantas preocupações, dificuldades e incertezas, existem pessoas dispostas a facilitar a vida de outras em determinada situação ou tarefa, muitas vezes utilizando a tecnologia como ferramenta para este fim.

Buscando cada vez mais auxiliar na resolução de problemas para diversas pessoas, a tecnologia sempre traz novidades, praticidades, inovações, e resoluções de problemas que talvez nunca tenham sido pensados sobre. Cada vez mais, de forma ágil, são desenvolvidas, através da tecnologia, novas experiências, sensações, e algumas delas não são possíveis mais de se imaginar sem a ferramenta. Porém, mesmo diante de tantas evoluções tecnológicas, alguns grupos minoritários podem ser deixados para trás de maneira não intencional, nessa onda avassaladora de inovações tecnológicas.

Um levantamento do IBGE realizado em 2010 mostra que o Brasil possui mais de 6,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual. Dentre essa população, o número de pessoas cegas, indivíduos que, por alguma razão, foram privados de sua visão (DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS, 2022), é estimado em aproximadamente 529.000 pessoas. Também segundo levantamento do IBGE realizado em 2010, cerca de 6.056.654 pessoas possuem baixa visão ou visão subnormal, que é quando há diminuição irreversível da visão apesar de tratamentos pertinentes ao problema visual e uso de óculos para correção de grau (SOCIEDADE BRASILEIRA DE VISÃO SUBNORMAL, 2016). Por fim, existem 29 milhões de pessoas que, mesmo fazendo a utilização de óculos ou lentes, encontram dificuldades permanentes ao enxergar (FUNDAÇÃO DORINA, 2019 apud SILVA, 2019, p. 23).

Através destas informações pode-se notar um grupo considerável de indivíduos que possuem algum grau de deficiência visual. Destes indivíduos, alguns chegaram à condição de deficiência visual de forma congênita, que ocorre durante a gestação, quando a progenitora adquire alguma doença e transmite para o feto (SILVA, 2019, p. 28) e outros a obtiveram de forma adquirida. Isso impõe a estas pessoas deficientes um grau de dificuldade em vários aspectos da vida social, podendo através destas

dificuldades ocorrer a exclusão deste indivíduo, mesmo que não voluntária, em diversas situações.

Estudos mostram que uma dificuldade que muitos deficientes visuais apresentam é em relação ao vestir-se de forma independente. Dentre as dificuldades apresentadas, a escolha por qual peça de roupa utilizar e se as peças estão combinando entre si compõe um dos principais problemas observados por Silva (2019). Visando solucionar este problema, desenvolveu-se uma etiqueta com escrita em Braille, sistema de escrita utilizado para garantir que pessoas cegas ou com baixa visão possam ler (MUNDO EDUCAÇÃO UOL, 2022). Esta etiqueta desenvolvida possui informações sobre a peça de roupa a qual ela está aplicada, permitindo assim que deficientes visuais compreendam o que é aquela vestimenta, suas cores e outras informações que venham a ser relevantes. Todavia, infelizmente muitos deficientes visuais que adquiriram a cegueira depois de certa idade acabam tendo maiores dificuldades e desistem de aprender o Braille, ficando uma parcela deste grupo de deficientes visuais impossibilitado de aproveitar os benefícios da etiqueta.

Diante desta realidade, houve interesse do pesquisador em buscar tecnologias que pudessem auxiliar o deficiente visual, incluindo os que não possuem conhecimento do sistema de escrita Braille, na questão do se vestir de forma independente, tendo, o autor, através de trabalhos anteriores, se deparado com a tecnologia NFC (*Near Field Communication*) e se interessado pelo que poderia realizar com ela.

No ano de 2021, o pesquisador desenvolveu uma revisão sistemática sobre a tecnologia NFC, encontrando nesta pesquisa a possibilidade de desenvolver um protótipo para sistemas *Mobile*. Sua função seria informar ao usuário dados de forma audível sobre a peça em questão. Informações como a cor, tamanho, composição, etc., quando aproximado o dispositivo a uma *tag* NFC passiva presente nesta peça de roupa. Desta forma, auxiliando os deficientes visuais a terem conhecimento do que possuem e o que gostariam de vestir, tornando-os assim, mais independentes em suas tarefas diárias.

Com base nos estudos correlatos apresentados, este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo Android juntamente com a tecnologia NFC, que informará dados considerados pelos deficientes visuais como relevantes em determinada peça de roupa.

Primeiro, no Capítulo 2, são apresentados os trabalhos relacionados encontrados pelo estudante, juntamente com os já citados em sua revisão sistemática. No

Capítulo 3 é trazido a conhecimento as tecnologias essenciais para o desenvolvimento deste protótipo. Sendo apresentado no Capítulo 4 as configurações do seu ambiente de desenvolvimento. No Capítulo 5 são abordadas questões de alto contraste para pessoas com baixa visão e como o protótipo foi desenvolvido visando incluir e auxiliar também este grupo. O Capítulo 6 apresenta uma explicação sobre o método escolhido para pesquisa seguido das questões elaboradas para apresentar os resultados obtidos pelo período de teste com deficientes visuais. Já o Capítulo 7 explica como foram realizados os testes, trazendo os resultados e comentários dos deficientes visuais ao utilizarem o protótipo desenvolvido. Por fim, no Capítulo 8 é apresentada a conclusão deste trabalho e uma discussão sobre os resultados, avistando trabalhos futuros para agregar cada vez mais a um mundo tecnologicamente inclusivo.

1.1 METODOLOGIA

Inicialmente foram-se estudadas tecnologias potenciais para a realização deste trabalho, sendo feito após uma busca por trabalhos relacionados a inclusão de deficientes visuais e as mesmas tecnologias que interessaram o autor. Boa parte dos trabalhos encontrados foram buscadas na base de dados *Web of Science*, através de *strings* de busca. Em seguida foi desenvolvido o protótipo chamado VisuAll no Android Studio, passando após o desenvolvimento do protótipo para um deficiente visual testar a implementação e dar suas opiniões. Validado com as sugestões dadas pelo deficiente visual, foi realizado um novo experimento com maior número de deficientes visuais por uma semana com suas peças de roupas e seus *smartphones*, sendo feito um questionário para análise do experimento e entrevistado cada um dos deficientes que participaram. Por fim, as respostas foram agrupadas e construídas tabelas para a melhor compreensão dos resultados obtidos pelo experimento realizado. Trazendo conclusões e planejamentos para trabalhos futuros.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Visando compreender mais sobre a tecnologia NFC e algumas aplicações com foco em acessibilidade, foi realizada uma revisão sistemática sobre o assunto pelo autor deste trabalho (Silva, 2021). Este capítulo abordará brevemente os trabalhos utilizados nessa revisão sistemática e outros encontrados durante a realização deste trabalho.

2.1 TRABALHOS COM TECNOLOGIA NFC GERAIS

Em um dos artigos mencionados, realizado por Ghiron *et al.* (2009), foi desenvolvido um aplicativo visando auxiliar a aquisição de passagens de ônibus, estes colocaram um cartaz em uma parada de ônibus com informações sobre como proceder para comprar uma passagem. Ao aproximar o telefone (Nokia 6131), com tecnologia NFC, do cartaz no local indicado com o aplicativo aberto, este possui uma *tag* que compra uma passagem específica, visando facilitar a aquisição das pessoas a uma passagem de maneira online, rápida e com independência usando o telefone.

Outro trabalho presente nesta revisão sistemática é a de Suhartono, Karya e Candra (2017), estes descrevem um ambiente com *tags* NFC em diversos locais, como cafeterias, bancos, transportes públicos. Permitindo que estudantes de uma determinada universidade possam baixar versões de livros em seus smartphones para poderem ler onde estiverem sem a necessidade de carregarem livros físicos, funcionando como uma espécie de empréstimo de uma biblioteca.

Além destes trabalhos, foi desenvolvida uma espécie de GPS (*Global Positioning System*) para ambientes fechados com a tecnologia NFC e códigos QR. Foram colocadas *tags* em locais de interesse dentro de um prédio e quando um *smartphone* com leitor encontra uma destas *tags*, um mapa é mostrado identificando onde a pessoa está. Isso permite a ela informar onde deseja ir dentro daquele lugar, demonstrando no aplicativo o caminho mais curto até este local (AL HAMMADI *et al.*, 2012).

Já Pigini e Conti (2017) fizeram uma forma de rastreamento utilizando NFC com o intuito de trazer mais segurança ao consumidor final sobre seus alimentos. Desenvolveram uma implementação no processo de um alimento desde a saída da fazenda, passando pelo corte, transporte, revendas e supermercados foi utilizando a carne de porco como teste. Cada lugar pelo qual o produto passava era necessário adicionar informações na *tag* NFC, que desde o início acompanhava a embalagem do produto

para que fossem acrescentadas informações necessárias em relação ao que estava sendo feito. Isso possibilitou ao consumidor final aproximar o seu *smartphone* na *tag* contida na embalagem e ter conhecimento sobre todos os processos realizados e por onde aquele produto passou.

2.2 TRABALHOS COM TECNOLOGIA NFC DEFICIENTES VISUAIS

Nesta revisão sistemática também se mencionam trabalhos sobre a tecnologia NFC com foco em deficientes visuais, como a de um museu na Itália com várias tecnologias de acessibilidade visando incluir diversos grupos. Dentre estas tecnologias o museu contém cerca de 200 *tags* NFCs das quais, quando aproximado um aparelho leitor, transmitem diversas informações sobre determinado item do museu em formato de áudio (GIROTTI; PISU, 2015), e também para reuniões de *brainstormings*, onde são colocadas *tags* NFC em *post-its* permitindo que qualquer pessoa possa gravar a sua ideia em formato de áudio em um *smartphone* com tecnologia NFC e depois aproximar a uma *tag* e esta gravar o áudio para poder sempre ser ouvido quando aproximasse o *smartphone*.

Sánchez *et al.* (2012) desenvolveram um aplicativo chamado *Touch Me*, tendo como finalidade tornar mais fácil a utilização de *smartphones* Android para pessoas cegas ou idosas. Utilizando *tags* NFCs, o propósito é o próprio usuário por este aplicativo escrever em *tags* NFCs e estas, quando lidas, reproduzirem o conteúdo de forma audível. Como exemplo eles explicaram determinada situação em que uma deficiente visual tomou um medicamento de forma errônea, acarretando sérios problemas de saúde. O aplicativo também permite adicionar um contato a uma *tag* e quando lida o *smartphone* ligará para este contato. A inserção destes dados pode ser feita através de voz, porém os usuários que testaram preferiam que alguém conhecido com mais conhecimento tecnológico fizesse através do teclado convencional.

Com o objetivo de ser uma melhora ao trabalho anterior, Ivanov (2014) desenvolveu um aplicativo sem botões voltado especialmente para deficientes visuais. O foco é nos sensores do telefone. Onde algumas funções são a de realizar gravações em *tags* NFC em áudio chacoalhando o *smartphone* no sentido vertical, aumentar ou diminuir o volume colocando o aparelho de maneira horizontal e logo após inclinar para um lado e acelerar um áudio tocando em uma área específica da tela. Foram dadas trinta *tags* NFCs para doze deficientes visuais para utilizarem em diversos lugares como livros, CDs, remédios, alimentos, etc. Estes utilizaram o aplicativo para

gravar em formato de áudio informações sobre cada objeto e após aplicaram as *tags*. Possuindo o recurso de nuvem para mandarem seus áudios, sincronizarem em aparelhos diferentes e compartilharem entre si, especialmente para *tags* colocadas em locais públicos como bancos, bibliotecas, hospitais, etc... Porém, dificuldades foram encontradas por parte dos entrevistados quanto a se lembrarem de como realizar a sincronização e o compartilhamento em nuvem, encerrar uma gravação e o ponto mais crítico deste trabalho foi a necessidade do auxílio inicial de uma pessoa vidente para explicar sobre o que era aquele item para que assim pudessem gravar em uma *tag* com suas palavras.

2.3 TRABALHOS ENCONTRADOS ALÉM DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Recentes revisões da literatura também foram feitas adicionando novos trabalhos encontrados, como o de He, Atabekov e Haddad (2016), que desenvolveram uma cadeira inteligente a qual a pessoa com um cartão físico contendo seus dados se aproxima de um leitor de *tags* NFC, contido nessa cadeira inteligente, e após sentar nesta cadeira são enviados dados para a nuvem de quanto tempo a pessoa ficou sentada, o horário que ela sentou e a hora que se levantou, tendo como foco para escolas e empresas terem melhor controle sobre a presença de seus alunos e profissionais.

Já Aleixo *et al.* (2019) desenvolveram um aparelho similar a um relógio que quando colocado no pulso coleta informações sobre os batimentos cardíacos, temperatura e oxigenação do sangue da pessoa. Podendo os dados serem transmitidos para um *smartphone Android* através da tecnologia NFC para um aplicativo por eles desenvolvido.

O projeto chamado Morphic de Vanderheiden *et al.* (2020) busca armazenar configurações de acessibilidade previamente selecionadas por um usuário através da nuvem para adaptar em um dispositivo compartilhado. Buscando a praticidade dos deficientes alternarem entre aparelhos compartilhados e estes estarem adaptados de forma rápida a todas suas preferências de acessibilidade. Uma das soluções apresentadas foi de concederem um cartão com uma *tag* NFC, a qual quando aproximada de um aparelho compartilhado, este enviará comandos para adaptar determinado dispositivo como alto contraste, tamanho de fonte, leitura de forma audível do conteúdo, etc. Porém, estes explicam em seu próprio trabalho que a ideia com *tags* NFC não deu resultados positivos, pois os deficientes visuais tinham medo de bater a mão na tela do computador e a estragar quando tinham que aproximar este no local indicado.

Fernandes *et al.* (2018) criaram um mapa 3D contendo diferentes texturas para que deficientes visuais pudessem, através do toque, fazer uma espécie de mapa mental e assim reconhecerem onde estão os pontos de interesse aos quais poderiam visitar. Este mapa foi validado por quatro deficientes visuais, havendo a ideia de colocarem *tags* NFC nestes pontos de interesse para que quando aproximado de um leitor, este explicaria o que é aquele local e passaria informações para uma bengala inteligente de como chegar até aquele local.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo abordará de forma mais profunda as tecnologias essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, que são a NFC (*Near Field Communication*) e aparelhos *Mobile*. Apresenta, também, suas posições atuais no mercado mundial e brasileiro.

3.1 TECNOLOGIA NFC:

Near Field Communication (Comunicação de Campo Próximo) é uma tecnologia desenvolvida em 2002 pelas empresas Sony e Phillips baseada em radiofrequência com uma transmissão na frequência de 13.56Mhz. Ela foi desenvolvida para troca de dados entre dois dispositivos, normalmente descritos como um iniciador (ativo) e um alvo (passivo), através de um simples toque (GHIRON et al., 2009).

De acordo com NFC FORUM, a comunicação entre um dispositivo NFC ativo e uma *tag* NFC passivo ocorre em três partes:

1. Transferência de energia do dispositivo NFC para a *tag* NFC. Pois as *tags* passivas não necessitam de baterias ou outras fontes de energia para a operação além da energia provida pelo dispositivo ativo.
2. O dispositivo NFC envia informações para a *tag* NFC modulando o sinal de campo de Radiofrequência (modulação de sinal).
3. O dispositivo NFC recebe as informações da *tag* NFC ao detectar a modulação da carga gerada (carregamento da modulação).

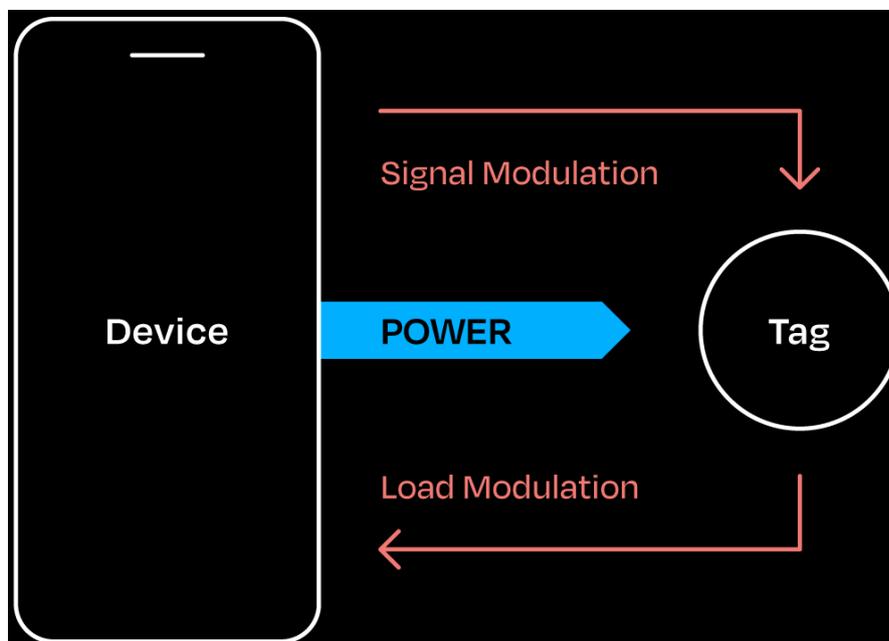
Na Figura 1 é apresentada de maneira lúdica a comunicação entre o dispositivo com a tecnologia NFC e a *tag*.

Pigini e Conti (2017) ressaltam que a tecnologia NFC foi desenvolvida para operações de poucos centímetros de distância, o que dificulta ataques pois o invasor deve estar muito próximo da *tag*, além desta tecnologia permitir a encriptação dos seus dados e não possuir a necessidade de um ambiente iluminado para ocorrer a leitura da *tag*.

Vantagens podem ser encontradas na tecnologia NFC em relação a tecnologia Wireless (Bluetooth, Wi-Fi, etc.). Estas se baseiam em distâncias de metros, necessitando que os dispositivos que trocam informações tenham sua própria fonte de energia, diferentemente das *tags* NFC que são energizadas pelo leitor ou *smartphone*

(Figura 1). Outra consequência desta distância é a necessidade de o usuário configurar seus aparelhos ou "emparelhá-los" para a troca de informações, diferentemente do simples toque que a tecnologia NFC traz (NFC FORUM, 2022).

Figura 1 - Comunicação entre uma *tag* passiva e um dispositivo leitor.



Fonte: NFC FORUM, 2022.

NFC Forum afirma que a tecnologia NFC pode operar de até quatro maneiras:

1. *Reader/Writer mode* (modelo leitura/escrita): O dispositivo ativo energiza a *tag* passiva através da aproximação desta, sendo capaz de comunicarem-se entre si.

2. *Peer-to-peer mode* (modelo ponto a ponto): Dois aparelhos ativos operam de maneira bidirecional a troca de informações, sendo que ambos podem modificar informações um do outro.

3. *Card Emulation mode* (modelo emulação de cartão): O dispositivo ativo usa protocolo digital e técnicas analógicas semelhantes a cartões inteligentes. À medida que o usuário aproxima seu celular a um leitor NFC, o NFC móvel se comporta como um cartão inteligente padrão.

4. *Wireless Charging mode* (Modo de carregamento sem fio): Este modo é utilizado para transferir energia do dispositivo ativo. O modo de carregamento sem fio NFC permite a transferência sem contato de até 1 W de potência. Carregando pequenos dispositivos com uma fonte de alimentação limitada, como um fone de ouvido *Bluetooth* ou *Smartwatch*.

As aplicações desta tecnologia não param de crescer, cada vez mais ela está presente nas tarefas diárias. Um grande exemplo são os cartões de crédito e débito

que possuem o “pagamento por aproximação”, que nada mais é do que uma *tag* NFC passiva em um cartão. No ano de 2020 o Banco do Brasil alcançou o patamar de 10 milhões de cartões Ourocard emitidos com esta tecnologia (VISA, 2020).

Não apenas em cartões físicos de pagamento, a tecnologia NFC presente em *smartphones* e *smartwatches* permitiu que os cartões virtuais simulassem a presença do cartão físico, os quais quando aproximados de uma máquina leitora esta responde como se fosse o cartão físico que tivesse sido lido por ela (REDE, 2022).

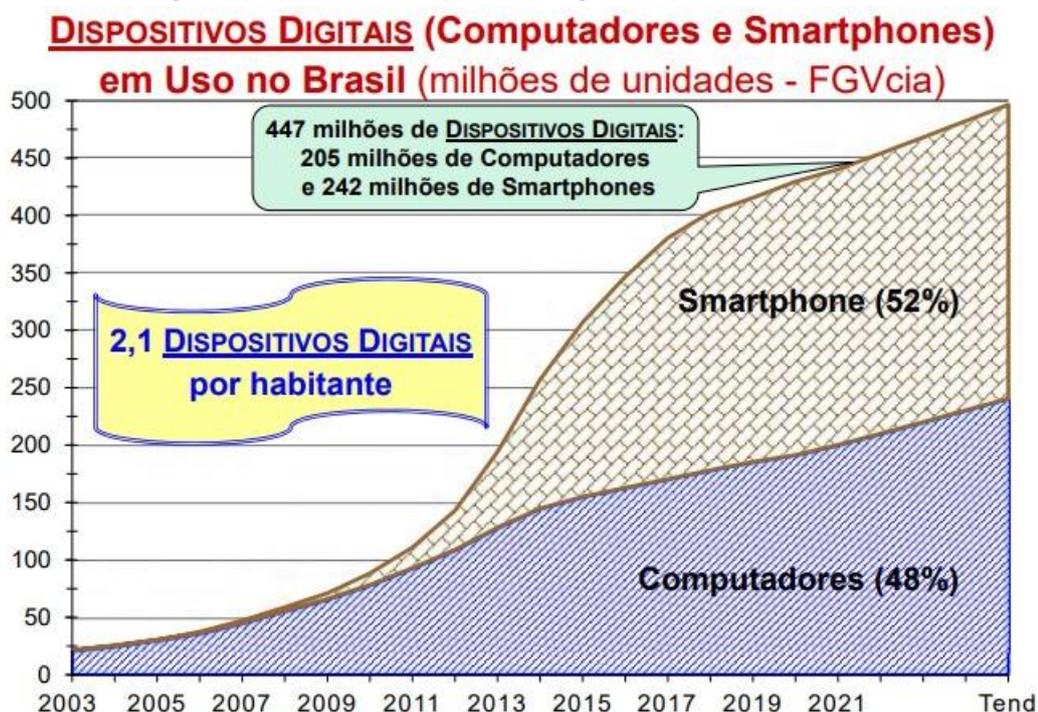
A possibilidade de comprar *tags* passivas e programar elas para diversas tarefas torna possível e tangível seu uso devido ao baixo custo que elas possuem no mercado (Regal *et al.* 2016). A revisão sistemática elaborada por Silva (2021), como citada anteriormente, apresenta diversos aplicativos e funções com diferentes finalidades criadas utilizando a tecnologia NFC, seja para localização, compartilhamento de informações, informações sobre a saúde do indivíduo, rastreamento de alimentos, retirada de livros virtuais, entre outros. Muitos deles focados em acessibilidade e inclusão.

3.2 DESENVOLVIMENTO MOBILE

De acordo com IBGE, em 2022 o Brasil possui quase 215 milhões de habitantes. E segundo o último levantamento anual divulgado pela Fundação Getúlio Vargas, cerca de 242 milhões de *smartphones* estão em uso no país, sendo 1,13 *smartphones* por indivíduo atualmente. Se comparado a quantidade de habitantes com o número de computadores apresentados na mesma pesquisa (*desktop + laptop + tablet*) o número é de aproximadamente 205 milhões, conforme apresenta a Figura 2, dando menos de 1 dispositivo por pessoa.

Esta diferença não é à toa, os computadores mesmo possuindo maior poder de processamento, baterias potentes e níveis altos de memória, são mais difíceis de se transportar pelos lugares, sendo muitos não tão fáceis de manusear quanto um *smartphone*. Já *smartphones* atuais contam com diversas funções em um único dispositivo, podendo tirar fotos, gravar vídeos, áudios, checar emails, previsão do tempo, trânsito, ouvir músicas, tudo isso e muito mais em um aparelho portátil não pesando mais que 300 gramas. Para o computador poder fazer tudo isso, muitas vezes necessita de acessórios externos como *Webcams*, Alto-falantes, microfones, *mouse*, etc.

Figura 2 - Número de dispositivos digitais em uso no Brasil.



Fonte: Pesquisa FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2022.

Observando este mercado em ascendência, diversas empresas migram cada vez mais para o ambiente móvel, sendo um pouco difícil atualmente encontrar algum site que não tenha a sua versão para dispositivos *Mobile*. Existe, apenas para dispositivos *Android*, mais de dois milhões de aplicativos disponíveis (ANDROID, 2022).

Diante de todos estes fatos, ressaltando a praticidade e um leitor de NFC integrado a maioria dos dispositivos *Mobile* atuais, algo não presente em quase todos os computadores, faz mais sentido desenvolver um protótipo para *smartphone*, do que uma aplicação em um computador convencional.

A escolha do desenvolvimento para a plataforma *Android* é uma conveniência, visto que as ferramentas disponíveis para o desenvolvimento estão habilitadas para diversas plataformas, é possível encontrar *smartphones Android* mais acessíveis, além deste sistema ser, o mais utilizado no Brasil (ANDROID, 2022).

4 CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é abordado sobre o Android Studio na versão *Chipmunk*, assim como o processo de configuração do ambiente, seu emulador, com suas limitações, além das especificações das *Tags* NFCs adquiridas e algumas bibliotecas utilizadas para o desenvolvimento dos protótipos.

4.1 ANDROID STUDIO CHIPMUNK

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizado o Android Studio na versão *Chipmunk 2021.2.1 Patch 1*, os requisitos recomendados para o sistema operacional Windows são (ANDROID STUDIO, 2022):

- ✓ Sistema Operacional Microsoft Windows 64-bit 8 ou mais recente.
- ✓ X86_64 arquitetura Intel Core segunda geração ou superior, ou AMD CPU com suporte a Windows Hypervisor.
- ✓ 8 GB de memória RAM ou mais.
- ✓ 8 GB de espaço no disco rígido IDE + Android SDK + Emulador Android.
- ✓ 1280 X 800 resolução de tela mínima.

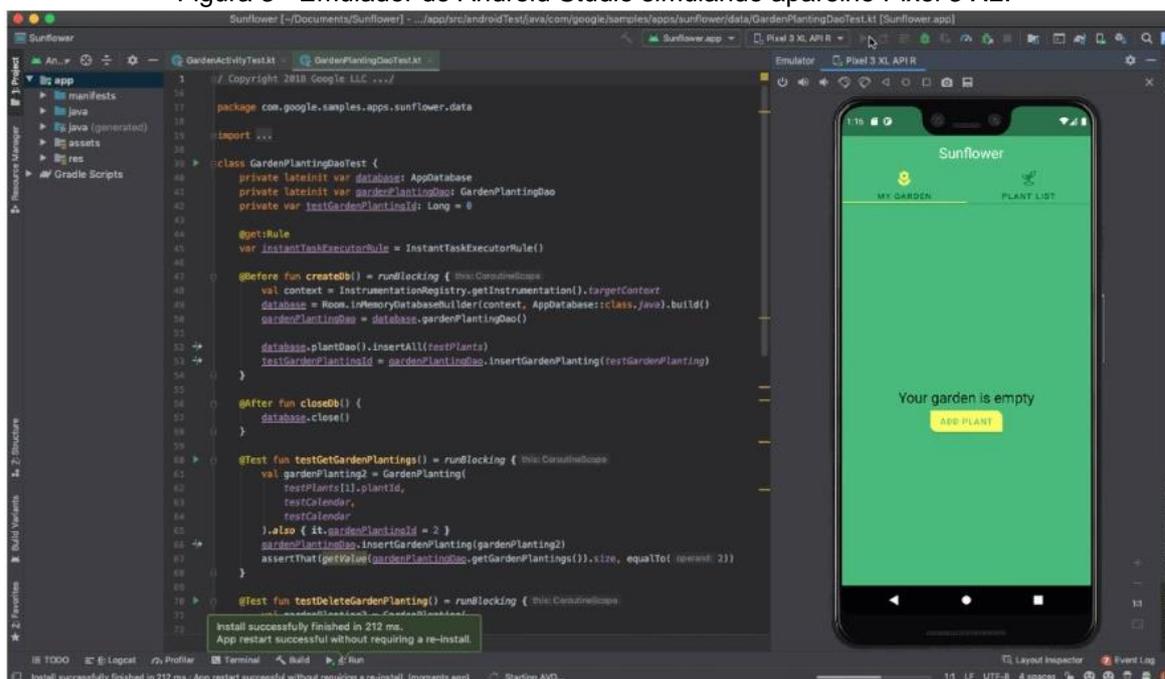
Foi utilizado um computador com o sistema operacional Windows 10 Home 64-bit (versão 21H2). Processador Intel Core i7 – 7700HQ 2.8 GHz, 16 GB de memória principal (RAM), placa de vídeo NVIDIA 1050 ti (resolução de tela 1920 X 1080) e SSD 256 GB. Esta configuração supre todos os requisitos necessários para o desenvolvimento do aplicativo.

4.2 EMULADOR ANDROID

O IDE Android Studio possui um emulador que possibilita simular diversos dispositivos móveis (*smartphones*, *Tablets* Android, dispositivos *Wear OS* e *Android TV*) e níveis da API. Oferece quase todos os recursos de um dispositivo Android real, como recebimentos de chamadas telefônicas, mensagens de texto, especificação do local do dispositivo, simulação de rotação e outros sensores de *hardware*, Google Play Store entre outros (ANDROID STUDIO, 2022).

A Figura 3 demonstra um exemplo do ambiente em funcionamento simulando um *smartphone* Pixel 3 XL:

Figura 3 - Emulador do Android Studio simulando aparelho Pixel 3 XL.



Fonte: Android Studio, 2022.

Porém, mesmo sendo este emulador tão próximo a um aparelho físico Android, possuindo diversos recursos e configurações, favorecendo assim o desenvolvimento em diversas ocasiões, este ainda apresenta certas limitações em alguns casos específicos. Por isso, mantém a necessidade de um aparelho conectado via USB no computador para rodar o aplicativo.

4.3 TAGS NFC

Foram adquiridas para o desenvolvimento *tags* NFC Reader/Writer mode Chip Type: NTAG213 (chip NFC oficial) conforme mostradas na Figura 4. Estas possuem 168 bytes de memória total, com capacidade de 10.000 ciclos de reescrita, 13,56 MHz de frequência de operação, contador 16-bit, bloqueável, 25 mm de diâmetro, anticolição e suporte adesivo.

Uma das restrições encontradas ao trabalhar com o emulador Android é que este não pode fazer a leitura de uma *tag* NFC, pois para isso precisa de um leitor NFC no dispositivo, o que muitos computadores não contam. Sendo assim, há necessidade de um *smartphone* Android físico para testar o protótipo tanto na escrita quanto na leitura em uma *tag*.

Figura 4 - Tags NFC adquiridas para desenvolvimento do protótipo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após realizar testes no funcionamento das *tags* sobre a peça de roupa, foi percebido que à medida que as peças forem sendo utilizadas, como qualquer roupa, terão que ser limpas. E para isso foi necessário a aquisição de novas tags NFC, estas à prova de água.

Figura 5 - Tags NFC à prova de água adquiridas para desenvolvimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Possuindo qualidade igual e até mesmo superior em alguns aspectos à anterior, está *tag* modelo Ntag215 (Figura 5) permite lavagem até 85 graus Celsius e possui memória 3,5 vezes maior para dados serem inseridos em relação à anterior.

Claro que com isto o custo delas aumentou 260% em relação às anteriores, mas por atualmente ser uma tecnologia mais dissipada no Brasil, ela ainda permite não elevar muito o preço de uma peça de roupa devido a tecnologia inclusa. Permitindo assim, a acessibilidade dos menos afortunados.

4.4 APIS PARA MANIPULAÇÃO DE NFC NO ANDROID

Neste subcapítulo serão abordados três pacotes com maior relevância no protótipo desenvolvido para Android: `android.nfc`, `android.speech` e `android.os`.

4.4.1 Componentes de Manipulação e processamento de NFC

O pacote `android.nfc` providencia acessos a funcionalidades da tecnologia NFC, permitindo que os aplicativos leiam mensagens NDEF em *tags* NFC (DOCUMENTATION ANDROID, 2022, tradução nossa). São algumas funcionalidades disponíveis destas bibliotecas utilizadas no protótipo.

`NfcAdapter`: Ela representa o adaptador NFC do dispositivo, que é o ponto de entrada para realizar operações NFC. Pode ser adquirida uma instância através de `getDefaultAdapter()`.

`NdefMessage`: Representa uma mensagem de dados do NDEF, que é o formato padrão no qual os “registros” de transporte de dados são transmitidos entre dispositivos e *tags*. A aplicação pode receber estas mensagens através da `intent ACTION_TAG_DISCOVERED`.

`NdefRecord`: Representa um registro, que é entregue a `NdefMessage` e descreve os tipos de dados que estão sendo compartilhados e carrega eles dentro de si.

`Tag`: Quando uma *tag* é descoberta, a `Tag` se torna um objeto imutável que representa o estado de uma *tag* NFC no momento da descoberta. Pode ser usada como um extensor para classes para realizar operações avançadas, ou diretamente

consultado para o seu ID por `getId()` e o conjunto de tecnologias que ele contém via `getTechList()` (DOCUMENTAÇÃO ANDROID, 2022, tradução nossa).

4.4.2 Reprodução audível de texto

`Android.speech.tts` sintetiza a fala do texto apresentado para reprodução imediata ou para criar um arquivo de som. A instância do `TextToSpeech` apenas pode ser utilizada para sintetizar o texto quando se tenha concluído sua inicialização implementando o `TextToSpeech.OnInitListener` para ser notificado da conclusão da inicialização. Quando terminado de utilizar esta instância, chama-se o método `shutdown()` para liberar os recursos nativos utilizados (DOCUMENTAÇÃO ANDROID, 2022, tradução nossa).

4.4.3 Serviços de mensagens e comunicações

O pacote `Android.os` providencia serviços básicos do sistema operacional Android, como passagem de mensagens e comunicação entre os processos no dispositivo (DOCUMENTAÇÃO ANDROID, 2022, tradução nossa). Desta biblioteca foram utilizadas as classes `Bundle` e `Parcelable`.

`Bundle`: Faz um mapeamento das teclas `String` para vários `Parcelable` valores.

`Parcelable`: Interface para classes cujas instâncias podem ser escritas e restauradas a partir de um `Parcel`. As classes que implementam a interface `Parcelable` também devem ter um campo estático não nulo chamado `CREATOR` de um tipo que implemente a interface `Parcelable.Creator`.

5. DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO DO PROTÓTIPO VISUALL

No presente capítulo será abordado sobre o funcionamento do protótipo VisuAll e escolhas no momento de arquitetar o protótipo visando auxiliar usuários deficientes visuais em diversos detalhes. Após será abordado sobre a importância do alto contraste para pessoas com baixa visão e como o protótipo foi construído visando auxiliar estas pessoas também.

5.1 OPERAÇÃO DO PROTÓTIPO

A escolha de utilizar a tecnologia NFC foi pela interação baseada do “paradigma de toque”. Conforme apresentado por Ghiron *et al.* (2009), este paradigma explora a tendência natural das pessoas de terem o controle de determinado objeto segurando-os. Serviços de toque são fáceis de aprender, e tocá-los dá uma melhor sensação de controle. O que se mostra como uma ótima opção para aqueles que não conseguem enxergar.

Outros benefícios da tecnologia NFC para pessoas não videntes, além do “paradigma de toque”, são a não necessidade de outros aplicativos para o protótipo funcionar corretamente, não se fazer necessário luz no ambiente ou uma câmera boa para capturar dados, o *smartphone* pode estar sem *internet* pois as informações constam direto na própria *tag*, a resposta entre a leitura dos dados e a reprodução do texto é instantânea e não existe uma posição exata a qual o *smartphone* ou a peça de roupa devam estar para a leitura ocorrer corretamente.

Visando estas facilidades, o aplicativo não possui a necessidade de ser procurado e aberto como comumente acontece. Ao aproximar o *smartphone* da *tag* NFC, ele abre o protótipo automaticamente e emite um sinal confirmando a ação. A partir da próxima interação com uma *tag* NFC, o aplicativo de forma audível, reproduz o texto contido na *tag*, além de apresentar na tela as informações para pessoas videntes ou com baixa visão possam lê-las.

Na tela do protótipo, além do texto contido na *tag* NFC ser exibido na tela, também foi acrescentado um `TextView` inicial com o seguinte texto: Aproxime seu *smartphone* a uma *tag* NFC. Isso porque muitos deficientes visuais utilizam aplicativos que reproduzem de forma audível a todo momento textos apresentados na tela para auxílio e compreensão do que está ocorrendo ou onde estão clicando. Logo, ao abrir o

aplicativo, se o deficiente visual utilizar algum programa de leitura de texto para áudio em seu *smartphone*, este lerá a mensagem acima confirmando o que seu dispositivo está aguardando ser feito.

Por se tratar de um aplicativo com foco em deficientes visuais, não se encontrou necessidade em haver diferentes telas, botões ou clicáveis, visto que isso poderia dificultar a utilização do protótipo em si e gerar frustração para eles.

5.2 ALTO CONTRASTE

Recurso muito utilizado em diversos softwares e sites atualmente, auxilia pessoas com baixa visão a terem melhor visualização das informações contidas em uma interface, já que simplifica a diferenciação de planos, destacando conteúdos e caracterizando dimensões (KULPA, 2009).

Segundo Itten (2006, *apud* BARROS, 2006, p. 96) os contrastes ocorrem quando diferenças distintas podem ser percebidas entre dois efeitos comparados. Os órgãos sensitivos do ser humano só funcionam por comparações. O contraste tonal, ou seja, o contraste entre o claro e o escuro, é considerado o mais efetivo de todos os tipos de contraste.

Figura 6 – Tabela de cores com fontes utilizadas com fundo preto.

Contrastes com Fundo em Preto	Elementos da Interface					
	Cabeçalho	Menu principal	Sub-Menu	Corpo de Texto		Rodapé
Letra em Branco	Auxilia na identificação • Facilita a leitura • Emocionalmente neutro					
	Cabeçalho	Menu principal	Sub-Menu	Corpo de Texto		Rodapé
Letra em Azul Claro	Melhor contraste na leitura • Auxilia na memorização e identificação					
	Cabeçalho	Menu principal	Sub-Menu	Corpo de Texto		Rodapé
Letra Amarelo Luminoso	Melhor contraste na leitura • Auxilia na memorização e identificação • Fontes pequenas: negrito					
	Cabeçalho	Menu principal	Sub-Menu	Corpo de Texto		Rodapé
Letra Verde Luminoso	Leitura adequada • Esteticamente apreciável					

Fonte: Kulpa, 2009.

Carvalho, Gaspareto e Venturini (1992 *apud* KULPA, 2009) sugerem para a construção de interfaces gráficas direcionadas aos deficientes de baixa visão: letras grandes, tipos sem serifas e coloração de alto contraste. Os autores mostram em seus protótipos que o fundo preto com amarelo luminoso em escritas atinge melhores resultados na compreensão de pessoas com baixa visão, auxiliando na memorização e identificação do texto, conforme mostra a Figura 6 elaborada por ela.

5.3 TELA PROTÓTIPO VISUALL

Com base nos trabalhos de Kulpa (2009), optou-se por desenvolver a interface gráfica do protótipo utilizando fundo preto com as escritas em amarelo, de acordo com o exemplo ilustrado pela Figura 6. Essa opção busca obter melhores resultados, especialmente com usuários que possuem baixa visão. A Figura 7, exibe a tela do protótipo assim que o aplicativo é aberto, quando uma *tag* NFC é lida pela primeira vez com o *smartphone* desbloqueado. A primeira seta na Figura 7 demonstra na *status bar* um fundo azul escuro com letras em amarelo, seguindo os resultados de Kulpa (2009), pois estes mostraram que esta combinação transmite seriedade e confiança para quem está utilizando o aplicativo. Na Figura 7, segunda seta, foi utilizado o mesmo tom de amarelo da primeira seta, porém, com o fundo do aplicativo em preto, pois de acordo com Kulpa (2009), essa combinação além de trazer um ótimo contraste para a leitura, auxilia na identificação e na memorização do texto. Também houve aumento considerável no texto, para fonte 48 sp (*Scale-independent Pixels*) e colocado em negrito, isso visando facilitar a compreensão para pessoas com baixa visão.

A Figura 8 mostra a tela quando uma *tag* NFC é lida. Além da reprodução do texto em formato áudio, o texto contido na *tag* aparece na tela com a fonte no mesmo tom de amarelo dos outros textos e com o fundo preto, conforme destacado pela terceira seta. A fonte também foi aumentada para o tamanho 34 sp, para melhor compreensão dos que possuem baixa visão.

Figura 7 - Activity_main.xml VisuAll no emulador Android assim que iniciado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Activity_main.xml VisuAll no emulador quando uma tag NFC é lida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 INSTRUMENTO DE COLETA EXPERIMENTAL

Este capítulo abordará sobre o significado da Escala Likert, seus dois tipos e o motivo da escolha de um deles. Após são apresentadas as dez afirmações que foram utilizadas no experimento com deficientes visuais e seus objetivos.

6.1 ESCALA LIKERT

Desenvolvido por Rensis Likert no século XX, é um tipo de escala de resposta psicométrica. Likert (1932), afirma que uma pessoa pode tomar infinitas ações para uma determinada situação. Porém, podemos agrupar essas opiniões em grupos de duas ou mais respostas para estudarmos os resultados.

Sendo a Escala Likert atualmente o sistema de pesquisa mais utilizado em questionários e pesquisas de opinião, os entrevistados respondem perguntas baseadas em escalas, através de níveis de discordância ou concordância (LIMA *et al.*, 2012 apud TROJAN; SIPRAKI, 2015).

Alexandre *et al.* (2003) explicam que em geral são utilizadas na escala de Likert quatro ou cinco categorias ordinais. Como ilustração podem ser citados, para quatro categorias 0- nada importante, 1- pouco importante, 2- importante, 3- muito importante.

A vantagem deste sistema de pesquisa, de acordo com Trojan e Sipraki (2015), é a possibilidade de atribuir um número para cada resposta com a finalidade de medir a atitude do respondente em relação a cada afirmação de maneira mais fácil.

Existem dois tipos de escala Likert, a par e a ímpar, sendo a par utilizada quando o pesquisador quer excluir a opção neutra das alternativas, conduzindo o entrevistado a ter uma tendência de marcar uma posição positiva ou negativa (ALEXANDRE *et al.*, 2003). Já a escala Likert tipo ímpar contempla a ação neutra, sendo a central representando uma indecisão. Exemplo, 0- discordo totalmente, 1- discordo, 2- nem concordo e nem discordo, 3- concordo e 4- concordo totalmente.

Neste trabalho, optou-se por utilizar a escala ímpar, contemplando a ação neutra. Acredita-se que, em algumas questões apresentadas, os entrevistados podem não possuir certeza da resposta.

6.2 QUESTÕES

Foram desenvolvidas dez questões as quais os participantes do teste, que será abordado melhor no capítulo seguinte, tiveram que responder após utilizar a tecnologia NFC juntamente com seus *smartphones*. O questionário foi desenvolvido com respostas pré-montadas seguindo a escala Likert de 1 a 5. Sendo as possíveis respostas 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente, 3 – Não sei opinar, 4 – Concordo parcialmente 5 – Concordo totalmente.

1. As informações disponibilizadas na *tag* foram suficientes para compreensão de cada camiseta.
2. As informações disponibilizadas na *tag* contribuíram para minha escolha.
3. O uso do aplicativo facilitou a tarefa de escolher as peças de roupa no dia a dia.
4. Consegui de forma independente e com facilidade localizar as *tags* em minhas peças.
5. Houve maior praticidade na tarefa de escolher qual camiseta utilizar.
6. Me senti mais independente no momento de fazer a combinação das peças de roupas que usaria naquele dia.
7. O *smartphone* leu as informações corretamente e de maneira compreensível.
8. O aplicativo sempre funcionou corretamente durante sua utilização.
9. A bateria do meu telefone acabou mais rápido do que o habitual.
10. Meu *smartphone* esquentou mais do que o normal durante a utilização do aplicativo.

As primeiras seis perguntas visam compreender se os sentimentos dos usuários e as suas expectativas foram atendidas ou não nos momentos em que eles precisaram do aplicativo. Já as quatro seguintes são perguntas um pouco mais técnicas, com intuito de saber se o protótipo se comportou como o esperado e se houve algum impacto negativo no *smartphone* utilizado pelo participante.

7 EXPERIMENTOS

O presente capítulo abordará sobre os experimentos e testes realizados com deficientes visuais e seus resultados. Primeiro foi escolhido pelo autor o local ideal para a *tag* NFC ficar nas peças de roupas acessíveis desenvolvidas por Silva (2019). Após isso foi realizado um teste piloto com um deficiente visual e recolhido suas opiniões sobre a experiência.

7.1 ETIQUETAS COM TAG NFC

Tendo em mãos as peças de roupas acessíveis desenvolvidas por Silva (2019), foi analisado um local padrão e para ser facilmente reconhecido por um deficiente visual para passar o seu *smartphone* com leitor NFC e obter informações sobre a peça.

Foi decidido que a *tag* NFC à prova de água ficaria entre a etiqueta com informações em Braille das peças e a peça de roupa, conforme mostra a Figura 9. Sendo este um local protegido, de fácil reconhecimento por videntes e não videntes, de onde devem aproximar seu *smartphone*, discreto e ao mesmo tempo disponível para a leitura.

Para peças em cores claras, somente virando ela ao contrário (Figura 9) é possível localizar a *tag* como um círculo branco entre a etiqueta de couro e o tecido.

Figura 9 – Etiqueta acessível com *tag* NFC à prova de água frente e verso.

Parte de dentro da peça



Parte de fora da peça



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.2 TESTE PILOTO

Em um ambiente controlado, foi solicitado que um deficiente visual experimentasse o protótipo VisuAll e concedesse retorno sobre a sua experiência. Foi concedido um *smartphone* Samsung A8 com tecnologia NFC ao participante com o protótipo VisuAll instalado, juntamente com uma peça de roupa inclusiva desenvolvida no trabalho de Silva (2019), com a *tag* NFC na etiqueta conforme a Figura 8. Solicitou-se que ele localizasse a etiqueta da peça e aproximasse o *smartphone* da *tag* NFC explicando se compreendeu qual peça se tratava e suas características informadas pelo aplicativo.

Com facilidade ele encontrou a etiqueta em Braille, conforme a Figura 9. E ao primeiro sinal do *smartphone* de leitura ele não havia ouvido que havia sido encontrado, nem que o aplicativo havia sido aberto. Porém ao passar a segunda vez sobre a *tag*, se surpreendeu com a voz audível que o *smartphone* reproduziu, conseguiu entender quase tudo o que foi dito.

O texto reproduzido foi: *Conteúdo da tag: Camiseta branca e preta com capuz escrito superação na parte frontal, 100% algodão, não alvejar, passar ferro até 90 graus celsius, secar na sombra.* Diante deste texto, o deficiente visual afirmou se confundir com a frase inicial: *Conteúdo da tag.* Sugerindo que fosse retirado para uma melhor compreensão, pois este já sabe que o que será reproduzido será o texto da tag NFC, sendo redundante essa informação inicial.

Além deste ponto apresentado, o deficiente visual achou fácil de compreender e muito útil esse recurso para ele mentalizar a peça de roupa e ter conhecimento do seu modelo de conservação.

Figura 10: Deficiente visual utilizando protótipo VisuAll em ambiente controlado



Fonte: Elaborado pelo autor

7.3 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO EM CAMPO

Após os resultados e ajustes obtidos no teste piloto, foi realizado um novo teste quantitativo com quatro deficientes visuais na Associação de deficientes visuais

ADEVIS. Esta está localizada na Avenida Pedro Adams Filho número 5114, na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

A abordagem quantitativa, segundo Prodanov e Freitas (2013), requer o uso de recursos e técnicas de estatísticas (percentagem, média, moda, mediana etc.), procurando traduzir em números os conhecimentos e informações gerados pelo pesquisador para classificá-las e analisá-las.

Foi informado aos participantes e disponibilizado um termo de autorização geral para o uso dos dados da pesquisa, Anexo A, também na versão Braille, Anexo B, onde eles puderam ler e assinar, tendo conhecimento do que estavam participando, conforme mostra a Figura 10.

Para um deficiente visual poder participar do uso do protótipo, era necessário que ele possuísse um *smartphone* Android na versão 9.0 *pie* ou superior com tecnologia NFC.

O encontro na ADEVIS aconteceu na segunda semana do mês de outubro, onde os deficientes visuais com os requisitos necessários levaram quatro camisetas diferentes, cada uma para a aplicação das *tags* e tiveram uma explicação de como deveriam manusear o protótipo e realizar a leitura das *tags*.

Após isso eles demonstraram separadamente se haviam compreendido e fizeram seus primeiros testes em seus *smartphones* com o acompanhamento do autor, conforme mostra a Figura 11.

A escolha de serem a mesma peça de roupa, porém em modelos diferentes, como quatro camisetas, se deu devido à quantidade de *tags* disponíveis pelo pesquisador. Pois se fossem colocadas em peças de roupas distintas (uma calça, uma camiseta, uma blusa, uma bermuda etc.), os deficientes visuais poderiam identificar qual peça seria por possuírem apenas uma bermuda x com a *tag* implantada, sendo desnecessário o uso do protótipo para identificá-la.

O período de teste foi de uma semana experimentando o protótipo com as *tags* NFC em suas camisetas para após responderem o questionário apresentado no capítulo 6. A Tabela 1 mostra dados sobre cada um dos deficientes visuais que realizaram o experimento pelo período de uma semana em seus lares.

Figura 11: Deficiente visual lendo termo de autorização em Braille.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1: Dados dos deficientes visuais que realizaram o experimento com o protótipo VisuAll

Tipo de Deficiência	Sexo	Profissão	Idade	Cidade	Modelo celular
Adquirida	Masculino	Aposentado	53	Novo Hamburgo - RS	Xaiomi 11 Lite
Congênita	Masculino	Aposentado	49	Campo Bom - RS	Samsung M23
Congênita	Feminino	Funcionário público	45	Novo Hamburgo - RS	Samsung S20 FE
Adquirida	Masculino	Massoterapeuta	44	São Leopoldo - RS	Motorola moto G52

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a semana de testes, foram realizadas ligações para esses deficientes visuais para a realização do questionário. Cada um deles de maneira individual respondeu as dez questões apresentadas no Capítulo 6.

Figura 12: Deficiente visual total testando protótipo VisuAll em seu smartphone.



Fonte: Elaborado pelo autor

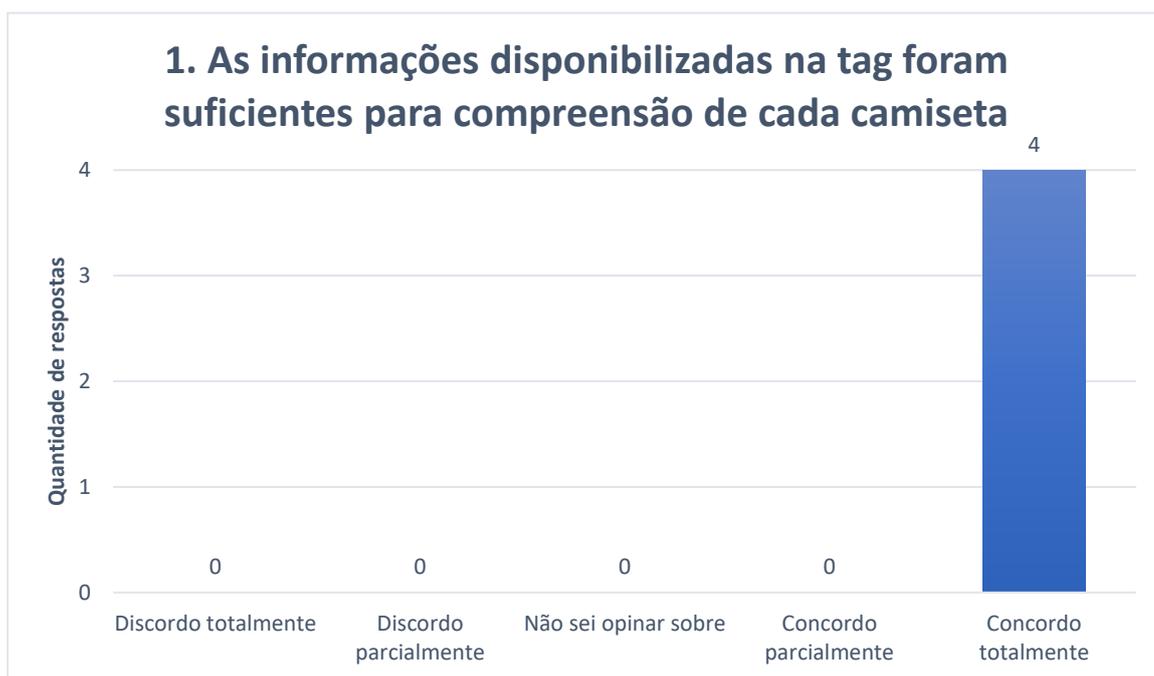
7.4 RESULTADOS

As respostas de cada participante foram tabuladas em uma planilha para serem agrupadas por perguntas e produzir gráficos visando ter uma melhor compreensão dos resultados obtidos nos testes.

7.4.1 Questão 1 – Compreensão dos dados na *tag*

A primeira afirmação era: As informações disponibilizadas na *tag* foram suficientes para compreensão de cada peça de roupa. Todos os participantes concordaram totalmente com a afirmação, enfatizando que não precisaram de ajuda de terceiros para compreender qual camiseta eles tinham em mãos.

Figura 13: Gráfico das respostas questão 1.

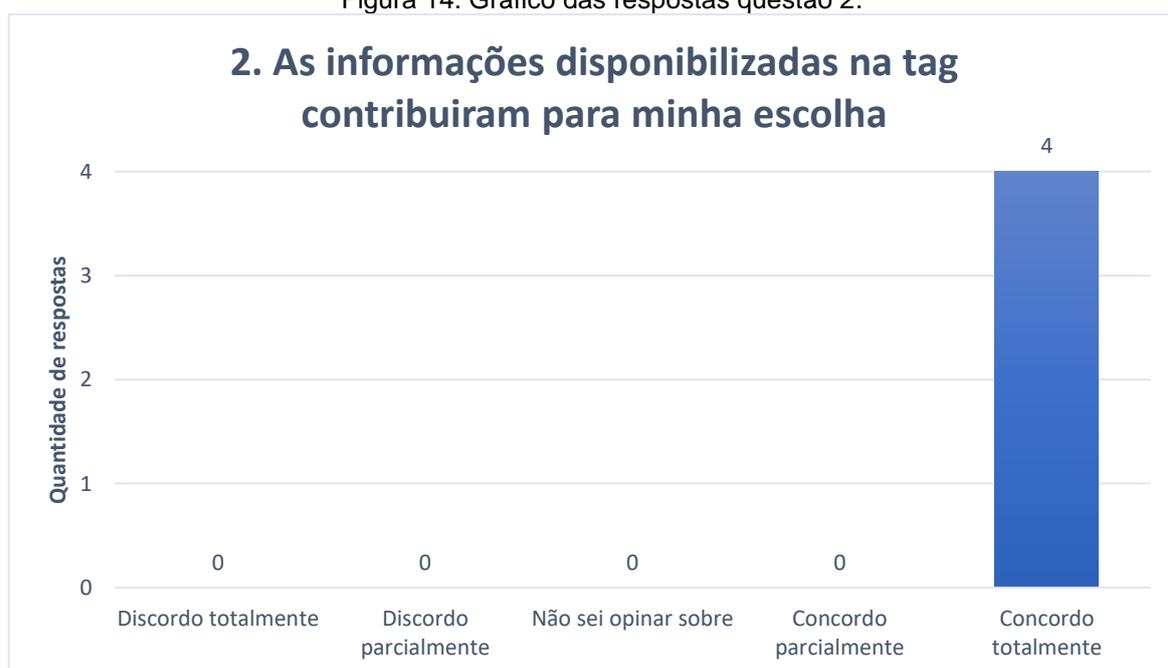


Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.2 Questão 2 – Informações para escolha da peça

A segunda afirmação apresentada no questionário era: As informações disponibilizadas na *tag* contribuíram para minha escolha. Mais uma vez todos os participantes concordaram totalmente com ela, alegando que as informações presentes eram mais que o suficiente para saberem especificamente qual camiseta era.

Figura 14: Gráfico das respostas questão 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.3 Questão 3 – Usabilidade do aplicativo

A afirmação seguinte era: O uso do aplicativo facilitou a tarefa de escolher as peças de roupa no dia a dia. Este tinha o objetivo de verificar se o aplicativo estava cumprindo totalmente com seu objetivo. Novamente todos concordaram totalmente com essa afirmação. Alguns deles que colocavam suas camisetas em cabides de roupas, relataram nem precisar remover do roupeiro para descobrir qual camiseta era, pois logo perceberam que podiam aproximar os seus *smartphones* da etiqueta e ela funcionava perfeitamente, sem a necessidade de luz.

Figura 15: Gráfico das respostas questão 3.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.4 Questão 4 – Facilidade em localizar as tags

A afirmação quatro tinha como objetivo observar se o local ao qual foram colocados as *tags* NFC eram fáceis de encontrar por deficientes visuais sem o auxílio de pessoas videntes. A afirmação era: Consegui de forma independente e com facilidade localizar as tags em minhas camisetas. Todos concordaram totalmente com esta afirmação, pois colocar elas dentro da etiqueta em couro com escritas Braille tinham um formato e um local padrão, criando uma saliência perante o restante da peça que era fácil de identificar com o toque.

Figura 16: Gráfico das respostas questão 4.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.5 Questão 5 – Praticidade

A quinta afirmação tinha como foco analisar se o protótipo utilizado pelos deficientes visuais trazia maior praticidades em sua rotina. A afirmação era a seguinte: Houve maior praticidade na tarefa de escolher qual camiseta utilizar. Todos concordaram totalmente com esta afirmação, informando que o protótipo agilizou o processo de escolha.

Figura 17: Gráfico das respostas questão 5.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.6 Questão 6 – Sentimento de independência em decisões

A sexta afirmação tinha como premissa saber se o protótipo auxiliou na criatividade deles, deixando-os com confiança para montar um *look* com as peças de roupas que possuíam. A afirmação era: Me senti mais independente no momento de fazer a combinação das peças de roupas que usaria naquele dia. Três entrevistados concordaram totalmente e um parcialmente com esta afirmação, este explicou que como as *tags* foram aplicadas apenas em suas camisetas, ele não se sentia tão confiante para o restante do seu *look*. Pois não tinha a mesma certeza sobre qual peça de roupa tinha em mãos por não possuírem *tags*.

Figura 18: Gráfico das respostas questão 6.

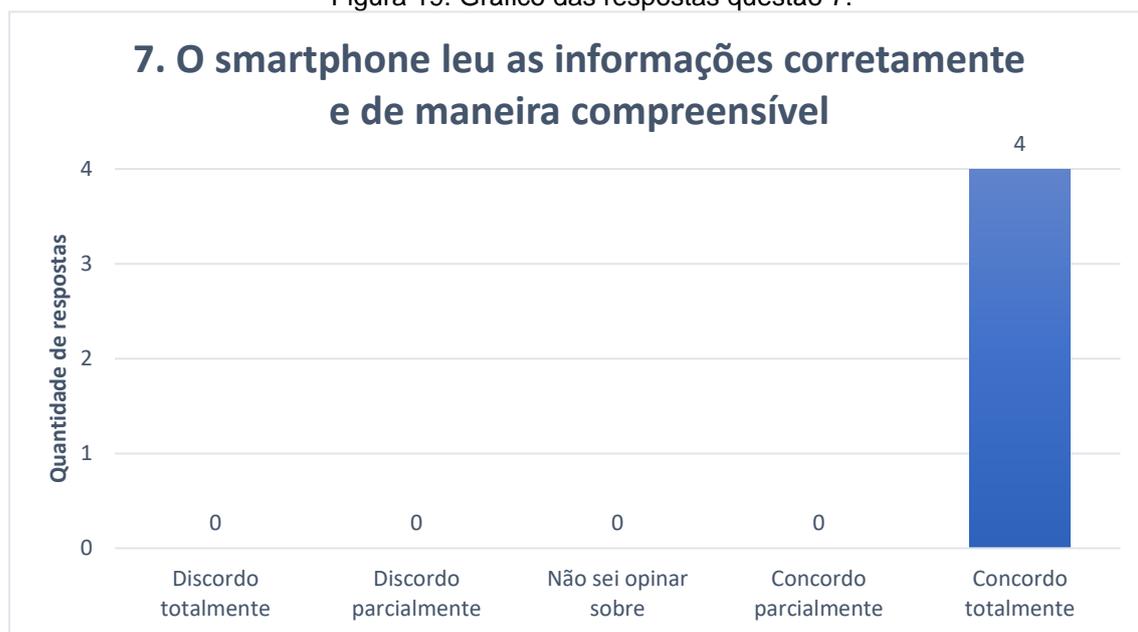


Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.7 Questão 7 – Funcionamento do protótipo na leitura das *tags*

A sétima afirmação apresentada era: O *smartphone* leu as informações corretamente e de maneira compreensível. Esta afirmação visava confirmar se a velocidade e a qualidade do áudio estavam adequadas para a compreensão auditiva dos deficientes visuais, como também confirmar se as informações disponibilizadas nas *tags* sempre iam completas para o *smartphone* que a lia. Todos concordaram totalmente com a afirmação.

Figura 19: Gráfico das respostas questão 7.

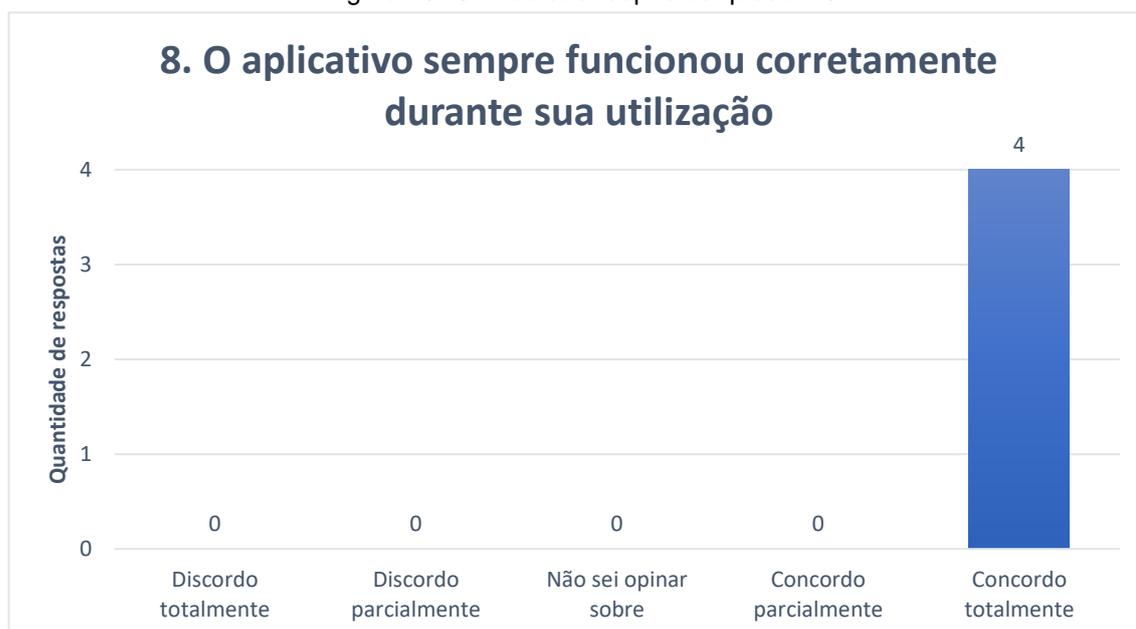


Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.8 Questão 8 – Funcionamento do protótipo geral

O objetivo da oitava afirmação era coletar possíveis *bugs* ou problemas durante a utilização do protótipo na questão de desenvolvimento. Para isso foi realizada a seguinte afirmação: O aplicativo sempre funcionou corretamente durante sua utilização. Todos concordaram totalmente com a afirmação, informando que o protótipo não apresentou erros durante aquela semana em que testaram em seus *smartphones*.

Figura 20: Gráfico das respostas questão 8.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7.4.9 Questão 9 – Uso da bateria do smartphone

A nona afirmação era: A bateria do meu telefone acabou mais rápido do que o habitual. Esta afirmação tinha a finalidade clara de compreender se o uso diário do protótipo VisuAll estava diminuindo consideravelmente a porcentagem da bateria dos entrevistados. Neste caso, um discordou totalmente da afirmação, dois discordaram parcialmente e um não soube responder, dizendo que ele possuía diversos momentos do dia ao qual colocava seu *smartphone* a carregar, e não necessariamente quando a bateria estava fraca.

Figura 21: Gráfico das respostas questão 9.



Fonte: Elaborado pelo autor.

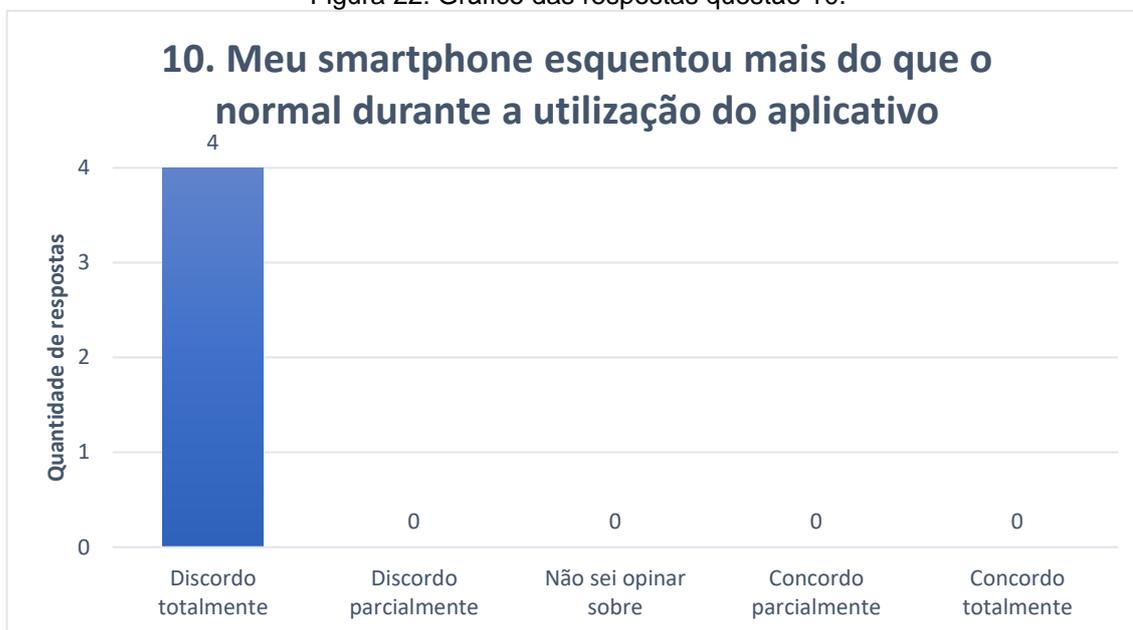
Com as outras três respostas apresentadas, podemos superficialmente afirmar que a leitura de *tags* NFC e reproduções de áudio por diversas vezes ao dia pode impactar o nível de bateria no final do dia do usuário. Porém de maneira não muito intensa e prejudicial.

7.4.10 Questão 10 – superaquecimento do smartphone

A última afirmação apresentada aos entrevistados serviu para analisar se o uso do protótipo estava superaquecendo seus *smartphones*. A afirmação era a seguinte: Meu *smartphone* esquentou mais do que o normal durante a utilização do aplicativo.

Todos discordaram totalmente, dizendo que não perceberam mudanças na temperatura do *smartphone* durante o uso do protótipo.

Figura 22: Gráfico das respostas questão 10.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante destes resultados obtidos, podemos perceber o quanto facilitou aos deficientes visuais que realizaram este experimento a questão do se vestir de forma independente agilizando o processo da escolha da peça. Trazendo também maior segurança quanto as decisões tomadas pelos mesmos em sua vestimenta. Além de não prejudicar a usabilidade de seus *Smartphones* em suas tarefas diárias e o funcionamento correto do aplicativo durante o tempo de testes mesmo que em marcas de aparelhos diferentes.

8 CONCLUSÃO

A tecnologia está cada vez mais ao alcance da população brasileira e presente em nossa realidade diária. Facilitar a rotina das pessoas é uma de suas premissas, e através da inclusão de grupos minoritários nesses avanços criam-se pontes para que todos possam ter uma qualidade de vida maior.

O trabalho de Silva (2019), ao qual desenvolveu peças de roupa para deficientes visuais com recursos de acessibilidade, certamente afetou a vida dos deficientes visuais de maneira positiva, tornando-os cada vez mais independentes em sua rotina. Agora, com a junção de tecnologias como *tags* NFC e dispositivos *Mobile* um grupo ainda maior é alcançado. Pois a NFC é uma tecnologia acessível, e não há necessidade de adquirir um leitor especial para as *tags*, pois os *smartphones* atuais possuem este leitor incluso. E como mencionado durante o trabalho, estudos mostraram que o número de *smartphones* operantes no Brasil alcançou a quantidade maior que a de um dispositivo por habitante (MEIRELLES, 2022). Sendo assim, algo que está cada vez mais difundido entre a população.

A execução do presente trabalho deixa claro de que é possível incluir deficientes que por alguma razão não puderam aprender o sistema de escrita Braille, sem alterar consideravelmente o valor das peças de roupa já desenvolvidas. O experimento realizado com eles através do protótipo VisuAll apresenta resultados positivos e que supriram com as expectativas criadas pelo autor deste trabalho. O medo e a insegurança que os deficientes visuais apresentaram ao testar uma tecnologia nova em suas peças de roupa em poucos minutos deram lugar para sentimentos de independência, alegria, controle do que está acontecendo e superação. E essa é a maior recompensa que pode-se receber de um grupo tão carente, com tantas limitações e desafios diários.

8.1 TRABALHOS FUTUROS

Encontrar deficientes visuais inicialmente não é uma tarefa fácil, pois em muitos lugares eles possuem seu grupo de convívio de maneira mais reclusa do restante da sociedade, como o tempo era um fator primordial neste trabalho, infelizmente, não se pode obter muitos deficientes visuais aptos para testar o protótipo desenvolvido, tendo assim resultados, mesmo que positivos, um pouco superficiais. É relevante haver um grupo maior para melhores explorações e resultados mais sólidos com este protótipo.

Outro ponto é que um número maior de deficientes visuais se ofereceu para participar deste trabalho, porém, foi constatado que boa parte deles atualmente migraram para o sistema IOS, alegando que este sistema operacional é bem estruturado e possui diversas ferramentas de acessibilidade maduras para auxiliá-los em suas necessidades. Atrelado à baixa nos preços em modelos mais antigos destes *smartphones*. Sendo assim para trabalhos futuros, será desenvolvido também para o sistema operacional IOS, visando um grupo ainda maior para novos experimentos com o intuito de reforçar os resultados apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, M.; *A Uniform Resource Name (URN) Namespace for the Near Field Communication (NFC) Forum*. **RFC 4729**. nov. 2006. Disponível em: <<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4729>>. Acesso em: 29 abr. 2022.

ALEIXO, André F. P. et al. *Wearable Device for Acquisition of SpO2 and Heart Rate*. **XXVI Brazilian Congress on Biomedical Engineering**. 70/1 vol. Springer, Singapore. jun. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-2119-1_90>. Acesso em: 31 mai. 2021.

ALEXANDRE, João Welliandre Carneiro. et al. *Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total...* **ENEGEP**. Ouro Preto, MG. Brasil. out. 2003. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0201_0741.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2022.

BB EMITE 10 MILHÕES DE CARTÕES OUROCARD COM NFC. **Visa**. Sala de imprensa. São Paulo, SP, 19 out. 2020. Disponível em: <<https://www.visa.com.br/sobre-a-visa/noticias-visa/nova-sala-de-imprensa/bb-emite-10-milhoes-de-cartoes-nfc.html>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

CARTILA DO CENSO 2010 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA. 1. Ed. Brasília, DF. 2012. 32 p.

CRIANDO serviços Android. **Microsoft documentação**, 21 set. 2022. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/xamarin/android/app-fundamentals/services/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

COSKUN, Vedat; OZDENIZCI, Busra; OK, Kerem. *A Survey on Near Field Communication (NFC) Technology*. *Wireless Pers Commun*. 71 ed. New York, 01 Dez. 2012. 2259 p. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-012-0935-5>>. Acesso em: 06 mai. 2022.

DEVELOPERS. **Android Studio**. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

DICIO: Dicionário online de português. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/cego/?msclkid=03f40b9aa89211ecb01816c480f382dd>>.

Acesso em: 19 mar. 2022.

DOCUMENTATION: BUNDLE. **Android Studio**. Jun. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/os/Bundle>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

DOCUMENTATION: NFC. **Android Studio**. Fev. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/nfc/package-summary>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

DOCUMENTATION: PARCELABLE. **Android Studio**. Jun. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/os/Parcelable>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

DOCUMENTATION: TAG. **Android Studio**. Fev. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/nfc/Tag>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

DOCUMENTATION: TEXTTOSPEECH. **Android Studio**. Fev. 2022. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/speech/tts/TextToSpeech>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

FAUSTINO, Gleicy Kellen dos Santos; CALAZANS, Hallana Keury Nunes de Souza; LIMA, Welton Dias de. *Android e a influência do Sistema Operacional Linux*. Tecnologia em Projeção, 8 vol. 27 ago. 2017. 100 p. Disponível em: <<https://1library.org/document/qopggg4kz-android-e-a-influencia-do-sistema-operacional-linux.html>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

FERNANDES, Hugo et al. *Sculpture maps and assistive navigation as a way to promote universal access*. **Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies fo Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion**. Thessaloniki, Grécia. jun. 2018. 117 p. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3218585.3218601>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

GHIRON, Stefano Levialdi et al. *NFC Ticketing: A Prototype and Usability Test of an NFC-Based Virtual Ticketing Application*. First International Workshop on Near Field Communication. IEEE, 2009. 45 p. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5190416>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

GIROTTI, Maria Grazia; PISU, Stefano. *The National Cinema Museum of Torino: A comprehensive digital strategy*. Digital Heritage, 2015. 345 p. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7419586>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

HAGOS, Ted; *Android Studio. Learn Android Studio 3*. Apress, Berkeley, CA. 07 Fev. 2018. 5 p. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-3156-2_2>. Acesso em: 21 mai. 2022.

HAMMADI, Omaran Al et al. *Indoor localization and guidance using portable smartphones*. IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology. 2012. 337 p. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6511704>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

HE, Selena Jing; ATABEKOV, Amir; HADDAD, Hismam H. *INTERNET-OF-THINGS BASED SMART RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM: A Case Study Intelligent Chair System*. **25th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)**. 2016. 1 p. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7568533>>. Acesso em 20 abr. 2022.

IVANOV, Rosen. *Blind-environment interaction through voice augmented objects*. J Multimodal User Interfaces 8, 2014. 345 p. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12193-014-0166-z>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

KULPA, Cíntia Costa. *A contribuição de um modelo de cores na usabilidade das interfaces computacionais para usuários de baixa visão*. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17632/000721399.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

LIKERT, Rensis. *A technique for the measurement of attitudes*. **Archives of Psychology**. 22 vol. 5 p. New York University. New York, jun. 1932. Disponível em: <https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2022.

MEIRELLES, Fenando S. *Pesquisa do Uso da TI – Tecnologia de Informação nas empresas, FGVcia*. **Fundação Getúlio Vargas EAESP**. 33 ed. Mai. 2022. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/pesquisa-anual-uso-ti>>. Acesso em 12 jun. 2022.

NFC FORUM. 2022. Disponível em: <<https://nfc-forum.org/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

O ANDROID É PARA TODOS. **Android**. 2022. Disponível em: <<https://www.android.com/intl/pt-BR/br/everyone/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

PAGAMENTO POR APROXIMAÇÃO. **Rede**. Disponível em: <<https://www.userede.com.br/pt-BR/Documents/NFC/nfc-rede.pdf>>. Acesso em 04 mai. 2022.

PIGINI, Danny; MASSIMO, Conti. *NFC-Based Traceability in the Food Chain. Sustainability*, **MDPI**. Open Access Journal, 2017. 9 ed. 1 p. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v9y2017i10p1910-d116057.html>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. *METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2ª ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DO BRASIL E DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO. **IBGE**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

REGAL, Georg et al. *TalkingCards: Using Tactile NFC Cards for Accessible Brainstorming*. Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference, 2016. Association for Computing Machinery. New York, USA. Article 18. 1 p. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2875194.2875240>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

SÁNCHEZ, Miguel A. et al. *TOUCH ME: A New and Easier Way for Accessibility Using Smartphones and NFC. Highlights on Practical Applications of Agents and multi-Agent Systems*. Springer. 2012. 156 vol. 307 p. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-28762-6_37>. Acesso em: 31 mai. 2021.

SBVSN: Sociedade brasileira de visão subnormal. SP, São Paulo: Rua casa do ator, 2016. Disponível em: <<http://www.visaosubnormal.org.br/oquee.php?msclkid=095db939a89311ec96c6529b7adcceed>>. Acesso em: 26 mar. 2022.

SILVA, Daniel Neves. *Braille*. Mundo Educação. **UOL**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/braille.htm?msclid=adaf24c7aafb11ec90247561c2bbbd31>>. Acesso em: 26 mar. 2022.

SILVA, Daniel Souza. *NFC e acessibilidade: uma revisão sistemática da literatura*. RIAC 2021. São Paulo: PUC-SP, 2021.

SILVA, Raquel Marta Souza da. *Design inclusivo, moda e pessoas com deficiência visual*. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2019.

SUHARTONO, Joni; Karya, San; Candra, Sevenpri. *The utilize of NFC technology for campus library services management*. International Conference on Information Management and Technology, 2014. 60 p. Special Region of Yogyakarta, Indonesia. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8273512>>. Acesso em 03 jun. 2021.

TROJAN, Rose Meri; SIPRAKI, Robson. *Perspectivas de estudos comparados a partir da aplicação da escala Likert de 4 pontos... **Revista Ibero-Americana de estudos em educação***. Vol. 10, núm 2. 275p. abr./jun. 2015. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=619866419002>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

VANDERHEIDEN; Gregg et al. *MORPHIC: Auto-Personalization on a Global Scale*. CHI 2020, Honolulu, HI, USA, 2020. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3313831.3376204>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

ANEXO A – Termo de autorização na versão para videntes**AUTORIZAÇÃO PARA USO DE INFORMAÇÕES**

Pela presente e na melhor forma de direito, eu, _____, portador do CPF número _____, abaixo assinado, **AUTORIZO, de forma gratuita, por prazo indeterminado, para uso sem fins lucrativos**, que a partir desta data, o acadêmico de Ciência da computação Daniel Souza da Silva, portador do RG nº e CPF 031.328.080-08 utilize meus dados (sexo, profissão, idade, cidade, celular e tipo de deficiência) além de relato para fins de pesquisa, para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de bacharel em Ciência da computação, da Universidade Feevale, sediada em Novo Hamburgo, RS.

Declaro estar ciente da utilização destes dados e autorizo o uso descrito acima, de acordo com meu interesse e responsabilidade, assinando abaixo.

Novo Hamburgo, 28 de setembro de 2022.

Assinatura

ANEXO B – Termo de autorização na versão Braille

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REPRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

Eu, abaixo assinado, autorizo a reprodução e a distribuição de todo o material didático contido neste documento, para uso exclusivo das instituições de ensino, em caráter gratuito, desde que não haja fins comerciais. Esta autorização é válida para o Brasil e para o exterior, em qualquer idioma, desde que seja mantida a integridade do conteúdo e a identificação do autor. Não é permitida a reprodução parcial ou total deste documento, sem a autorização expressa do autor. O autor não se responsabiliza por danos ou prejuízos de qualquer natureza decorrentes do uso deste material. Este documento é de propriedade intelectual do autor e não pode ser vendido, alugado, emprestado ou de qualquer forma explorado comercialmente. O autor reserva todos os direitos reservados.

Assinatura do autor: _____
Nome completo: _____
CPF: _____
Endereço: _____
Cidade: _____ Estado: _____

Este documento é de propriedade do autor.
