ERGONOMIA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE CELULARES PARA DEFICIENTES VISUAIS DE BAIXA OU NENHUMA VISÃO

[1]Samyres Damasceno Margotti; [1]samyresmargotti@hotmail.com; [1]Universidade Federal de São João del Rei;
[2]Carlos Henrique de Magalhães; [2]carlos003henrique@gmail.com; [2]Universidade Federal de São João del Rei;
[3]Laura Diniz Araújo; [3]lauradinizaraujo@hotmail.com; [3]Universidade Federal de São João del Rei;
[4]Vinicius Cunha Vieira; [4]viniciuscunhavieira@gmail.com; [4]Universidade Federal de São João del Rei;
[5]Guilherme Germano Braga; [5]guilhermebraga@ufsj.edu.br; [5]Universidade Federal de São João del Rei;
[6]Leandro Reis Muniz; [6]leandro.reis@ufsj.edu.br; [6]Universidade Federal de São João del Rei;

RESUMO: *O uso de celulares touchscreen trouxe diversos benefícios para grande maioria dos usuários e está inserido em diversas situações cotidianas. Entretanto, smartphones adaptados para deficientes visuais mostra-se ainda como uma área pouco explorada e que necessita de melhorias. O objetivo deste estudo é realizar um levantamento de demanda levando em consideração a usabilidade de usuários reais a partir da aplicação de um questionário e de uma pesquisa no mercado da Acessibilidade no geral. Ao final, é pretendido que se tenha construído uma base de conhecimento para futuros estudos de atualizações e adaptações na área.*

PALAVRAS-CHAVE: *Acessibilidade; smartphones; usabilidade; deficientes visuais; comunicação.*

ABSTRACT: *The use of touchscreen cell phones has brought many benefits to the vast majority of users and is inserted in many everyday situations. However, smartphones adapted for the visually impaired is still an underexplored area that needs improvement. The aim of this study is to carry out a demand survey taking into account the usability of real users from the application of a questionnaire and a survey on the Accessibility market in general. In the end, it is intended that a knowledge base has been built for future studies of updates and adaptations in the area.*

KEYWORDS: *Accessibility; smartphones; usability; visually impaired; communication.*

1. Introdução

Tendo em vista que a Ergonomia estuda as interações entre o homem e máquina utilizando da essência do homem e da sua capacidade de criar o mundo a sua volta de acordo com as necessidades que encontra, e no contexto atual em que os aparelhos celulares estão inseridos no cotidiano das pessoas, evidencia-se a importância do desenvolvimento de celulares com adaptações para os diversos públicos, visto que o uso desses aparelhos é crescente desde 2014, com o surgimento do *touchscreen*, sendo então utilizado por 71,4% da população mundial (NIELSEN COMPANY, 2014). Neste sentido, é de grande importância os estudos associados ao desenvolvimento de aparelhos com boa usabilidade, aplicáveis a todo o público existente. Neste estudo, o foco está na aplicabilidade das ferramentas de acessibilidade no dia a dia de deficientes visuais de nenhuma ou pouca visão. A necessidade é dada visto que ocorrem

episódios de discriminação e despreparo perante pessoas com deficiências (PCD), sendo que os acessos a determinadas ações são restritas para essa população. Segundo dados do IBGE de 2010, no Brasil, mais de 6,5 milhões de pessoas possuem alguma deficiência visual, essa situação explica a relevância da problemática em estudo.

Com isso, entende-se que é função da ergonomia informacional aplicar técnicas que possibilitem ao homem o equilíbrio entre si, seu trabalho e o ambiente ao seu redor. *Quando aplicada, e atendida corretamente nas instituições, permite ao trabalhador (ou, usuário), maiores índices de percepção de saúde, conforto e segurança* (TAKEDA, 2008). Apesar do já avanço realizado nos últimos anos no que diz respeito à acessibilidade de ambientes virtuais para deficientes visuais, ainda existe a preocupação acima o assunto visto a escassez de estudos na área.

Esta pesquisa consiste no estudo e levantamento da demanda de usabilidade do Modo Acessibilidade de celulares *touchscreen* a partir de uma pesquisa de mercado e da aplicação de um questionário respondido por deficientes visuais O objetivo principal é criar, com base em conhecimentos Ergonômicos e utilizando de forma as Heurísticas de Nielsen para design gráfico para criar um paralelo entre o material existente e a realidade, visando criar uma base para pesquisas futuras e também para desenvolvimento de ferramentas de Acessibilidade para deficientes visuais.

2. Referencial bibliográfico

Para Slatin (2005) “acessibilidade se trata de uma qualidade da experiência do usuário”. A utilização de aparelhos celulares por deficientes visuais tornou-se uma atividade mais acessível para estes desde o primeiro lançamento de um aparelho adaptado com leitor de telas pela Apple em 2008 (SANTOS, 2015). Desde então, atualizações nos sistemas que traduzem informações visuais em informações sonoras são realizadas no intuito de tornar a utilização de smartphones para usuários cegos ou de baixa visão mais independente, aprimorando a interação destes usuários com as interfaces adaptadas. Segundo Blackwell e Engel (2005) a acessibilidade de um aparelho smart se refere ao grau em que este produto interativo é acessível para tantas pessoas quanto possível, e muitas empresas, ao desenvolverem aparelhos mais acessíveis, focam os esforços nas partes técnicas, enquanto que, para Santos (2015), além da definição de regras nesses projetos, é preciso levar em consideração os aspectos humanos envolvidos. Portanto, fica claro que, nas etapas de desenvolvimento de celulares adaptados para deficientes visuais, as opiniões e a influência sob os futuros usuários sejam inseridas no projeto. Sendo

assim, é de grande importância que as Intervenções Ergonômicas no projeto do produto também sejam bem adaptadas à situação.

As interações entre máquina e homem são frequentemente discutidas na literatura da área de Ergonomia, sendo que a sua maioria é focada no conceito de usabilidade e design de interfaces de eletrônicos e softwares (GOBBO; CUSTODIO; MELLO, 2017), informação que condiz com o cenário de rápido crescimento tecnológico atual. A Ergonomia, desta forma, aplica-se de forma geral no desenvolvimento de novos aparelhos eletrônicos, sendo assim definida de forma abrangente por Lida (2005) como um estudo de adaptação do homem, envolvendo o ambiente físico, aspectos organizacionais, segurança, satisfação, bem-estar e estado cognitivo. Dessa forma, o estudo voltado à usabilidade de um aparelho em todas as fases de seu desenvolvimento deve levar em conta além de questões físicas como aparência, funcionalidade e conforto, os processos mentais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora (ENCONTRO; ENGENHARIA, 2015), com o cuidado de adaptar todos esses fatores ao público alvo. Apesar da massa de estudos acima da ergonomia de aparelhos Smart, e consequentemente o desenvolvimento destes aparelhos, grande maioria destes estudos trabalham a partir do público alvo de maior alcance, os adultos com boas faculdades visuais, que naturalmente teriam maior facilidade de aprendizado e adaptação (TSAI; TSENG; CHANG, 2017) já que estão constantemente em contato com celulares, computadores e afins. A partir disso, também segundo Tsai, Tseng e Chang (2017), as empresas firmam o desenvolvimento de seus produtos levando em consideração o que seria mais confortável e de melhor entendimento para o uso de adultos, e é percebida a grande importância do desenvolvimento das interfaces e de artefatos visuais que tornem o uso dos aparelhos mais intuitivo. Entretanto, usuários cegos não teriam como utilizar desses artefatos, e as empresas devem utilizar de outros recursos para que este público específico também possa utilizar seus aparelhos.

As marcas de aparelhos celulares investem no reconhecimento auditivo em aparelhos celulares para pessoas cegas, desenvolvendo recursos de “fala” para todas as funcionalidades do celular (FUNDAÇÃO DORINA) e também no desenvolvimento de aplicativos, como o “Be My Eyes”, que conecta pessoas cegas com pessoas que enxergam completamente, e a partir da câmera do aparelho celular da pessoa cega, a outra consegue informar o que está sendo indicado. Apesar da já existência de aparelhos adaptados, é preciso continuar com as melhorias para que pessoas cegas possam usar celulares cada vez mais funcionais segundo às suas necessidades, nesse sentido, o desafio deste estudo é reunir opiniões e conhecimento do mercado, criando assim uma base mais apropriada para o desenvolvimento de aparelhos celulares para cegos a partir da

adaptação das literaturas sobre Ergonomia encontradas, tendo em conhecimento o estudo de Ana Karina Cabral (2018) que apresenta os principais marcos da inclusão de deficientes no trabalho, discutindo as dificuldades encontradas e os principais pontos a serem levados em consideração em relação às limitações de pessoas deficientes.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se uma pesquisa em comentários de aplicativos de acessibilidade reconhecidos a fim de reunir os pontos mais comuns. Então, foi elaborado um questionário a ser respondido, por meio de entrevistas individuais e remotas, em usuários de celulares adaptados para baixa ou nenhuma visão. O objetivo maior é conduzir os resultados da pesquisa de comentários em aplicativos e das entrevistas em um levantamento de demanda, ou seja, quais fatores são considerados mais relevantes para o uso dos *smartphones* adaptados e quais atividades são mais frequentes e necessárias nestes aparelhos. A pesquisa ergonômica nesse contexto irá focar nas necessidades humanas que devem ser levadas em consideração no processo de projetar celulares adaptados para deficientes visuais, em concordância com o estudo de Antônio Filho e Gabriele Santos (2015).

Anterior ao questionário e visando conhecer melhor o material de estudo, os membros do grupo utilizaram o Modo Acessibilidade em seus celulares. Foram analisados a “Acessibilidade” do celular *Xiaomi Redmi Note 7* e o “*VoiceOver*” do *iPhone Xr*, o primeiro aparelho apresenta adaptações diferentes para cada tipo de deficiência física e o segundo uma lista de configurações que deve ser alterada pelo próprio usuário. Em ambos os testes, notou-se grande dificuldade em realizar tarefas simples e, no segundo, em especial, foi observado que o modo “*VoiceOver*” dificulta os cliques ao mesmo tempo que não adapta as listas já existentes nos ajustes, e o leitor de voz automático é sobrecarregado com notificações e leituras repetitivas em um mesmo ambiente. É perceptível que lidar com as funções de acessibilidade dos celulares não é uma tarefa simples, visto que são aparelhos desenvolvidos para pessoas com visão plena, e a acessibilidade é somente uma adaptação.

Outro ponto a ser abordado são as Heurísticas de Neilsen, que são um conjunto de princípios para a avaliação de usabilidade de interfaces que definem pontos importantes a serem considerados durante o desenvolvimento de sites e aplicativos. A abordagem destas heurísticas parte do princípio relacionado à visibilidade do status do sistema, tendo em vista que essa técnica utiliza da premissa da visão como ponto crucial para o reconhecimento e familiarização das interfaces (MOMA, 2017), sendo assim, serão apresentadas alternativas de algumas heurísticas selecionadas, fazendo uma adequação das mesmas a partir do conhecimento das

necessidades físicas e mentais de deficientes visuais de baixa ou nenhuma visão observadas através da pesquisa e aplicação do questionário supracitados.

3.1. Pesquisa de mercado e questionário

O estudo e levantamento de demanda é uma forma de direcionamento estratégico, ao fazê-lo é possível identificar mudanças a serem feitas a fim de adequar melhor o produto às necessidades do consumidor (COSTA, 2018). Com o intuito de direcionar o desenvolvimento de celulares para deficientes visuais ao que mais condiz com as necessidades reais do público interessado, foram reunidos comentários de sugestões de melhorias nos seguintes aplicativos de Acessibilidade: *Be My Eyes, Aipoly Vision, Audiobook, CPqD Alcance+* e Pacote de Acessibilidade do Android. Os aplicativos em questão envolvem funções de reconhecimento de objetos, assistências ao vivo, alternativas de áudio leitura e simplificação das funções básicas de acessibilidade dos celulares.

O questionário desenvolvido teve como foco a opinião de deficientes visuais sobre a realização das utilidades mais comuns em celulares – Quadro 1. Também foi levado em consideração o aparelho que o entrevistado utiliza, sua idade, e como foi o processo de aprendizagem com o aparelho em questão.

Quadro 1 – Utilidades mais comuns em celulares

Utilidades	**Definição**
Interações intuitivas	Facilidade em acessar todas as funções do smartphone de forma simples e intuitiva
Estudar	Ler material escrito, assistir vídeos aulas e afins com o objetivo de se instruir
Escrever	Criar e editar arquivos de texto
Ler livros	Ler livros literários
Gerenciar e-mails	Verificar, ler, escrever e enviar e-mails
Utilizar e calendário agenda	Ter fácil acesso a informações relacionadas às datas e acontecimentos
Trabalhar	Desempenhar atividade profissional
Telefonar	Realizar chamadas telefônicas
Lazer	Aproveitar filmes, músicas e livros de forma digital
Acessar redes sociais	Conectar-se com outras pessoas por meio das diversas redes sociais
Jogar	Utilizar jogos digitais
Portabilidade	Fácil manuseio e transporte do aparelho

Reconhecimento de objetos	Função de reconhecimento de objetos utilizando a câmera
Simplificar as tarefas	Auxílio em tarefas cotidianas

Fonte: autor

3.2. Análise das Heurísticas de Nielsen

Em pesquisa das Heurísticas de Nielsen para design de interfaces mais comuns na literatura e em sites da internet, fica evidente que a premissa inicial é o conteúdo visual, investimento em ícones, caixas de confirmação, teclas e afins, o que não se aplica no contexto de celulares adaptados para usuários de pouca ou nenhuma visão. É necessário, então, fazer uma adaptação das heurísticas para que elas sejam possíveis de serem aplicadas no desenvolvimento de celulares com acessibilidade. O site UX *Collective* BR publicou um artigo com as principais Heurísticas de Nielsen para projetos de UI (*user interface*) em 2017, a partir dessa lista, o quadro a seguir foi montado com as definições que o site dá para cada heurística e comentários sobre cada uma delas – Quadro 2.

Quadro 2 – Heurísticas de Nielsen para design de interfaces

Heurística	**Definição**	**Comentário**
Visibilidade do Status do Sistema	Em ambientes digitais a dependência da visão é ainda maior e por conta disso é essencial que a interface forneça ao usuário o status em relação à sua posição dentro do sistema	Desprender-se do conceito de traduzir as informações visuais em informações sonoras e elaborar a movimentação entre os ambientes de forma a utilizar os sentidos da audição e toque
Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	O sistema precisa ser compatível com a linguagem que o usuário utiliza no dia-a-dia. A compatibilidade também engloba os ícones utilizados em uma interface, a escolha destes pode facilitar ou prejudicar o uso do aparelho	O sistema precisa ser compatível com a linguagem auditiva e sensorial. No lugar de ícones, frases simplificadas e claras e vibrações do aparelho que auxiliem na tomada de decisão
Controle e liberdade para o usuário	Disponibilizar comandos nos teclados que desfaçam erros cometidos pelo usuário, como a tecla apagar do teclado ou o corretor automático	Disponibilizar comandos de voz que levem o usuário para a ação anterior
Consistência e Padronização	Manter o padrão entre as telas para que não seja necessário o entendimento de padrões e telas variadas	Disponibilizar padrão de listagem e quantidade de mensagens que podem ser lidas de forma que o usuário não se perca em situações com muitas informações. Levar em consideração a memória de curto prazo nas atividades

Prevenção de erros	O deslize e o engano são os erros mais comuns cometidos pelos usuários, a primeira sendo uma ação executada errada e o engano ou mal entendimento do funcionamento. Informar ao usuário que um erro foi cometido ou fornecer caixas de confirmação antes da execução das tarefas são as formas mais comuns para a correção de erros	Cliques, deslizes e mal entendimento dos comandos de voz são possíveis erros em interfaces adaptadas. Promover listas de opções mais curtas para melhorar o entendimento e reduzir a possibilidade de cliques na tela, aprimorar o receptor sonoro (adaptação cultural, entendimento de gírias e sotaque) podem prevenir erros
Reconhecimento em vez de memorização	Reconhecer padrões é mais fácil do que memorizar comandos	O investimento de padrões em todos os ambientes facilitaria o processo de familiarização do usuário com o aparelho.
Eficiência e flexibilidade de uso	A interface deve ser útil tanto para usuários iniciantes quanto para experientes	Não há necessidade de comentar
Estética e design minimalista	Dar foco às informações que são realmente necessárias, evitando a necessidade de ter que memorizar muitas informações e ter que lidar com muitas decisões	Não há necessidade de comentar
Reconhecer, diagnosticar e identificar erros	Informar os erros ao usuário	Informar os erros ao usuário e fornecer a opção de corrigi-los automaticamente
Ajuda	Fornecer locais e manuais em que o usuário pode tirar suas dúvidas	Diagnosticar as dúvidas mais comuns e elaborar um espaço de ajuda de fácil acesso

Fonte: UX Colletive, 2017.

4. Resultados

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento de comentários mais comuns feitos sobre problemas em aplicativos de acessibilidade. Metade dos aplicativos estudados só apresentavam versões para o sistema Android. O quadro abaixo mostra os problemas mais comuns citados em comentários nos aplicativos escolhidos:

Quadro 3 – Problemas recorrentes em aplicativos de acessibilidade.

Aplicativo	**Problemas frequentes**
Be my eyes	Botões não funcionam Dificuldade em realizar as chamadas Dificuldade para realizar o cadastro Má qualidade do áudio e da imagem em ligações
Audiobook	Fecha as páginas sem que o usuário queira Não funciona se a tela visual não estiver aberta Botões não funcionam Opção de busca de difícil acesso

CPqD Alcance+	Dificuldade para desinstalar Não atende aos comandos do usuário Trava o aparelho Dificuldade para fechar o aplicativo
PolyVision	Opções de pagamento para uso completo limitadas Versão grátis possui muitas limitações Incerteza ao identificar os objetos
Pacote de Acessibilidade do Android	Tela fica escura e trava Não lê textos grandes Não lê alguns sites Ações dificultadas Não lê emojis

Fonte: Autor.

Nota-se que algumas funções essenciais para um sistema acessível para deficientes visuais ainda não funcionam de forma plena nos aplicativos apresentados. Deficientes visuais realizam atividades que exploram mais os sentidos da audição e do toque, e situações em que os botões não funcionam ou a tradução das informações visuais em áudio não é plena impossibilitam a usabilidade dos aplicativos. Outro ponto a ser mencionado diz respeito aos erros que causam congelamento da tela de forma que o usuário não consegue desenvolver mais nenhuma atividade na interface e tenha que pedir ajuda de outras pessoas, algo que vai contra o ideal de facilitar o uso e possibilitar que seja feito de forma independente.

Apesar das reclamações levantadas, notou-se uma ótima variedade de aplicativos para facilitar o uso do celular, e também a compreensão dos criadores dos aplicativos, que em sua maioria respondem às reclamações de forma a ensinar ou comprometer-se a realizar as modificações e atualizações necessárias para que os problemas não ocorram novamente.

Para a etapa seguinte da pesquisa, o questionário foi respondido por 8 deficientes visuais de diferentes cidades de Minas Gerais. Seis dos entrevistados eram cegos e dois possuíam pouca visão. A deficiência visual classificada como cegueira é um comprometimento total do resíduo visual e da percepção de vultos e luminosidade, enquanto a pouca visão é um comprometimento intermediário, caracterizando indivíduos que possuem 2 a 30 por cento da visão. Os participantes possuíam entre 20 a 66 anos de idade e todos já tinham tido experiência com aparelhos celulares *touchscreen*.

Em relação ao sistema operacional, sete dos participantes utilizavam aparelhos Android e um utilizava o sistema iOS. Apesar do segundo sistema ser classificado de forma geral como melhor usabilidade, o custo é bastante elevado e, sendo assim, inviável para muitos usuários. De modo

geral, a acessibilidade dos celulares foi considerada boa, mas com necessidade de melhorias para 87,5% das respostas, enquanto que uma resposta informava que o sistema atende a todas as suas necessidades e uma que não atende às suas necessidades. Todos os participantes não consideram as interações e comandos intuitivos, foi mencionado que o processo de aprendizagem demanda tempo e paciência, e que algumas funções mais complexas e alguns sites da web apresentam muitas limitações para uso.

Todos os participantes utilizam seus celulares para estudar ou trabalhar, e neste âmbito utilizam muito aplicativos de mensagens e a leitura automática com a voz do sistema. A leitura adaptada é feita de forma automática e em alguns aparelhos é possível configurar a continuidade da leitura, em determinadas situações que apresentam listas ou muitas mensagens, o leitor automático fica saturado e confunde o usuário. Para alguns sites com muitas propagandas a leitura também é defasada. A atividade que apresentou mais pontos negativos é a escrita, para a qual existem duas possibilidades: utilizar o teclado manual ou utilizar a entrada de voz pelo microfone. A utilização do teclado manual é complexa em telas *touchscreen*, visto que todas as informações são visuais, portanto é necessário que o usuário decore as posições das letras. A escrita por entrada de voz utilizando o microfone é a opção mais viável para deficientes visuais, entretanto muitas palavras são mal compreendidas e as mensagens não ficam como pretendido na maioria das vezes, exigindo que o usuário sempre as corrija antes de enviar.

A utilização de aplicativos de e-mails, agenda, calendário e o telefone para realizar ligações não apresentam problemas de acordo com os participantes. A utilização para o lazer é comum para todos e um ponto importante a ser comentado é a utilização das redes sociais, que se resume somente em aplicativos de mensagens, visto que a maioria dos outros utilizam de muitos recursos visuais e possuem muitas fotos que o Modo Acessibilidade não consegue interpretar. Em questão de jogos adaptados, existem poucos, então a grande maioria dos entrevistados não possuem o costume de jogar em seus celulares. Nenhum participante utiliza o celular para fazer reconhecimento de objetos.

Sobre a utilização do celular e do Modo Acessibilidade de forma geral, a maioria dos entrevistados classificaram a portabilidade do celular como satisfatória, bem como a possibilidade de simplificar algumas tarefas cotidianas; somente um participante não considera que o celular simplifica suas tarefas, sendo este o único que desistiu de utilizar aparelhos *touchscreen* pela dificuldade de uso. Na questão do processo de aprendizado acima da utilização do celular, todos os participantes consideram que não é simples e que é necessário paciência e tempo para acostumar-se. Outro ponto é que o Modo Acessibilidade deve ser ativado após as

configurações iniciais do aparelho, sendo assim a ajuda de outra pessoa é necessária. O último fator discutido foi a sugestão de melhorias que acrescentariam ao uso do celular, e foram mencionadas as seguintes: diminuição das repetições, possibilidade de ativar a Acessibilidade sem precisar de ajuda e a leitura e interpretação de imagens, figurinhas e *emojis*, que são muito comuns na maioria dos sites e redes sociais, mas que para deficientes visuais é somente uma palavra indicando o que é, e não o seu conteúdo.

Com todas as informações anteriores reunidas, torna-se possível construir o levantamento da demanda para celulares acessíveis para deficientes visuais. Apesar das inúmeras possibilidades e atividades que podem ser realizadas por usuários com deficiência visual no celular com Acessibilidade, ainda são necessárias melhorias em funções básicas como leitura e escrita, visto que ambas são limitadas ao confundir o usuário com excesso de informações ou não atender de forma satisfatória aos comandos dados. Além disso, muitas atividades diferenciam-se de um celular no modo normal somente pela tradução das informações visuais em sonoras, e em muitos casos ainda é necessário que se decore a posição das teclas. Ficou também evidente que o aprendizado acima da utilização do celular é um processo longo e desafiador para o deficiente visual, algo que contradiz a característica geral do celular de facilitar a realização de ações diversas e promover a independência dos usuários. Por fim, a interpretação de recursos visuais e consequentemente a utilização das redes sociais mais comuns é ainda algo inviável, visto que ainda não existem recursos suficientes para tal.

4. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que ainda há muitos pontos que precisam de melhorias nos sistemas de Acessibilidade de aparelhos móveis. Aplicativos com funções que não funcionam, traduções visuais em áudio de forma incorreta, congelamentos de tela e comandos/interação não intuitivas são alguns dos pontos que necessitam de uma maior atenção em aplicativos e no Modo de Acessibilidade nos celulares. Além disso, é importante destacar que as pesquisas realizadas apontaram o uso de redes sociais como algo ainda inviável para PCD justamente pela falta de recursos e mau funcionamento dos já existentes.

Este trabalho possibilitou a construção do cenário atual sobre o uso de celulares por deficientes visuais e as dificuldades encontradas nesta interação, mostrando que o processo de aprendizado de utilização de celulares é um processo ainda mais longo e desafiador para essas pessoas. Fica claro, portanto, a necessidade de pesquisas posteriores a esta e investimentos na área para facilitar e adequar os sistemas para todos os tipos de necessidades. Juntamente, é preciso que

durante o projeto dos celulares e aplicativos já exista a preocupação de conseguir alcançar todos os públicos, e não que esta preocupação venha no final, como um remendo.

Referências

BLACKWELL, Roger D.; MINIARD, Paul W.; ENGEL, James F. **Comportamento do Consumidor.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

CABRAL, A**. C.Applicability of motion capture in interdisciplinary research of assistive technology: a report of experience,** 2020.

COSTA, M. **A importância de um Estudo de Demanda para o seu projeto.** MK Engenharia de Avaliações, 2018.

ENCONTRO, X.; ENGENHARIA, N. D. E. **Avaliação Ergonômica De Um Software Pelos Métodos Analíticos Heurístico E**. 2015.

FUNDAÇÃO DORINA NOWILL PARA CEGOS. Disponível em: https://fundacaodorina.org.br/?gclid=Cj0KCQiA8ICOBhDmARIsAEGI6o06ULAnioUsmQh3YMO_rK44bqGAQ5b7v9nzX8y5tvFUfjnR1nSH-0EaAk3PEALw_wcB.

GOBBO, V. F.; CUSTODIO, R. A. R.; MELLO, C. H. P. **Análise da adequação das heurísticas de usabilidade para avaliação de interfaces de equipamentos médicos**. Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2017.

LIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**, 2º ed. Editora Blucher, 2005.

NIELSEN COMPANY. **The U.S. Digital Consumer Report**, 2014. Disponível em: https://mesadoescritor.com/referencias-bibliograficas-abnt/#:~:text=Nome%20do%20site%20(em%20negrito,Acesso%20em%3A%20data%20de%20acesso.

MOMA, G. **10 heurísticas de Nielsen para o design de interface.** UX Collective, 2017. Disponível em: https://brasil.uxdesign.cc/10-heur%C3%ADsticas-de-nielsen-para-o-designde-interface-58d782821840

SANTOS, G; FILHO, A. **A ampliação da percepção da interface para pessoas com deficiência visual através de recursos em smartphones: Uma perspectiva do design da informação sobre a acessibilidade digital.** 7th CIDI**,** 2015.

SLATIN, John M. & RUSH, Sharron. (2002). “Maximum Accessibility: Making Your Web Site Usable for Everyone”. Addison Wesley.

TSAI, T. H.; TSENG, K. C.; CHANG, Y. S. Testing the usability of smartphone surface gestures on different sizes of smartphones by different age groups of users. Computers in Human Behavior, v. 75, p. 103–116, 2017.