

Avaliação da Relação entre Usabilidade e Popularidade de Aplicativos Voltados para o Público Idoso

Daniel Gustavo Souza Ferreira, Felipe Peron Marques, Lesandro Ponciano

¹PUC Minas em Contagem
Bacharelado em Sistemas de Informação

danielgusferreira@hotmail.com, felipeperon98@gmail.com,
lesandrop@pucminas.br

Resumo. *No atual cenário socioeconômico mundial, smartphones são ferramentas essenciais na vida das pessoas. Um problema identificado na utilização de smartphones é a falta de atenção dada a interface de aplicativos voltados ao público idoso, causando estranhamento e relutância durante o uso do smartphone. Este trabalho tem como objetivo, investigar a relação entre acessibilidade e popularidade em aplicativos para smartphone voltados a idosos, utilizando avaliação heurística realizada por especialistas como instrumento. Os resultados apresentados apoiam a ideia de que popularidade não está necessariamente ligada a usabilidade, já que é notável a presença de aplicativos impopulares que possuem boa usabilidade e vice-versa.*

Abstract. *In the current global socio-economic landscape, smartphones are substantial tools in people's lives. The lack of attention given to the interface of apps made for elderly is a problem, making them reluctant to use their smartphones. This paper aims to analyse the relationship between accessibility and popularity of apps for elderly, using a heuristic evaluation performed by experts as a tool. The results presented support the idea that popularity is not necessarily linked to usability, thus is notable the presence of unpopular apps with great usability and vice-versa.*

1. Introdução

O desenvolvimento avançado da medicina e os índices de fecundidade em decréscimo são fatores determinantes para o aumento do percentual da população idosa ao redor do mundo [IBGE 2018]. As pessoas idosas enfrentam diversos desafios. Entre tais desafios podem-se apontar aqueles associados ao uso da tecnologia. Por exemplo, limitadores cognitivos e físicos impedem a utilização total dos *smartphones* por parte dessas pessoas, assim como questões financeiras, falta de interesse ou conhecimento [Berenguer et al. 2017].

O desenvolvimento de aplicativos para *smartphone* pode se valer de uma série de estratégias de engenharia de software. Salman, Ahmad e Sulaiman (2018) afirmam que existe uma deficiência em relação a diretrizes para o desenvolvimento de interfaces para aplicações para *smartphones* adaptadas para idosos, e mesmo quando aplicadas, são baseadas em estereótipos e equívocos. Isso leva ao desenvolvimento de aplicativos que causam relutância dos idosos.

Violações de acessibilidade e usabilidade são problemas constantes que idosos enfrentam ao interagirem com aplicativos para *smartphone*. Segundo Hearst (2009), usabilidade é um termo que se refere às propriedades da interface que determinam a facilidade de uso. De acordo com a ISO 9241-11, usabilidade é a medida que um produto pode ser utilizado por um usuário específico em um contexto de uso específico, apresentando: 1) eficácia: precisão e completeza com que os usuários atingem um objetivo específico; 2) eficiência: precisão e completeza com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos; 3) satisfação: conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos e/ou objetivos.

Num âmbito de acessibilidade, desde 1999 existe a Web Accessibility Initiative, estabelecida pela World Wide Web Consortium (W3C), esta iniciativa consiste em promover as melhores práticas, ferramentas e informações para o desenvolvimento de sistemas acessíveis [Lynch e Horton 1999]. Nos dias atuais, sistemas são essenciais para que indivíduos se sintam menos isolados, mais independentes e em comunicação com seus amigos e familiares [Salman, Ahmad e Sulaiman 2018]. Desenvolvê-los, de modo que sejam acessíveis para idosos, permite que os idosos façam uso desses benefícios.

Neste contexto, o problema investigado neste estudo é **a falta de conhecimento sobre as características de aplicativos para smartphones em termos de acessibilidade da população idosa e a falta de informações da relação entre popularidade e usabilidade desses aplicativos**. É importante se obter informações sobre os perfis dos aplicativos para idosos por sua popularidade em lojas de aplicativos e estabelecer uma relação desses perfis com as características de acessibilidade dos aplicativos. Exemplos de questões que surgem nesse contexto são: 1) os aplicativos mais baixados são os mais acessíveis? Ou, 2) a principal variável que afeta a popularidade é a utilidade do aplicativo, não sua acessibilidade? É sabido que há uma grande variedade de aplicativos voltados para esse público, mas pouco se sabe sobre como a aceitabilidade dos usuários com estes aplicativos está relacionado à usabilidade e acessibilidade da interface que eles implementam.

O objetivo deste trabalho é investigar a relação entre acessibilidade e popularidade em aplicativos para *smartphone* voltados a idosos. Como parte do estudo, é feito um levantamento de aplicativos no *Play Store* para gerar um conjunto de aplicativos que estão dentro do escopo definido no trabalho. A partir desse conjunto, busca-se identificar grupos de aplicativos que apresentam similaridade entre si. A partir desse agrupamento, são definidos os perfis de aplicativos. Partindo-se de aplicativos representativos de cada perfil, este trabalho procura avaliar as interfaces destes aplicativos por meio de heurísticas existentes na literatura de interação humano-computador.

Através de dados coletados na *Play Store* do Google de aplicativos voltados para o público idoso, é possível obter-se cinco perfis baseados em popularidade. Nesses perfis existem quatro métricas fundamentais para o andamento do trabalho. Os resultados do estudo apontam diferenças entre os aplicativos mais populares entre o público idoso e sua usabilidade. Descobriu-se que essa relação não é necessariamente real, obtendo-se o aplicativo mais impopular com a segunda maior nota de usabilidade, e o aplicativo mais popular, com a penúltima pior nota de usabilidade.

2. Referencial Teórico

Esta seção está dividida em quatro subseções. A primeira realiza a contextualização entre aplicativos móveis e a *Play Store*. A segunda aborda os idosos e as dificuldades físicas e cognitivas que podem vir a acompanhá-los. A terceira aborda as formas de avaliação de aplicativos e possíveis avaliações em termos de usabilidade e acessibilidade. Por fim, a quarta seção apresenta o agrupamento de dados e os algoritmos utilizados para a obtenção dos resultados.

2.1. Aplicativos e a Play Store

Aplicativos são sistemas programados para executarem tarefas que foram previamente estipuladas por seus desenvolvedores. Os aplicativos (*Apps*) *mobile* são instalados no sistema operacional de seu *smartphone* e podem ou não necessitar de uma conexão com a Internet [Candido 2015][Banos et al. 2015]. A *Play Store* é uma plataforma disponibilizada pela *Google* para realizar o *download* de aplicativos para o sistema operacional *Android*. A plataforma conta com milhões de *apps* em diversas áreas como jogos, redes sociais, notícias, entre outros. Dependendo do conteúdo dos aplicativos disponibilizados, podem ser gratuitos ou não [McIlroy, Ali e Hassan 2016].

2.2. Idosos e suas dificuldades físicas e cognitivas

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), podemos definir idosos como homens e mulheres que estão acima dos 60 anos de idade. Em termos políticos, essa idade pode variar de acordo com as políticas públicas de cada país [OMS 2015][SindCT 2015]. Esse grupo de pessoas até o ano de 2050 poderá chegar a 2,1 bilhões de pessoas [ONU 2017], e por conta disso, devemos saber lidar com suas dificuldades e incluí-los não só em função da tecnologia, mas em todas as áreas. Após um tempo, os idosos começam a apresentar dificuldades em sua visão, audição, mobilidade e cognição. Esse problema pode impactar em suas atividades instrumentais da vida diária (AIVD), como na realização do preparo de refeições, fazer compras, uso do celular, entre outras [Abascal e Civit 2001][Souza e Silva 2016].

2.3. Avaliação de aplicações

Para realizarmos a avaliação de uma aplicação, podemos utilizar as técnicas de inspeção que se subdividem em avaliação heurística, percurso cognitivo e inspeção semiótica. Também podem ser feitas utilizando as técnicas de teste de usabilidade, avaliação de comunicabilidade e protótipo em papel, que se encaixam no grupo de avaliação por observação [Barbosa e Silva 2010]. As avaliações de uma aplicação em termos de

usabilidade podem ser definidas como o estudo do sistema, com o intuito de deixá-lo com uma alta qualidade de uso [Barbosa e Silva 2010]. Essas formas de avaliação podem ser de dois tipos, formativas e somativas. As avaliações formativas são aquelas que buscam a identificação e correção dos problemas a fim de refinar o sistema final. Já as somativas, são feitas após o desenvolvimento do *software* e tem como objetivo a melhoria sem causar impactos no sistema [Salman, Ahmad e Sulaiman 2018]. Este trabalho foca na avaliação somativa de software em termos de acessibilidade.

De acordo com Barbosa e Silva (2010), pode-se definir acessibilidade como a facilidade de um usuário específico utilizar um sistema sem que a interface imponha limitações em sua utilização. Um sistema não pode impor barreiras para acesso à informação e em sua interação. Os desenvolvedores devem utilizar métodos de acessibilidade para que os aplicativos consigam atender toda a gama de público que irão utilizar sua aplicação.

2.4. Agrupamento de Dados

Agrupamento de dados tem por objetivo, descobrir os grupos naturais de diversos objetos, padrões ou pontos [Jain 2010]. Segundo o dicionário online Merriam-Webster (2008) a definição de agrupamento é “Uma técnica de classificação estatística para descobrir se os indivíduos de uma população se enquadram em diferentes grupos, fazendo comparações quantitativas de múltiplas características”.

O agrupamento de dados tem como obrigação, aglutinar dados que são semelhantes com outros dados dentro do mesmo agrupamento e diferentes dos outros dados de outros agrupamentos. O centróide é o ponto que geralmente é composto pela média de valores de pontos dados no agrupamento. Esse valor nem sempre é um valor que chega a ser parte do conjunto de dados, pode-se identificar como centróide, um aplicativo que mais se aproxima desse ponto ao meio de diversos aplicativos que se divergem dele dentro do mesmo grupo de dados.

3. Trabalhos Relacionados

Segundo Díaz-Bossini e Moreno (2014), com o aumento do número de pessoas idosas no mundo, as aplicações devem começar a seguir uma série de regras de acessibilidade para que atendam as necessidades dessas pessoas. Para isso foi realizado o estudo em 3 aplicativos (*Big Launcher Application, App Fontrillo, Mobile Accessibility for Android*) que alteram as telas iniciais dos sistemas *Android* verificando se os mesmos atendem às diretrizes discutidas pela W3C de um aplicativo acessível. Essas diretrizes são agrupadas em 4 grupos, dando um total de 19 normas. Ao final da pesquisa foi apontado o aplicativo que mais se adequa ao que foi dito pela W3C. O desafio encontrado é estudarmos aplicativos específicos de cada área e não apenas *apps* para alteração do design inicial do *smartphone* como foi feito.

Para Silva, Holden e Jordan (2015), devido ao aumento da população idosa é necessário realizar a inclusão dos mesmos no mundo da tecnologia e conseqüentemente no mundo dos *smartphones*. Por meio de 35 heurísticas foi realizado os testes em dois aplicativos para que fosse verificado se os mesmos atendiam as heurísticas de acessibilidade para idosos. A partir dos testes foi apontada a necessidade de correções

nas aplicações para que se tornassem mais usuais a todos os usuários. Com este estudo podemos utilizar as heurísticas utilizadas pelos autores para avaliar os aplicativos selecionados em nossa pesquisa.

O artigo desenvolvido por Scheibe, Reichelt, Bellman e Kirch (2015) aponta o aumento do número de pessoas idosas nos próximos anos e por esse motivo é necessário que aplicações do dia a dia possam ser usadas por esses usuários. Uma das doenças que mais atingem as pessoas idosas é a diabetes e é relevante conciliar a tecnologia com o tratamento de uma doença comum nesta fase da vida. Nessa pesquisa foi feito um estudo em 2 aplicativos de diabetes, o *OnTack Diabetes* e o *Glukose Monitor*, com usuários acima de 50 anos e então consegue-se visualizar que as dificuldades encontrada por esses usuários são a complexibilidade e a falta de intuitividade dos mesmos. Com esses dados das dificuldades, desenvolvedores podem trabalhar para melhorar essa interação de aplicativos com esses usuários.

O objetivo do trabalho de Salman, Ahmad e Sulaiman (2018) é identificar falhas de usabilidade na interface de usuário que possam atrapalhar o idoso durante o uso. A não adaptação de interfaces para usuários idosos gera estranhamento da parte deles com a utilização de *smartphones*. Foi feita uma avaliação heurística na interface de um *smartphone*, utilizado *Smartphone's Usability Heuristics* (SMASH), uma lista de 12 heurísticas de usabilidade para *smartphones*. Muitas das violações identificadas não foram causadas apenas pela interface de usuários, mas também pela dificuldade dos idosos de fazer certos movimentos necessários para executar alguma ação no *touchscreen*.

De acordo com Souza e Silva (2016), em um futuro próximo o número de idosos irá ultrapassar o número de jovens em todo o mundo e a partir disso o número de aplicações voltadas a utilização desse grupo de pessoas irá aumentar. Foi feita uma busca por palavras chaves na loja de aplicativos do Android, como: idoso, envelhecimento, terceira idade, *elderly*, entre outros. Após a busca foi encontrado um número de 250 aplicativos com essas palavras chaves, dentre eles, 46 aplicativos foram selecionados. Diante desses dados, realizaram um estudo quantitativo do número de aplicativos para cada área, sendo elas, rede social, medicações e quedas.

Neste trabalho estuda-se a relação entre popularidade e acessibilidade dos aplicativos voltados para o público idoso, o que também é visto nos trabalhos citados acima. Cada um com suas particularidades mas todos buscando entender um pouco mais sobre a usabilidade de aplicativos ou *smartphones*. Com esses estudos podemos analisar e mesclar suas descobertas e direcionar o estudo para um resultado satisfatório buscando que cada vez mais o público idoso esteja incluído no mundo digital.

4. Metodologia

A seção de metodologia está dividida em quatro partes. Na primeira, é descrito como foi feita a obtenção dos dados dos aplicativos para o público idoso, os dados coletados foram referentes ao número de downloads, ratings, score e reviews. Na segunda parte, é apresentado como foi feita a normalização e agrupamento dos dados, para que possam ser comparados e avaliados. Através de um centróide obtido pelo agrupamento, é possível encontrar os aplicativos mais próximos ao valor do centróide e realizar a

avaliação heurística. Na terceira parte, é apresentado o método de avaliação heurística, características do grupo realizador e a origem dessas métricas. Por fim, são apresentados os resultados obtidos com a realização dessa pesquisa.

4.1. Obtenção de Dados e Métricas

A coleta dos dados dos aplicativos disponíveis no Google Play foi realizada através de uma *Application Programming Interface* (API) disponibilizada pelo Google, a API consegue realizar a coleta do repositório do Google Play, utilizando uma ferramenta de código aberto (*Open Source*) em NodeJS, o *GooglePlay Scraper*. Essa ferramenta permite que diversas pesquisas sejam feitas a partir de critérios pré-programados. Foram coletados dados de 250 aplicativos para cada uma das três palavras-chave utilizadas: Idosos, Terceira Idade e *Elderly*. Após a coleta, eles foram armazenados em um arquivo texto, onde foi realizada uma filtragem para remover os aplicativos duplicados através de outro código em NodeJS.

Para obtenção de dados, foram selecionados quatro métricas, notas (*score*), número de downloads, número de comentários (*reviews*) e número de avaliações (*ratings*). O *score* é referente a nota do aplicativo dada pelos usuários, é uma avaliação numérica de 0 a 5, relacionada à satisfação com o aplicativo. Número de downloads é o número de vezes em que o aplicativo foi baixado em um smartphone. *Reviews* é referente a quantas vezes o aplicativo em questão foi avaliado pelos usuários a fim de se chegar na nota de *Score*. *Ratings* é referente ao número de comentários que o aplicativo possui, é lá onde os usuários fazem reclamações sobre o aplicativo e sugerem melhorias.

4.2. Normalização e Agrupamento

Normalização é a transformação dos valores dos dados numa escala em que as métricas possam ser comparáveis e estudadas, no trabalho foram utilizados valores entre 0 e 1. Este valor é encontrado através da fórmula $xi = (xi - xmin) \div (xmax - xmin)$, onde x é o valor da variável e i os aplicativos. Após a normalização dos dados, é utilizado o algoritmo de agrupamento K-means, para a entrada de dados, utilizando uma matriz $|N| \times 4$, onde as linhas são referentes a um aplicativo e as colunas são referentes a uma das quatro métricas. Esse método é baseado no método de descoberta de perfis proposto por Ponciano e Brasileiro (2015).

Para a realização do agrupamento, utilizamos um algoritmo chamado Elbow. Temporal (2019) considera o Elbow como a execução do K-means para diversas quantidades diferentes de clusters, assim, as diferenças entre clusters se tornam muito pequenas, e as diferenças das observações intra-grupos aumentam. O objetivo é encontrar um equilíbrio em que as amostras em um grupo se tornem o mais homogêneas possível, e que os grupos se tornem o mais diferentes entre si.

A partir da utilização do método Elbow foi possível obter o número de grupos de aplicativos. Após a utilização do K-means, os cinco centróides de cada grupo foram encontrados, dessa forma foi possível utilizar de uma função que consegue selecionar os cinco aplicativos mais próximos ao centróide para então os grupos serem definidos.

5. Materiais e Métodos de Avaliação

A avaliação de usabilidade é realizada por meio de uma avaliação heurística, que será aplicada em alguns aplicativos que representam grupos de popularidade. Segundo Nielsen e Molich (1990), avaliação heurística é um método informal de análise de usabilidade onde os avaliadores são apresentados à um design de interface e pedidos para comentar sobre ele. Nielsen ainda provém uma lista de dez heurísticas, porém, como as heurísticas não contemplam as necessidades e limitações físicas e cognitivas de pessoas idosas, elas podem se tornar obsoletas para o trabalho. [Silva, Holden e Jordan 2015].

As heurísticas escolhidas são provenientes do artigo de 2015 dos autores Silva, Holden e Jordan, a lista possuía trinta e cinco heurísticas, que foram passadas por uma análise e transformadas, resultando em uma lista com vinte heurísticas, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Heurísticas aplicadas na avaliação.

Cód.	Heurística
Categoria 1: Cognição	
H01	O sistema utiliza funções de fácil reconhecimento?
H02	O sistema utiliza interface que possui imagens ou gráficos adequados para minimizar confusão e o uso de detalhes irrelevantes?
Categoria 2: Conteúdo do app (Linguagem/Documentações)	
H03	O sistema possui ajuda ou documentação acessível?
H04	O sistema retorna feedback e apresenta correções para erros de fácil compreensão?
H05	O sistema é escrito em uma linguagem clara e entendível para não especialistas?
Categoria 3: Destreza Categoria	
H06	É utilizado o scroll no sistema?
H07	O tamanho das letras e dos ícones e elementos do sistema são grandes o suficiente para o público idoso?
4: Navegação do Sistema Categoria	
H08	A navegação de usuário apresenta interface simples e direta?
H09	O sistema possui uma navegação passo a passo consistente e explícita?

5: Sistema Perceptivo Categoria	
H10	O sistema possui informativos em forma de áudio?
H11	O sistema permite que o volume seja ajustado?
H12	O sistema possui tamanho do texto ajustável na tela?
H13	O sistema utiliza de cores específicas para transmitir informações?
H14	O sistema utiliza de branco como fundo de contraste?
6: Design de Interface do Aplicativo	
H15	O sistema utiliza uma combinação de cores de alto contraste para deixar o texto mais legível e perceptível?
H16	O sistema utiliza azul, verde e amarelo em grande proximidade?
H17	O sistema utiliza mais de quatro cores na tela?
H18	As fontes utilizadas no sistema possuem serifa?
H19	Os sistemas possuem seus cliques e botões claramente distinguíveis do resto da interface?
H20	O sistema utiliza ícones de fácil reconhecimento?

As heurísticas H01 e H02 foram escolhidas por serem voltadas a cognição, ou seja, são heurísticas em que permite mensurar mudanças cognitivas acompanhadas da idade. De H03 à H05, foram escolhidas heurísticas voltadas ao conteúdo do aplicativo, isto é, relacionada a linguagem utilizada dentro do aplicativo, algumas documentações disponíveis e voltado a resolução de erros.

As heurísticas H06 e H07 são relativas a destreza do usuário, é questionado se o sistema atende as limitações dos usuários que não possuem toda capacidade motora devido a idade. As heurísticas H08 e H09 apresentam questões sobre navegação do sistema, relacionado a estrutura do aplicativo e quais os fluxos que o usuário podem tomar dentro do aplicativo.

De H10 à H14, as heurísticas escolhidas são relativas ao sistema perceptivo, como alterações de acuidade visual e auditiva que podem entrar em detrimento de acordo com a idade do usuário. De H15 à H20, foram selecionadas heurísticas que são relacionadas ao design da interface gráfica do aplicativo, ou seja, as questões aplicadas são relacionadas aos formatos e representações visuais da interface desses sistemas.

5.1. Obtenção dos Dados e Especialistas

Para a obtenção dos dados foi considerado o público na qual ele é voltado. Apesar da obtenção dos dados não ter sido feita através do público idoso, as heurísticas foram selecionadas justamente para se adequarem às limitações deles.

Os especialistas – também chamados de avaliadores – são quinze pessoas da área de Sistemas de Informação, que já cursaram a disciplina de Interface Humano-Computador e possuem capacidade sobre interface gráfica e avaliação heurística. O instrumento utilizado é a avaliação heurística, por ser de fácil aplicação. A aplicação da avaliação será feita de modo individual, cada um dos avaliadores utiliza o aplicativo designado a ele em um período tempo, ou seja, cada aplicativo é avaliado por 3 especialistas diferentes. Logo após a utilização, o avaliador preenche o instrumento, analisando as vinte heurísticas de acordo com a escala de gravidade de usabilidade apresentada por Nielsen em 1995 e apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Escala de Gravidade de Usabilidade de Nielsen.

0	Não é encarado necessariamente como um problema de usabilidade.
1	Problema estético. Correção se houver tempo disponível.
2	Problema menor de usabilidade. Baixa prioridade para sua correção.
3	Problema maior de usabilidade. Alta prioridade para sua correção.
4	Catástrofe de usabilidade. Imperativo corrigi-lo mais rápido possível.

5.2. Notas da Avaliação

Para ser possível avaliar heurísticamente os aplicativos, cada um dos níveis da escala de Nielsen foram transformados em notas, por exemplo, o “0: Não é encarado necessariamente como um problema de usabilidade.” seria nota 5 em uma escala de 1 a 5. Assim se torna possível pontuar aplicativos através de sua usabilidade para os idosos. Na Tabela 3, é especificado os níveis da escala e sua nota.

Tabela 3. Escala de Nielsen e nota referente.

Escala de Nielsen		Nota
0	Não é encarado necessariamente como um problema de usabilidade.	5
1	Problema estético. Correção se houver tempo disponível.	4
2	Problema menor de usabilidade. Baixa prioridade para sua correção.	3

3	Problema maior de usabilidade. Alta prioridade para sua correção.	2
4	Catástrofe de usabilidade. Imperativo corrigi-lo mais rápido possível.	1

6. Resultados

Nesta seção, é apresentado o resultado da aplicação do instrumento que avalia a adequação dos aplicativos analisados para o público idoso. Primeiro, é apresentado o processo após a seleção dos aplicativos. Através da utilização de agrupamentos e cálculos, é possível descobrir os aplicativos que representam cada um dos grupos. Depois, apresenta-se os resultados obtidos através da avaliação heurísticas feita pelos especialistas, com cada um dos aplicativos representantes dos grupos.

6.1. Normalização e Agrupamento

Após a coleta dos dados pelos algoritmos, foi possível perceber que a unidade de cada uma das métricas afetaria na comparação. A normalização foi utilizada para transformar as médias e medianas de cada métrica em unidades compatíveis, a transformação dos dados para que o agrupamento funcionasse foi feita para deixá-los entre 0 e 1. A Figura 1 mostra o boxplot com as métricas utilizadas e normalizadas.

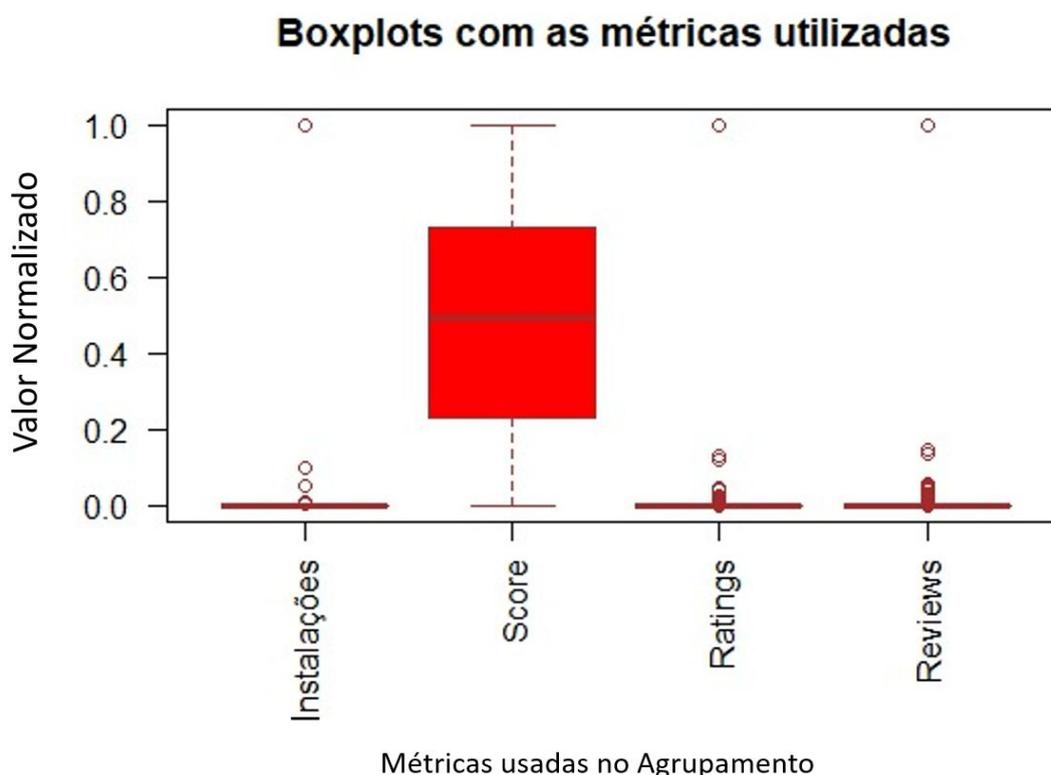


Figura 1. Boxplot com as métricas utilizadas e normalizadas

O Boxplot exibido na Figura 1 apresenta a distribuição dos valores das métricas. Apenas a métrica *Score* apresenta uma distribuição não enviesada. As outras 3 métricas apresentam valores enviesados pois não seguem uma constância entre os dados, mesmo que seja feito a remoção de algum valor desproporcional que esteja deixando o gráfico assim, poderá aparecer outro valor que resultará no mesmo problema, e que fará com que o gráfico continue enviesado. A Figura 2 apresenta o gráfico de análise de agrupamento após a utilização do Elbow.

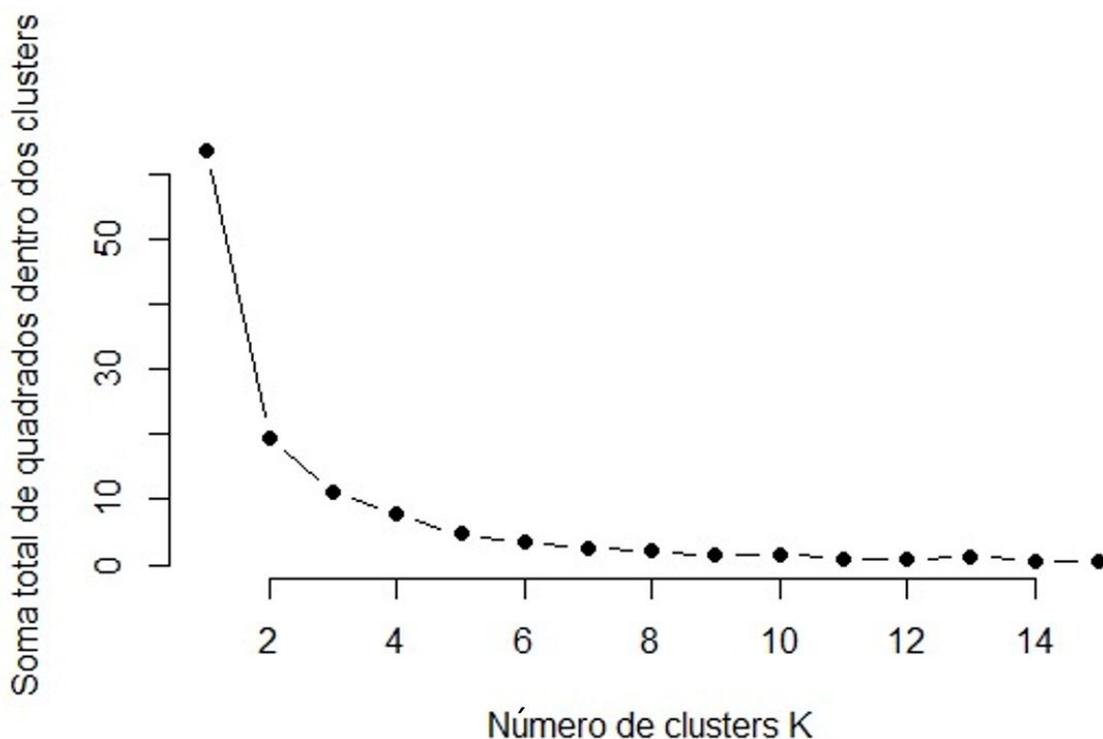


Figura 2. Gráfico de análise de agrupamento para os aplicativos voltados para idosos utilizando o Elbow.

Pode-se observar a relação entre o número de perfis e a variância de seus dados na Figura 2. Com esses valores é possível identificar o valor em que o método K-means deve ser feito, pois a partir dos pontos, a variação começa a ficar diferente dos outros. Quando a variação se estabiliza, é possível analisar o número de grupos, no caso, foram cinco grupos encontrados.

6.2. Perfis

Alguns passos foram tomados para entender os diferentes grupos encontrados. Primeiro, a descoberta do aplicativo mais próximo ao centróide de cada um dos grupos, e por último, o entendimento do porquê cada grupo foi formado através do agrupamento daquelas métricas específicas.

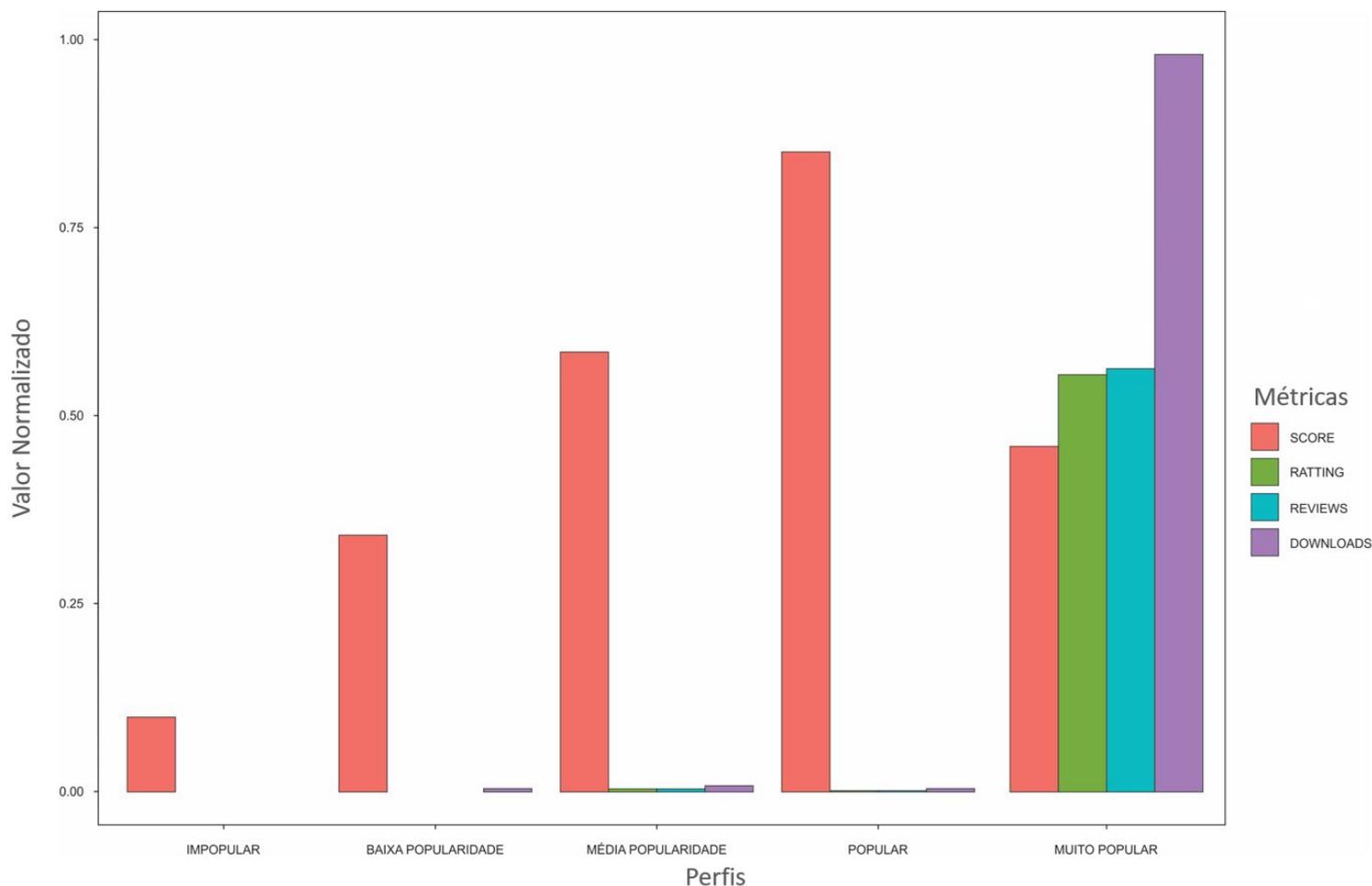


Figura 3. Gráfico de análise dos grupos encontrados de acordo com popularidade.

A Figura 3 apresenta os grupos e o valor de suas métricas, é possível identificar a classificação de cada um. A classificação é em relação a popularidade geral do aplicativo, através das métricas é possível identificar os grupos, divididos entre: muito popular, popular, média popularidade, baixa popularidade e impopular.

O valores utilizados para a criação do gráfico foram originados dos centróides de cada grupo, dessa maneira é possível ver a variação entre os perfis e dos aplicativos que o compõe. O eixo horizontal representa os perfis dos aplicativos, o vertical, as pontuações de cada um dos centróides, e na barra vertical, cada uma das métricas de avaliação.

O perfil **Muito Popular** se caracteriza por um centróide que possui alto número de instalações, *reviews* e *ratings*, porém um *score* abaixo de dois outros centróides. O aplicativo que mais se aproximou desse resultado obteve mais de 1 bilhão de *downloads*, um *score* de aproximadamente 4.2 estrelas, um número de *ratings* de cerca de 91 milhões e mais de 25 milhões de *reviews*. O Facebook portanto é o aplicativo mais popular entre os idosos.

O perfil **Popular** é caracterizado por ter um centróide com o maior *score* entre todos os grupos, o segundo maior número de *ratings* e *reviews*, e apenas o terceiro maior número de *downloads*. O aplicativo que o representa o grupo Popular é o Dating for 50 Plus Mature Singles - FINALLY, que possui cerca de 1 milhão de *downloads*, *score* de 4.3 estrelas, um número de *ratings* de 34 mil e 16 mil *reviews*.

O perfil **Média Popularidade** se caracteriza por um centróide que possui o segundo maior número de instalações, segundo maior *score*, e o terceiro maior número de *reviews* e *ratings*. O aplicativo que mais se aproximou desse resultado obteve mais de 1 milhão de instalações, um número de *ratings* de cerca de 8 mil, mais de 3 mil *reviews*, e por mais que seu centróide tenha o segundo maior *score*, o representante possui o quarto, com cerca de 4 estrelas. O representante do grupo de Média Popularidade é o Big Buttons Keyboard Standard.

O perfil **Baixa Popularidade** é um perfil com um centróide que possui o penúltimo resultado entre todos os centróides, ou seja, o quarto lugar de cinco lugares em *score*, instalações, *ratings*, e *reviews*. O aplicativo que o representa é o Alarm and Pill Reminder, que possui cerca de 100 mil instalações, 6 mil *ratings*, quase 4 mil *reviews* e ao contrário de seu grupo, possui o melhor *score* entre todos os aplicativos, com 4.6 estrelas de avaliação.

O último perfil é o perfil **Impopular**, caracterizado pelo pior resultado entre todas as métricas apresentadas. Com cerca de 10 mil instalações, 3.2 estrelas de avaliação, 98 *ratings* e 52 *reviews*, o Emergency SOS Safety Alert – Personal Alarm App, é o representante desse grupo.

Na Tabela 4 podemos ver os perfis e o número de aplicativos presente em cada um deles, os perfis foram separados de acordo com suas similaridades após utilizarmos o método K-means para fazer esse agrupamento.

Tabela 4. Número de aplicativos agrupados em cada um dos perfis.

Grupo	Nº de Aplicativos
Muito Popular	2 (0,29%)
Popular	159 (23,25%)
Média Popularidade	187 (27,34%)
Baixa Popularidade	171 (25%)
Impopular	165 (24,12%)

Com esses dados pode-se verificar que o perfil Muito Popular conta apenas com 2 aplicativos. Isso mostra a grande diferença entre os aplicativos desse grupo e os outros que se encontram em outros perfis.

A Tabela 5 apresenta a diferença entre os valores dos centróides encontrados e os valores das métricas dos aplicativos em que representam cada um dos grupos. É importante ressaltar que os valores dos centróides estão normalizados, isto é, estão apresentados entre 0 e 1.

Tabela 5. Comparação entre valores de métricas dos aplicativos e dos centróides.

Grupo	Instalações		Score		Ratings		Reviews	
	App	Centróide	App	Centróide	App	Centróide	App	Centróide
Muito Popular	1 bilhão	1.00000	4.2 ★	0.47076	91 mi.	0.56690	25 mi.	0.57260
Popular	1 mi.	0.00376	4.3 ★	0.86863	34 mil	0.00177	16 mil	0.00207
Média Popularidade	1 mi.	0.00673	4.0 ★	0.59772	8.769	0.00157	3.111	0.00199
Baixa Popularidade	100 mil	0.00205	4.6 ★	0.34252	6.3731	0.00063	3.300	0.00081
Impopular	10 mil	0.00093	3.2 ★	0.09582	98	0.00008	52	0.00014

6.3. Avaliação dos Aplicativos

Após a transformação dos níveis da escala em nota, como foi mostrado na Tabela 3, foi feita uma média que explicitava a nota de cada uma das heurísticas para aquele aplicativo, e depois, outra média foi feita para obter a nota de usabilidade do aplicativo. A Tabela 6 mostra a avaliação média de cada heurística por aplicativo.

Tabela 6. Nota média de cada uma das heurísticas dos representantes dos grupos.

	Muito Popular	Popular	Média Popularidade	Baixa Popularidade	Impopular
Categoria 1: Cognição					
H01	4.6	4.3	3	3.3	3.6
H02	2.6	4.6	4.6	2.3	3.3
Categoria 2: Conteúdo do app (Linguagem/Documentações)					
H03	4	3	2.6	1.6	1
H04	3	4.3	2	1.3	3.6
H05	4.3	5	4	2	3

Categoria 3: Destreza					
H06	5	5	5	4.3	5
H07	2.6	3.6	4.6	3	5
Categoria 4: Navegação do Sistema					
H08	3.3	4.6	4	1.3	4.6
H09	2.6	3.6	4.3	2	4
Categoria 5: Sistema Perceptivo					
H10	2	3	2.6	1.6	1
H11	5	4	4	4	2.6
H12	2	3	4	1.6	3
H13	3.3	4.3	4	2.3	5
H14	4.6	4.6	2.3	1.6	5
Categoria 6: Design de Interface do Aplicativo					
H15	3.3	3	3.6	3.6	4.6
H16	3.3	3.3	5	2.6	4.6
H17	4.6	2.6	5	5	5
H18	4	3.3	4	3.3	3.3
H19	4	4.3	4	2	4.3
H20	4.6	4.3	4.3	3	4

Legenda: ■ Vermelho: Pior nota entre os grupos.

■ Amarelo: Segunda pior nota entre os grupos.

■ Verde: Melhor nota entre os grupos.

■ Branco: Resultado entre amarelo e verde.

É possível observar nessa tabela, a boa performance do grupo Popular, que apresenta sete das melhores notas dadas em relação a todas as heurísticas. Já o grupo de Média Popularidade, possui o maior resultado em notas brancas (entre verde e amarelo), isso pode fazer com que o grupo termine com uma nota acima da média, já

que ele é o grupo que possui menos notas vermelhas e o segundo grupo que recebeu menos notas amarelas.

O grupo Muito Popular possui junto com o grupo de Média Popularidade, o menor número de notas vermelhas, porém, ele é o campeão em número de notas amarelas. Isso pode fazer com que o grupo se encontre em uma das piores colocações entre todos os avaliados, já que ele não possui forte presença nas maiores notas ou nas notas brancas. O grupo de Baixa Popularidade é o grupo que apresenta mais notas vermelhas entre os avaliados, com treze das piores notas das heurísticas, ainda possui quatro notas amarelas e apenas uma nota verde, se consagrando assim como o grupo pior avaliado entre os cinco.

Com oito notas verdes, seis notas brancas, duas notas amarelas e quatro notas vermelhas, o representante do grupo Impopular apresenta um resultado que pode-se identificar como mediano, já que ele possui um alto número de notas verdes mas um número considerável de vermelho e amarelo. A Tabela 7 mostra o resultado de cada um dos grupos de acordo com as categorias das heurísticas.

Tabela 7. Nota dos grupos por categoria de heurísticas e nota geral.

	Muito Popular	Popular	Média Popularidade	Baixa Popularidade	Impopular
Cognição	3.66	4.5	3.83	2.83	3.5
Conteúdo	3.77	4.11	2.88	1.66	2.55
Destreza	3.83	4.33	4.83	3.66	5
Navegação	3	4.16	4.16	1.66	4.6
Percepção	3.4	3.8	3.40	2.26	3.33
Interface	4	3.5	4.33	3.27	4.33
Total Geral	3.66	3.91	3.86	2.61	3.80

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a categoria de heurísticas de conteúdo foi a que mais prejudicou o resultado dos usuários, podendo chegar ao pior resultado de qualquer grupo em qualquer uma das categorias. A categoria Destreza foi a categoria com mais notas positivas, inclusive uma nota máxima para o grupo Impopular.

Analisando por grupo, o Popular foi prejudicado pela interface do aplicativo, que rendeu uma nota de 3.5 para o grupo, uma das piores na categoria. Já o grupo Impopular (que recebeu nota máxima em Destreza) não se saiu tão bem na categoria Conteúdo, obtendo um 2.55, a segunda nota mais baixa entre os grupos na categoria.

É possível observar que o aplicativo mais popular não é necessariamente o mais adequado para idosos segundo a avaliação heurística. Os grupos mais bem avaliados

foram: Popular e Média Popularidade, com notas de 3.91 e 3.86. Já o grupo Muito Popular – em que o representante era o Facebook – obteve o penúltimo lugar na colocação dos aplicativos, atrás até do aplicativo do grupo Impopular por uma pequena diferença de 0.14.

Entre todos os resultados, o que mais se destaca é o do grupo de Baixa Popularidade, que conseguiu fazer mais de 1 ponto a menos do que o penúltimo lugar. Ele se consagrou como o grupo com pior usabilidade após seus resultados terem sido ruins em Conteúdo, Navegação e Percepção, mesmo possuindo uma nota moderada em Destreza.

7. Conclusões

Neste trabalho foi abordado a falta de conhecimento sobre as características de aplicativos para smartphones em termos de acessibilidade da população idosa e a falta de informações da relação entre popularidade e usabilidade desses aplicativos. Para resolver essas questões, primeiro obtém-se informações sobre os aplicativos através da API do Google Play, com as métricas que podem ser usadas para criar grupos de semelhantes e perfis. Segundo, realiza-se a avaliação heurística, que é seu instrumento, realizada por seus especialistas e com escalas de gravidade. Terceiro, verifica-se onde cada um dos aplicativos se encontram num *ranking* de usabilidade relacionado à popularidade de cada um dos aplicativos.

Os resultados do estudo apontam diferenças e similaridades entre os aplicativos mais populares entre o público idoso e sua usabilidade. Os aplicativos foram encontrados através de API e uma busca englobando 3 palavras-chave (*Elderly*, Terceira Idade e Idosos) após isso, foram classificados e adequados a 5 grupos de acordo com centróides encontrados, são eles: Muito Popular, Popular, Média Popularidade, Baixa Popularidade e Impopular.

Pode-se verificar que a usabilidade é importante independente da categoria que o aplicativo se encontra, porém existe outro fator que implica na utilização de determinado aplicativo: a popularidade. Um aplicativo ser popular, pode fazer com que ele continue sendo muito utilizado pelas pessoas idosas. A cultura de redes sociais e a necessidade de se conectar com pessoas de outras faixas etárias como família e amigos, faz com que aplicativos como o representante do grupo Muito Popular seja mais utilizado do que um aplicativo em que a usabilidade é adequada, ou seja, um aplicativo popular na maioria das vezes é utilizado por esse público não pela melhor usabilidade mas sim por ser a maneira mais rápida e fácil de se sentirem parte do mundo atual.

O estudo mostrou que popularidade não é completamente relacionado à usabilidade, portanto, uma das coisas que o trabalho se propõe a fazer, é mostrar para desenvolvedores que existem maneiras de criar aplicativos para o público idoso de maneira que seja de fácil entendimento às limitações deles. É importante pensar em heurísticas que possam ser utilizadas durante o processo de desenvolvimento dos aplicativos para reduzir a dúvida em relação a utilização do aplicativo diante de limitações da capacidade motora e cognitiva do público idoso.

Referências

- Abascal, J. and Civit, A. (2001) “Universal access to mobile telephony as a way to enhance the autonomy of elderly people”, Proceedings of the 2001 EC/NSF workshop on Universal accessibility of ubiquitous computing: providing for the elderly. New York, NY, USA, pp. 93–99.
- Berenguer, A., Goncalves, J., Hosio, S., Ferreira, D., Anagnostopoulos, T., and Kostakos, V. (2017). “Are Smartphones Ubiquitous?: An in-depth survey of smartphone adoption by seniors”, *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(1), vol. 6, no. 1, pp. 104-110,
- Banos, O., Villalonga, C., Garcia, R., Saez, A., Damas, M., Holgado-Terriza, J. A. and Rojas, I. (2015) “Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications”, *Biomed Eng Online*. vol. 14, no. 2.
- Barbosa, S. D. J. and Silva, B. S. (2010) “Interação Humano-Computador”, Rio de Janeiro. Editora Campus-Elsevier.
- Candido, H. T. N. (2015) “O uso de dispositivos móveis pelos idosos: um estudo de caso”, Monografia – Universidade Federal do Rio grande do Sul, CINTED/UFRGS, Porto Alegre.
- Díaz-Bossini, J. M. and Moreno, L. (2014) “Accessibility to mobile interfaces for older people”, 5th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, *Procedia Computer Science*. vol. 27, pp. 57-66.
- Hearst, M. A. (2009) “Search User Interfaces”, Cambridge. Cambridge University Press.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018) “Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017.”, Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017> Acesso em: 20/03/2019.
- ISO: International Organization for Standardization. (2018) “ISO 9241-11:2018”, Disponível em: <https://www.iso.org/standard/63500.html> Acesso em: 26/04/2019.
- Jain, A. K. (2010) “Data clustering: 50 years beyond K-means”, *Pattern recognition letters*, vol. 31, no. 8, pp. 651-666.
- Lynch, P. J. and Horton, S. (1999) “Web Style Guide”, New Haven. Yale University Press.

- McIlroy, S., Ali, N. and Hassan, A. E. (2016) “Fresh apps: An empirical study of frequently-updated mobile apps in the google play store”, *Empirical Softw. Eng.*, vol. 21, no. 3, pp. 1346–3270.
- Merriam-Webster Online Dictionary. (2008) “Cluster analysis”, Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/>. Acesso em 16/10/2019.
- Nielsen, J., Molich, R. (1990) “Heuristic evaluation of user interfaces”, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM. pp. 249-256.
- Nielsen, J. (1995) “Severity ratings for usability problems”, *Papers and Essays*, v. 54, pp. 1-2.
- OMS: Organização Mundial da Saúde. (2015) “Relatório Mundial de Envelhecimento e Saúde”, Organização Mundial da Saúde: Genebra. Disponível em: <https://sbgg.org.br/wp-content/uploads/2015/10/OMS-ENVELHECIMENTO-2015-ort.pdf>. Acesso em: 20/03/2019.
- ONU: Organização das Nações Unidas. (2017) “World Population Prospects: Key findings & advanced tables”, Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf Acesso em: 26/04/2019.
- Ponciano, L., Brasileiro, F. (2014). “Finding Volunteers' Engagement Profiles in Human Computation for Citizen Science Projects. *Human Computation*”, vol. 1, no. 2, pp. 245-264.
- Salman, H. M., Ahmad, W. F. W. and Sulaiman, S. (2018) “Usability Evaluation of the Smartphone User Interface in Supporting Elderly Users From Experts' Perspective”, *Computer and Information Sciences Department, Universiti Teknologi Petronas, IEEE Access*, vol. 6, pp 22578-22591.
- Scheibe, M., Reichelt, J., Bellmann, M. and Kirch, W. (2015) “Acceptance Factors of Mobile Apps for Diabetes by Patients Aged 50 or Older: A Qualitative Study”, *Official Proceedings of the Medicine 2.0 Congress*, Vol. 4, no. 1.
- Silva, P. A., Holden, K. and Jordan, P. (2015) “Towards a List of Heuristics to Evaluate Smartphone Apps Targeted at Older Adults: A Study with Apps that Aim at Promoting Health and Well-being”, *48th Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE, pp. 3237-3246.
- SindCT: Sindicato Nacional dos Servidores Públicos Federais na Área de Ciência e Tecnologia do Setor Aeroespacial. (2015) “Direitos do Idoso”, Disponível em: <http://www.sindct.org.br/files/cartilha.pdf> Acesso em: 20/03/2019.
- Souza, C. M. and Silva, A. N. (2016) “Aplicativos para smartphones e sua colaboração na capacidade funcional de idosos”, *Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais*, Fortaleza, CE, vol. 1, no. 1, pp. 06-19.

Temporal, J. (2019) “How to define the optimal number of clusters for K-means”,
Disponível em: <https://jtemporal.com/kmeans-and-elbow-method/> Acesso em:
04/11/2019.