

Uma análise sistemática da literatura acerca dos métodos de usabilidade aplicáveis a dispositivos móveis

A systematic review of the literature on usability methods applicable to mobile devices

Laís Machado¹, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção.

Lizandra Garcia Lupi Vergara², Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção.

RESUMO

O artigo apresenta um mapeamento acerca dos métodos de usabilidade aplicados em dispositivos móveis, também retrata a seleção de um portfólio bibliográfico das pesquisas relevantes, segundo a percepção do pesquisador. Este trabalho, qualifica-se como exploratório-descritivo; com abordagens qualitativa e quantitativa; de natureza teórico-ilustrativa. Utilizou-se como instrumento de intervenção o *Knowledge Development Process – Construtivist (ProKnow-C)*. A partir de uma triagem em 17 bases de dados, listou-se 18 artigos alinhados ao tema, para compor o portfólio bibliográfico (PB). Realizou-se uma análise bibliométrica e análise sistêmica, nas quais identificou-se os artigos, periódicos e autores que se destacam nas pesquisas atuais sobre o tema. Os resultados do presente estudo evidenciam o estado da arte, assim como lacunas e oportunidades sobre o tema em questão, podendo ser utilizado como subsídio para outros pesquisadores em investigações futuras.

Editor Responsável: Prof.
Dr. Hermes Moretti Ribeiro da
Silva

Palavras-chave: Análise sistemática. Avaliação de usabilidade. Dispositivos móveis.

ABSTRACT

The article presents a mapping of the usability methods applied in mobile devices. It also portrays the selection of a bibliographic portfolio of relevant research, according to the researcher's perception. This work qualifies as exploratory-descriptive; with qualitative and quantitative approaches; of theoretical-illustrative nature. Knowledge Development Process - Constructivist (ProKnow-C) was used as an intervention tool. Through screening 17 databases, 18 articles were found aligned to the topic, to compose the bibliographic portfolio (PB). A bibliometric analysis and systemic analysis were performed, in which the articles, periodicals and authors were identified that are of particular distinction in the current research on the subject. The results of the present study show the state of the art, as well as gaps and opportunities on the subject in question, and can be used as an auxiliary tool for other researchers in future research.

Keywords: Systematic analysis. Usability evaluation. Mobile devices.

1. Rua Nossa Senhora das Dores, 102, CEP: 89186000 –Centro, Aurora. SC. l.machado@posgrad.edu.br; 2. l.vergara@ufsc.br

MACHADO, L.; VERGARA, L.G.L. Uma análise sistemática da literatura acerca dos métodos de usabilidade aplicáveis a dispositivos móveis. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 1, p. 42 – 70, 2020.

DOI: 10.15675/gepros.v15i1.2224

1. INTRODUÇÃO

Os dispositivos móveis tornam-se mais populares a cada dia, e do mesmo modo, há um crescente interesse entre os pesquisadores e desenvolvedores de tecnologias, acerca da Interação Humano-Computador para dispositivos móveis (mIHC) (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013; ALSHEHRI; FREEMAN, 2012). O processo de desenvolvimento de interfaces está deslocando seu foco cada vez mais para as capacidades humanas. Coloca-se o usuário como objeto central no desenvolvimento da interface (ZUEHLKE, 2008).

Acerca das interfaces, pode-se destacar que as inovações não estão apenas na implantação de novas tecnologias, mas também na forma como são utilizados os produtos, em seu modo de interação. Dessa forma o design de interação vem sendo aplicado nos mais diversos tipos de produtos como celulares, carros, computadores, entre outros (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Além da interação do humano-computador com estes dispositivos, também se percebe uma preocupação no desenvolvimento de novas ferramentas que verifiquem a usabilidade, a facilidade/dificuldade de aprendizagem e a satisfação no uso destes dispositivos.

Por meio de um breve levantamento, foi possível observar a necessidade de pesquisas que apresentem o cenário atual sobre as metodologias de avaliação de usabilidade voltadas para dispositivos móveis. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é realizar um mapeamento dos métodos de usabilidade novos e existentes, com foco na aplicação em dispositivos móveis. O presente estudo se justifica por trazer a comunidade científica este mapeamento necessário das pesquisas sobre o tema, os autores que pesquisam sobre o assunto, assim como revistas e eventos científicos que são relevantes para o tema.

Sobre a análise sistemática, esta é uma investigação estruturada, que faz uso de procedimentos sistematizados de busca, síntese e análise das informações selecionadas. Em resumo, é uma forma de pesquisa, que utiliza a literatura como fonte para as buscas de dados. (SAMPAIO; MANCINI, 2007; LINDE; WILLICH, 2003).

Para Sampaio e Mancini (2007), o propósito deste tipo de revisão é integrar um conjunto de informações sobre um determinado assunto, podendo tanto apresentar resultados convergentes ou conflitantes, também observar temas que não foram abordados na literatura. Para Vaz, Inomata e Maldonado, (2016) também é possível gerar conhecimento sobre os

artigos publicados e avaliado pelos pares da comunidade científica. A revisão sistemática auxilia no processo de descoberta de novos temas de investigação, auxilia o entendimento de determinado tema pelo pesquisador, assim como permite que o pesquisador tenha ao final do processo, o estado da arte sobre um determinado assunto (VAZ; INOMATA; MALDONADO; 2016; SAMPAIO; MANCINI, 2007; CHAVES *et.al*, 2012).

À vista disso, a presente pesquisa retrata um levantamento do estado da arte, por meio de uma revisão sistemática, análise bibliométrica e uma análise sistêmica, com intuito de apresentar o cenário atual da aplicação de métodos de usabilidade para dispositivos móveis, novas metodologias focadas neste tipo de dispositivo e lacunas e oportunidades de pesquisa relacionadas ao tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão de literatura do artigo, busca apresentar os conceitos envolvidos no presente estudo. Usabilidade, o que são métodos e testes de avaliação de usabilidade, e mais especificamente avaliações heurísticas e testes de laboratório são expostos.

Parte-se do conceito de usabilidade descrito por Shackel (1986) que destaca que a usabilidade começou a ser aplicada a partir da década de 1970, com o desenvolvimento e avaliação dos *softwares*. A partir de 1990 o conceito de usabilidade foi ampliado e aplicado aos produtos de consumo. Neste período não havia muita diferenciação nos fatores avaliados na usabilidade de *software* e de outros produtos. Porém ao longo do tempo, percebeu-se, que diferente das interfaces, nos produtos os aspectos subjetivos da usabilidade são tão importantes quanto o seu desempenho.

Define-se então usabilidade como um atributo qualitativo, que indica a facilidade ou dificuldade de uma interface para os usuários. Os problemas quanto à usabilidade podem trazer consequências para a interação e devem ser estudados a fim de evitá-los em projetos de interface (CYBIS, 2010; NIELSEN, 2005).

A usabilidade está ligada diretamente à interface dos dispositivos e a forma de interação. Para Cañas e Waerns (2001), ao se falar em interface deve-se incluir o meio pelo qual o artefato apresenta a informação à pessoa e o meio pelo qual a pessoa insere informação no artefato. Assim, para o usuário, a interface é o meio em que se opera a interação, que

permite estabelecer um contato físico, perceptivo e conceitual entre a pessoa e o artefato tecnológico.

A ISO/IEC 9126-1(2001) identifica a usabilidade como sendo um dos seis atributos de qualidade de *software* diferentes. O padrão ISO 9251-11(1998), define usabilidade como eficiência, eficácia e satisfação dos usuários nos seus objetivos na interface. Há também uma diretiva 90/270/CEE do Conselho da União Européia (1990) que trata sobre requisitos mínimos de segurança e saúde para o trabalho de computadores (SEFFAH *et al*, 2006; BEVAN, 2008).

Quando se trata de avaliação, deve-se ressaltar que esta faz parte do processo de desse envolvimento da interface. O principal objetivo das avaliações, são coletar informações sobre a experiência do usuário ou potenciais experiências ao interagirem com um protótipo, um sistema de computador, uma aplicação ou um artefato, como um esboço de alguma tela. Pode ter seu foco tanto na usabilidade do sistema (se é fácil de utilizar) como a experiência do usuário na utilização do sistema (satisfação e motivação em utilizá-lo) (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Os dispositivos móveis são equipamentos tecnológicos (computadores de bolso) que permitem seu uso em qualquer local. Nestes incluem-se *smartphones*, *tablets*, *notebooks* entre outros. Estes equipamentos permitem ligações, envio de mensagens, uso da internet, GPS, câmera entre muitas outras funcionalidades sem fio.

Já o método é um conjunto de atividades organizadas e ordenadas de forma sistemática e lógica com intuito de auxiliar o alcance dos objetivos desde que os caminhos ordenados sejam seguidos corretamente (LAKATOS, 1983). Assim, os métodos de usabilidade possuem o objetivo de apresentar processos sistematizados para avaliar a usabilidade de interfaces e dispositivos específicos.

Os testes de usabilidade (nos quais se utilizam os métodos de usabilidade) são uma forma de analisar a usabilidade de um produto desenvolvido. Geralmente o objetivo do teste é encontrar problemas para possíveis correções antes do produto ser comercializado. (LEE *et al.*, 2004).

A avaliação heurística é um método específico de inspeção, criado por Jacob Nielsen e Molich (1994), sendo um dos métodos mais utilizados para encontrar problemas de interface. Esta é uma avaliação sistemática que pode ser aplicada por meio de uma lista de critérios (chamadas de heurísticas) que devem ser observados na interface, suas características boas e

ruins, a fim de perceber futuros problemas – ruídos – que podem causar desconforto ao usuário, e possam resolvidos previamente.

O teste de usabilidade (tanto em laboratório como em ambiente real de uso) tem seu foco na avaliação da qualidade das interações que se estabelecem entre o usuário e o sistema. O objetivo é constatar os possíveis problemas e medir seu impacto negativo sobre a interação (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010).

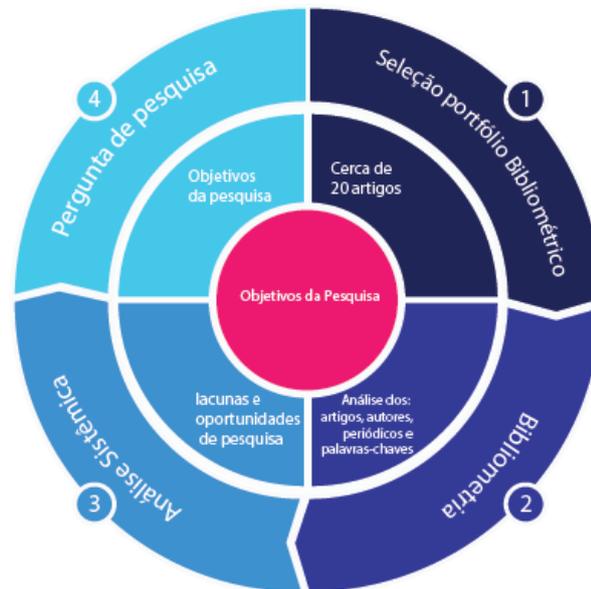
A partir dos conceitos apresentados no presente tópico, é possível compreender as relações entre usabilidade, os métodos de avaliação e sua importância no desenvolvimento dos dispositivos móveis. Dessa forma, apresenta-se a seguir os procedimentos metodológicos utilizados para o levantamento das bibliografias.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como referência, utilizou-se como base para a revisão sistemática, a ferramenta de processo de desenvolvimento de conhecimento ProKnow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*). O Proknow-C tem como objetivo auxiliar o processo de mapeamento do conhecimento, segundo as delimitações, percepções do tema e motivações do pesquisador (CHAVES *et.al*, 2012; SARTORI *et al.*, 2014; ENSSLIN *et al.*, 2015).

Segundo os autores Chaves *et.al* (2012) e Marafon *et al.* (2015), este método possui quatro macro-etapas (como apresentado na Figura 1), sendo que a presente pesquisa apresenta apenas três macro-etapas: (1) de seleção do portfólio bibliográfico, (2) análise bibliométrica e (3) análise sistêmica. A etapa (4) pergunta de pesquisa, não é apresentada no presente estudo, porém outros pesquisadores podem se basear nos dados apresentados, e realizá-la de acordo com a definição de pergunta e objetivos da pesquisa, podendo se diferir de acordo com o foco do pesquisador.

Figura 1 - Etapas ProKnow-C.



Fonte: Adaptado de CHAVES et.al, 2012.

3.1 Seleção portfólio bibliográfico

Nesta etapa, realizam-se as buscas nas bases de dados previamente selecionadas, e a triagem dos artigos (por critérios de alinhamento com o determinado assunto da pesquisa). Nesta fase utilizou-se o *software* Mendley (*software* de suporte ao gerenciamento de referências) para auxiliar na gestão de seleção do portfólio bibliográfico. Assim, tem-se como resultado desta etapa o portfólio de artigos (PB).

O portfólio de artigos consiste em um conjunto de publicações com reconhecimento científico, alinhados a pesquisa realizada. Para a seleção deste portfólio sobre o tema de pesquisa, são necessárias três fases principais:

(a) *Seleção dos artigos*

A seleção é dividida em três etapas: (I) definição da sentença de busca, (II) a seleção das bases de dados, (III) busca dos artigos nas bases. Os artigos não disponíveis de forma completa nas bases de dados, foram solicitados diretamente aos autores por e-mail.

(I) *Definição da sentença de busca*

A definição da sentença de busca, se deu em dois momentos. O primeiro momento utilizou-se palavras-chave a partir do conhecimento do pesquisador, com o intuito de encontrar artigos alinhados ao tema. Após esta primeira seleção, criou-se uma sentença de busca na qual, pesquisas foram realizadas nas bases de dados. Em um segundo momento,

foram selecionados alguns artigos com o tema de pesquisa e analisado suas palavras-chave, e estas inclusas a sentença de busca. Esse procedimento repetiu-se até o alinhamento dos artigos com o tema. Assim, a sentença de busca que foi utilizada nas bases de dados é apresentada a seguir:

- ("Usability evaluation test*" or "Usability Evaluation" or "Usability test*" or "usability laboratory test*") and (smartphone or "mobile device" or tablet).

(II) Seleção das bases de dados

Foram utilizadas as bases de dados disponibilizadas pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹, realizando duas buscas por área de conhecimento. Primeiramente em grande área “Engenharias” e subárea “Engenharia de produção, Higiene e segurança do trabalho”, e também pela grande área de “Ciências sociais e aplicadas” e subárea de “Desenho industrial”. Com as duas buscas e eliminação das bases de dados repetidas, obteve-se 35 fontes de informação online. Foram selecionadas as fontes que apresentaram em seu resultado no mínimo uma pesquisa. Ressalta-se que a presente pesquisa não se utilizou apenas de bases de dados, mas também editoras (como EBSCO, Emerald), assim como outras fontes de pesquisa diretamente com os autores (*Research gate*) entre outras fontes (*Author Mapper*) Assim, obteve-se 17 fontes selecionadas, apresentadas a seguir.

- Bases de dados selecionadas: *Science Direct, Gale one File, Oxford Journal, Sage Journal, Scielo, Ebsco, Springer, Wiley, Scopus, ProQuest, Web of Science, Emerald, Engeneering Village, iEEExplorer, Ovid, Author Mapper e Research Gate.*

(III) Busca dos artigos nas bases

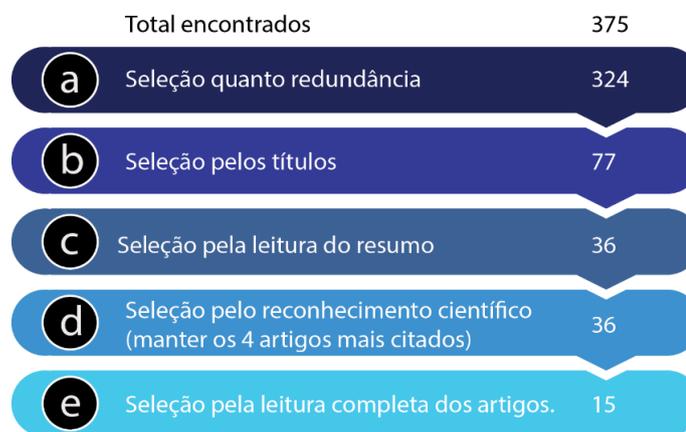
Com a sentença de busca, foram levantados nas fontes selecionadas artigos para o estado da arte. As bases as quais possuíam Tesouros, foram observadas e inclusas na sentença de busca. Algumas adaptações na sentença foram realizadas quando necessário para se obter resultados consistentes, considerando que cada base possui um sistema de busca e configurações características. Em suma, foram encontrados 375 artigos, nas 17 bases de dados selecionadas.

¹ http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca&mn=70&smn=78&base=find-db-1&type=b&Itemid=121

(b) Filtragem dos artigos

Em continuidade a revisão sistemática, realizou-se a filtragem dos artigos. Esta é subdividida em cinco etapas: (a) seleção quanto redundância (eliminação dos artigos repetidos), (b) seleção pelos títulos alinhados a pesquisa, (c) seleção pela leitura do resumo, (d) seleção pelo reconhecimento científico (e) seleção pela leitura completa dos artigos. As etapas descritas e a quantidade de artigos estão apresentadas na Figura 2 a seguir:

Figura 2 - Filtragem de artigos



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

(c) Teste de representatividade

O teste de representatividade é realizado por meio da quantidade de citações de cada referência bibliográfica, presentes nos artigos selecionados. Em vista disso, são analisados o reconhecimento científico das referências, observadas por meio do Google Acadêmico, e hierarquizados de acordo com a quantidade de citações (livros e outros documentos foram eliminados mantendo apenas artigos). Os artigos mais citados são avaliados pela leitura do título, resumo e texto completo, e quando alinhados a pesquisa são adicionados ao portfólio de artigos.

O teste de representatividade apresentou que os 272 artigos contidos nas referências, possuíam um total de 48430 citações, sendo que os 20 artigos mais pontuados no *ranking* de citações representam 52,02% de todas as citações (25195 citações), enquanto os outros 252 artigos possuíam 47,98%. Dessa forma, os 20 artigos mais citados foram analisados pela

leitura de títulos, resumo, leitura completa, e posteriormente a esta análise, os artigos mais alinhados a presente pesquisa foram incorporados ao portfólio de artigos. Os três artigos com alta representatividade e grande proximidade a pesquisa (números 3, 4 e 11 destacados na Tabela 1) foram adicionados ao PB.

Tabela 1 - Artigos selecionados e representatividade

Nº	Artigos	Nº Citações	Representatividade
1	Dey, A. K., Salber, D., & Abowd, G. D. (2001). A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. <i>Human-Computer Interaction</i> , 16, 97-166.	2997	6,19%
2	Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S. (1984). Attractive quality and must-be quality. <i>The Journal of the Japanese Society for Quality Control</i> , 14, 39-48.	2674	11,71%
3	Nielsen, J. (1994). Heuristics evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), Usability inspection methods (pp. 25-62). New York: Wiley.	2482	16,83%
4	Nielsen, J. and Molich, R. Heuristic evaluation of user interfaces Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, (1990), 249-256.	2264	21,51%
5	Gould, J.D., Lewis, C.: Designing for usability key principles and what designers think. <i>Commun. ACM</i> 28(3), 300-311 (1985)	1727	25,08%
6	5. Lipton RB, Stewart WF, Diamond S, Diamond ML, Reed M. Prevalence and burden of migraine in the United States: Data from the American Migraine Study II. <i>Headache</i> 2001;41:646-657.	1667	28,52%
7	11. Stewart M, Brown JB, Donner A, McWhinney IR, Oates J, Weston WW, Jordan J. The impact of patient-centered care on outcomes. <i>J Fam Pract</i> 2000;49:796-804.	1491	31,60%
8	Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In E. Soloway, D. Frye, & S. B. Sheppard (Eds.), <i>Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems</i> (pp. 213-218). New York: ACM Press.	1241	34,16%
9	Stovner LJ, Hagen K, Jensen R, Katsarava Z, Lipton R, Scher A, Steiner T, Zwart JA. The global burden of headache: A documentation of prevalence and disability worldwide. <i>Cephalalgia</i> 2007;27:193-210.	1118	36,47%
10	Garzotto, F., Mainetti, L., & Paolini, P. (1993). HDM—A model based approach to hypermedia application design. <i>ACM Transactions on Information Systems</i> , 11(1), 1-26.	969	38,47%
11	Nielsen, J., “Ten Usability Heuristics,” useit.com: usable information technology hm://www.useit.com/uapers	951	40,43%
12	Ivory, M.Y., Hearst, M.A.: The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. <i>ACM Computer Survey</i> 33, 470-516 (2001)	796	42,08%
13	Virzi, R.A.: Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough?. <i>Hum. Factors J. Hum. Factors Ergonomics Soc.</i> 34(4), 457-468 (1992)	715	43,55%
14	Jeffries, R., Miller, J.R., Wharton, C., and Uyeda, K. User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. <i>Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems</i> , (1991), 119-124.	708	45,01%

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 1, p. 42 - 70, 2020.

15	14. Molich R, Nielsen J. Improving a human-computer dialogue. <i>Commun ACM</i> 1990;33:338–348.	690	46,44%
16	16. Ware JE, Kosinski M, Turner-Bowker DM, Gandek B. How to score version 2 of the SF-12 health survey. Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated, 2002.	627	47,73%
17	MacKenzie, I. and Soukoreff, R. 2002. “Text entry for mobile computing: Models and methods, theory and practice,” <i>Human-Computer Interaction</i> (17:2), pp 147-198.	594	48,96%
18	Cheng, B.H.C, Atlee, J.M.: Research Directions in Requirements Engineering. Paper presented at the 2007 Future of Software Engineering (2007)	530	50,05%
19	Varshney, U., & Vetter, R. (2002). Mobile commerce: Framework, applications and networking support. <i>Mobile Networks and Applications</i> , 7, 185–198.	493	51,07%
20	Frokjaer, E., Hertzum, M.,&Hornbaek, K. (2000). Measuring usability: Are effectiveness,efficiency, and satisfaction really correlated? <i>Proceedings of the ACM CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems</i> , April 1–6, The Hague, Netherlands,345–352.	461	52,02%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Após a inclusão das pesquisas representativas ao portfólio de artigos, conclui-se a Etapa 1 (de levantamento bibliográfico), que possui como objetivo selecionar o portfólio de artigos para a posterior análise. Dessa forma, têm-se como resultado da primeira etapa, a listagem com 18 artigos (apresentado no Quadro 1), que compõem o portfólio de artigos do presente estudo.

Quadro 1- Portfólio Bibliográfico (PB)

Nº	ARTIGOS PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO
01	ALSHEHRI, Fayez; FREEMAN, Mark. Methods for usability evaluations of mobile devices. 2012.
02	BENATAR, Darrell. Method and apparatus for usability testing of a mobile device . U.S. Patent Application 13/404,828, 24 fev. 2012.
03	DE LIMA SALGADO, André; FREIRE, André Pimenta. Heuristic evaluation of mobile usability: A mapping study. In: Human-Computer Interaction. Applications and Services . Springer International Publishing, 2014. p. 178-188.
04	DUH, Henry Been-Lirn; TAN, Gerald CB; CHEN, Vivian Hsueh-hua. Usability evaluation for mobile device: a comparison of laboratory and field tests. In: Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services . ACM, 2006. p. 181-186.
05	ERASLAN, Ergun. A Multi-criteria Usability Assessment of Similar Types of Touch Screen Mobile Phones. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis , v. 20, n. 3-4, p. 185-195, 2013.
06	HAMANO, Yuichiro; NISHIUCHI, Nobuyuki. Usability Evaluation of Text Input Methods for Smartphone among the Elderly. In: Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE), 2013 International Conference on . IEEE, 2013. p. 277-280.
07	JI, Yong Gu et al. A usability checklist for the usability evaluation of mobile phone user interface. International Journal of Human-Computer Interaction , v. 20, n. 3, p. 207-231, 2006.
08	JOYCE, Ger. Adaption of usability evaluation methods for native smartphone applications. In: Proceedings of the 16th international conference on Human-computer interaction with

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 1, p. 42 - 70, 2020.

	mobile devices & services . ACM, 2014. p. 409-410.
09	JOYCE, Ger; LILLEY, Mariana. Towards the Development of Usability Heuristics for Native Smartphone Mobile Applications. In: Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience . Springer International Publishing, 2014. p. 465-474.
10	KRONBAUER, Artur H.; SANTOS, Celso AS; VIEIRA, Vaninha. Smartphone applications usability evaluation: a hybrid model and its implementation. In: Human-Centered Software Engineering . Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 146-163.
11	LEE, Kwang Bok et al. Developing a new usability testing method for mobile devices. In: Professional Communication Conference, 2004. IPCC 2004. Proceedings. International . IEEE, 2004. p. 115-127.
12	MA, Xiaoxiao et al. Design and Implementation of a Toolkit for Usability Testing of Mobile Apps. Mobile Networks and Applications , v. 18, n. 1, p. 81-97, 2013.
13	MI, Na et al. A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design. Universal access in the information society , v. 13, n. 4, p. 351-365, 2014.
14	TURNER-BOWKER, Diane M. et al. Heuristic evaluation and usability testing of a computerized patient-reported outcomes survey for headache sufferers. Telemedicine and e-Health , v. 17, n. 1, p. 40-45, 2011.
15	ZHANG, Dongsong; ADIPAT, Boonlit. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. International Journal of Human-Computer Interaction , v. 18, n. 3, p. 293-308, 2005.
16	NIELSEN, Jakob; MOLICH, Rolf. Heuristic evaluation of user interfaces. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems . ACM, 1990. p. 249-256.
17	NIELSEN, Jakob. Usability inspection methods. In: Conference companion on Human factors in computing systems . ACM, 1994. p. 413-414.
18	NIELSEN, Jakob. Ten usability heuristics. 2005.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

3.2 Análise bibliométrica

Para Eiras *et al.* (2017), a bibliometria é uma técnica que muito utilizada por diversos pesquisadores com a finalidade de obter um melhor entendimento sobre a literatura de um determinado tema. A análise bibliométrica tem como objetivo evidenciar determinados parâmetros selecionados pelo autor, dentro do portfólio bibliográfico (PB), previamente selecionado (ENSSLIN *et al.*, 2015). Assim, na análise bibliométrica do presente estudo foram avaliados quatro aspectos: (a) autores, (b) citações, (c) periódicos e (d) ano de publicação. Para a realização desta etapa utilizou-se como ferramenta de apoio o *software* Microsoft Office Excel© (editor de planilhas). Primeiramente observou-se os autores que apresentavam maior número de artigos dentro do portfólio bibliográfico. Após foram observados o número de citações de cada artigo presente no portfólio, esta análise foi realizada por meio do Google acadêmico, com buscas pelo título do artigo, observando a sua quantidade de citações, assim foi possível se obter um ranking dos artigos mais citados dentro do PB.

Ainda sobre a bibliometria, observou-se as revistas científicas, congressos, eventos que mais apareciam dentro do PB. E por último fez-se uma análise acerca do ano de publicação, de forma a verificar quando se iniciaram as pesquisas da área, e quando teve maior representatividade científica, mais autores pesquisando sobre o assunto. Após todas as análises feitas, foram construídos gráficos e tabelas com os dados, afim de facilitar a compreensão do leitor, e tornar as informações mais fáceis de serem utilizadas.

3.3 Análise sistêmica

A análise sistêmica consiste na leitura completa dos artigos do PB, análise e confrontação entre as pesquisas pelas lentes do pesquisador. Para este estudo, aplicou-se duas lentes de análise do portfólio bibliográfico.

- Lente 1 - Métodos consolidados: Esta lente identifica pesquisas que aplicaram ferramentas consolidadas em dispositivos móveis e analisa a forma de condução das análises.
- Lente 2 - Novos métodos: Esta lente de análise observou artigos que apresentaram novos métodos de avaliação de usabilidade e perspectivas futuras de desenvolvimento de métodos.

Assim, a análise sistêmica proporciona um entendimento do cenário atual sobre as pesquisas, assim como a compreensão das relações entre os artigos acerca do tema central do presente estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados do presente estudo, apresentam-se: a análise bibliométrica e a análise sistêmica. A análise bibliométrica ilustra características relevantes sobre os artigos selecionados nas etapas anteriores, que formam o portfólio de artigos acerca do tema em questão. A análise sistêmica apresenta o detalhamento dos artigos pelas lentes do pesquisador.

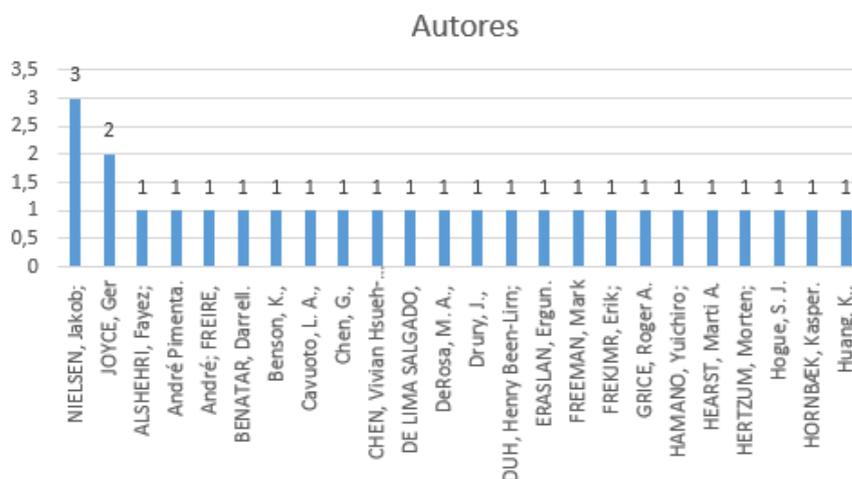
4.1 Análise bibliométrica

A bibliometria possui um papel fundamental na análise da produção científica, na qual por meio de indicadores ilustra o nível de desenvolvimento em uma área específica do conhecimento. Já a análise bibliométrica consiste na evidenciação quantitativa dos dados coletados na fase de seleção do portfólio bibliométrico (MACHADO, 2007; ENSSLIN *et al*, 2015).

Na análise bibliométrica os artigos selecionados, (PB), são analisados em detrimento dos autores que se repetem no portfólio, pesquisas que foram mais citadas até o presente momento, os periódicos mais relevantes para a presente pesquisa e o ano que apresentou maior número de pesquisas. Além disso, são analisados quanto ao número de vezes que o artigo foi citado por outros autores. E por fim, investiga-se os autores de cada artigo, identificando os autores que mais publicam na área em questão. Os parâmetros analisados nesta etapa são: (a) autores, (b) citações, (c) periódicos, (d) ano de publicação.

Quando se trata sobre a repetitividade de autores no presente portfólio de artigos (PB), dois autores se destacaram. Primeiro Jakob Nielsen com três publicações mais antigas, porém incorporadas a pesquisa pela sua representatividade na quantidade de citações e Joyce Ger com duas publicações que compõem o PB presente estudo.

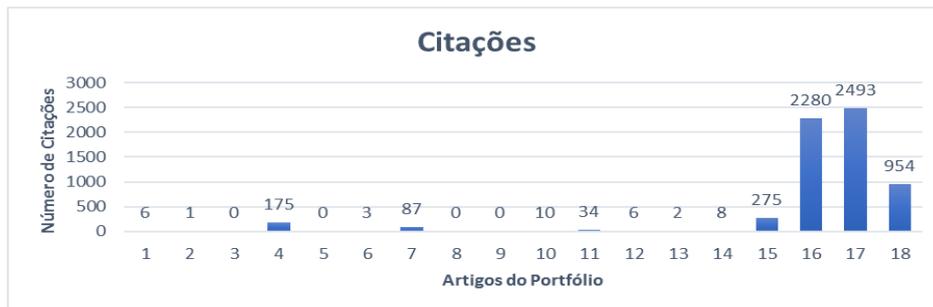
Gráfico 1 - (a) Autores



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Sobre o reconhecimento científico dos artigos que compõem o portfólio bibliográfico, identificou-se as pesquisas mais citadas (com 2493 e 2280 citações) possuem igualmente maior tempo de publicação (1990 e 1994 respectivamente) e por consequência são mais representativas as quantidades de citação. Os artigos “*Usability inspection methods*”; “*Heuristic evaluation of user interfaces*”; “*Ten usability heuristics*” e “*Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications*” por sua vez (publicados em 1994, 1990, 2005, 2005 respectivamente) são mais atuais e possuem número significativo de citações, tendo respectivamente 2493, 2280, 954 e 275 citações.

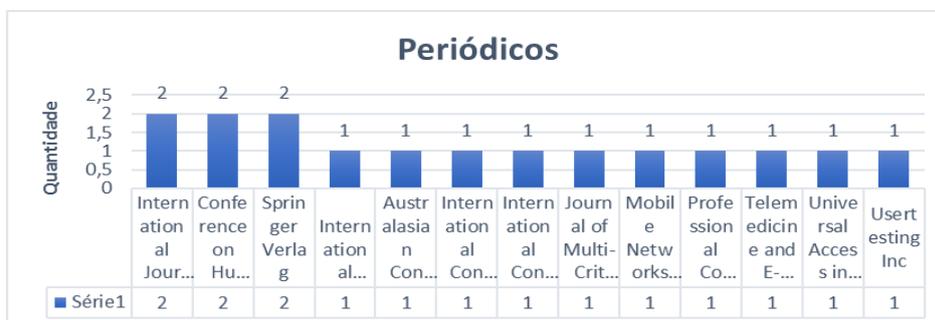
Gráfico 2 - Quantidade de citações



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Analisando o portfólio de artigos sob a perspectiva dos periódicos e congressos publicados, verifica-se que o “*International Journal of Human computer interaction*” se repete em dois artigos presentes no portfólio, assim como no “*Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*” e o “*Journal Springer Verlag*” também apresentaram duas repetições pela identificação dos periódicos. A partir destas observações, é possível acompanhar estes periódicos para verificação constante de atualizações sobre o tema.

Gráfico 3 – Periódicos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

E por fim, acerca do ano de publicação dos artigos do PB, observou-se a partir do ano de 1990 pesquisas ligadas a esta área começaram a ter destaque, e entre os anos de 2012 e 2014 obtiveram maior representatividade, como apresenta o Gráfico 4 a seguir:

Gráfico 4 -Quantidade de Publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Em síntese, e com base nos dados apresentados na etapa 2, de análise bibliométrica, verificou-se o perfil do PB, obteve-se artigos relevantes ligados ao tema, autores e periódicos representativos, assim como fatores temporais acerca do tema. A partir destes dados, é possível realizar pelo presente autor e por outros pesquisadores buscas futuras, permitindo o uso de forma direta do nome dos autores ou dos periódicos identificados.

4.2 Análise Sistêmica

A presente pesquisa possui como lente de análise do PB, os diferentes métodos de avaliação de interface, aplicados a dispositivos móveis e quais estratégias adotadas pelos avaliadores para solucionar problemas existentes neste determinado tipo de interface. As lentes 1 e 2: lente 1 (métodos consolidados aplicados a dispositivos móveis) e lente 2 (novos métodos desenvolvidos) estão apresentadas a seguir.

4.2.1 Lente 1: Métodos consolidados

O presente tópico retrata as pesquisas listadas no portfólio bibliográfico, nas quais aplicam métodos consolidados para dispositivos fixos, em dispositivos móveis. Uma destas pesquisas é a de Hamano e Nishiuchi, (2013), os autores investigaram a inserção de dados (teclado sensíveis ao toque) em *smartphones* para o público idoso. A pesquisa realizada no Japão apresenta os 4 tipos diferentes de teclados para estes dispositivos, os teclados “QWERT” que possuem a organização igual aos de computadores de mesa, o tipo “*Mobile*”, “*Flick Type*” e o “*Flowers touch*” (HAMANO; NISHIUCHI, 2013).

Os autores analisam o tempo de tarefa sob a perspectivas dos usuários que utilizam ou não utilizam computadores diariamente. Os resultados apresentaram-se aproximados, tanto para o público que fazia uso de computadores, quanto ao que estava habituado somente aos *smartphones*. Este resultado se deve a ambos os hábitos utilizarem o teclado QWERT para a inserção de dados.

Da mesma forma, os resultados dos testes no teclado *Mobile*, obtiveram os menores tempos por usuários que estão mais habituados a *smartphones*, por sua familiaridade com este tipo de teclado. Já para a análise de erros na realização da tarefa, os teclados “*Flick type*” e “*Flowers touch*” obtiveram menor número de erros. Este resultado, segundo os autores, se deve ao tipo de entrada de dados, em que todos os caracteres estão apresentados e podem ser selecionados usando apenas um toque (HAMANO; NISHIUCHI, 2013).

Deve-se destacar a grande discussão feita por muitos autores sobre a avaliação de dispositivos móveis, quanto a interferência do contexto de uso, (MOSQUEIRA-REY; ALONSO-RÍOS; MORET-BONILLO, 2009; FROEHLICH *et al.*, 2007; MESCHTSCHERJAKOV; REITBERGER; TSCHELIGI, 2014), fatores como luminosidade, movimento, deslocamento simultâneo, entre outros fatores podem afetar diretamente o uso do

teclado. Assim, ressalta-se que o estudo de Hamano e Nishiuchi, (2013) não consideraram nenhum destes elementos na análise.

Turner-Bowker *et al.*, 2011, analisam quanto ao entendimento e entrada de dados pelo teclado virtual em *tablets*. Os autores, desenvolveram um aplicativo voltado para *tablets*, com o objetivo de auxiliar pessoas com problemas crônicos de dor de cabeça e enxaquecas. O aplicativo verifica o grau da enfermidade e auxilia no monitoramento do problema de saúde. Assim, a pesquisa realiza testes de usabilidade em laboratório; também a aplicação de análise heurística, com intuito de analisar se este aplicativo é de fácil entendimento aos participantes. O aplicativo possui um modo de treinamento que poderia ser acessado aos usuários, que foi utilizado por muitos dos participantes que ressaltaram ser muito útil.

Já o estudo de Alshehri e Freeman (2012) apresenta um apanhado sobre os métodos atuais de usabilidade. Como as tecnologias estão se tornando mais interativas, em uma grande variedade de contextos e tarefas que se pode realizar, o autor reforça que é de grande importância para os pesquisadores investigarem estes componentes. Ter o conhecimento do contexto de uso destes produtos pode contribuir para melhorias na usabilidade. Assim, o estudo apresenta algumas comparações entre os testes de dispositivos fixos e móveis. Para Alshehri e Freeman (2012) uma das maiores lacunas nos estudos em geral sobre usabilidade dos dispositivos móveis, é com relação ao melhor entendimento do uso do contexto. Acredita-se que este entendimento pode contribuir para melhorias na usabilidade de dispositivos móveis, e que há uma falta de reflexão sobre as metodologias a serem utilizadas no processo de avaliação. Também afirma que os poucos estudos com foco em Interação Humano-computador para dispositivos móveis (mHCI) indicam uma tendência a ajustes do ambiente para o processo de avaliação da interface, ou seja, testes realizados no cenário natural do que em cenários artificiais e em laboratório.

O estudo realizado por Alshehri e Freeman (2012) é de grande importância para pesquisas futuras que envolvem usabilidade de dispositivos móveis, pois os autores abordam outros fatores envolvidos na aplicação de testes nestes dispositivos como: custos associados a coleta de dados, a presença do avaliador e a mudança no fenômeno a ser avaliado; incapacidade de controlar as variáveis experimentais entre outros.

De forma geral, as pesquisas avaliadas pela lente 1 apresentaram em sua grande maioria testes de usabilidade em laboratório e aplicação das heurísticas de Nielsen e Molich (1993) na avaliação de dispositivos móveis.

4.2.2 Lente 2: Novos métodos

A segunda lente observada na leitura dos artigos, se refere aos novos métodos de avaliação com foco em dispositivos móveis. É importante ressaltar, que muitas pesquisas se baseiam em métodos já existentes para desenvolver métodos mais atuais. Dessa forma, os novos métodos pontuados em muitos artigos do PB foram organizados primeiramente quanto a suas bases técnicas. Algumas pesquisas basearam-se em heurísticas ao desenvolver novos métodos, outras realizaram testes de usabilidade com questionários e entrevistas semiestruturadas entre outros.

A pesquisa de Nielsen e Molich, (1990) mesmo sendo uma pesquisa antiga, foi incorporada ao portfólio por se tratar de um artigo representativo (grande número de citações), e também por ser uma pesquisa base para diversas outras mencionadas no presente portfólio. Os autores criam um *checklist* que orienta para a verificação de problemas de usabilidade. Primeiramente, os autores delinearão um *checklist* com 9 itens apresentados na pesquisa de Nielsen, e Molich, (1990) e posteriormente, Nielsen (2005) apresentou uma nova pesquisa com as heurísticas aprimoradas e com o acréscimo da décima heurística.

O portfólio também possui outra pesquisa do mesmo autor (Nielsen, 1994) mais recente, que apresenta os diferentes tipos de análises de usabilidade para dispositivos *desktop*, bem como a análise heurística que ele define como, uma análise informal que envolve especialistas, com intuito de verificar princípios previamente pontuados. O autor também aborda sobre métodos como: percurso cognitivo; inspeções formais de usabilidade; orientações pluralísticas, inspeção de funcionalidade; inspeção de consistência e inspeção de padrões.

As pesquisas de Nielsen (1994); Nielsen, e Molich, (1990) e Nielsen (2005) são relevantes aos pesquisadores da área, por discutirem as heurísticas no seu processo de desenvolvimento. Este método utilizado até hoje por muitos especialistas, e é referência para o desenvolvimento de novas metodologias da área, pode dar subsídio e compreensão para pesquisas futuras.

Sob ótica semelhante ao presente estudo, De Lima Salgado e Freire (2014), realizaram um levantamento acerca das pesquisas que utilizaram heurísticas para a análise de dispositivos móveis. Os autores avaliaram dezenove estudos e observaram vinte e nove heurísticas distintas nas pesquisas. Das pesquisas analisadas, treze aplicam heurísticas de

Nielsen (2005), uma das mais populares para esta aplicação, e outras seis pesquisas aplicam outras heurísticas distintas. Algumas heurísticas listadas pelo autor, podem ser destacadas como: Fornecer constante e adequado *feedback*; interações físicas e ergonômicas; manter o modelo de navegação simples (DE LIMA SALGADO; FREIRE, 2014).

A pesquisa apresentada por De Lima Salgado e Freire (2014) é uma importante fonte de informações para o desenvolvimento e aplicação de heurísticas em dispositivos móveis, pois o autor apresenta uma listagem com todas as diferentes heurísticas encontradas na literatura. Este apanhado de orientações de diversas pesquisas pode corroborar com aspectos de estudos de outros autores, com foco na mesma área.

Em outra pesquisa, de Ji *et al.* (2006) os autores desenvolveram um *checklist* com intuito de verificar a insatisfação dos usuários nas interfaces móveis. Dessa forma, criou-se vinte e um princípios, baseados em heurísticas, para a aplicação no desenvolvimento de interface de dispositivos móveis. Os autores realizaram testes tradicionais de laboratório e testes utilizando as novas heurísticas desenvolvidas, e ambos resultados foram comparados. Assim, os resultados demonstraram que o *checklist* encontrou um número maior de problemas de usabilidade, do que o teste tradicional em laboratório. Porém, este novo método proposto falhou em encontrar alguns problemas específicos, relacionados ao uso do dispositivo. Outros problemas, como de ícones de alerta ou consistência dos marcadores, só foram pontuados por meio do *checklist* e não identificados pelo teste de usabilidade. O *checklist* desenvolvido por Ji *et al.* (2006) possui vinte e uma heurísticas, está dividido em quatro grupos: suporte a cognição; suporte e informação; suporte e interação; suporte de performance. As heurísticas pontuam muitos requisitos ligados a atalhos, personalização da interface e fácil aprendizado para usá-lo.

Com maior representatividade com dois artigos selecionados no PB, Joyce (2014), se apresenta como um autor representativo para a área do presente estudo. Os dois artigos são uma sequência da mesma pesquisa, na qual desenvolveu-se treze heurísticas para a análise de dispositivos móveis. O primeiro artigo (JOYCE, 2014) expõe o cenário no qual a pesquisa será desenvolvida e uma apresentação dos levantamentos realizados. Já no segundo artigo (JOYCE; LILLEY, 2014), é apresentado os resultados da pesquisa, assim como as heurísticas obtidas. A partir de pesquisas e levantamento de literatura, treze heurísticas foram desenvolvidas e chamadas de “SMARTS” (*Smartphone, Mobile Application Heuristics* para o português, heurísticas para aplicação em dispositivos móveis e *smatphones*). Algumas

SMARTS que podem ser destacadas como: “interfaces intuitivas tornam-se mais fáceis a jornada do usuário - interfaces móveis devem ser fáceis de aprender, de forma que os próximos passos são óbvios. Isto permite que os usuários possam concluir mais facilmente suas tarefas” (JOYCE; LILLEY, 2014).

As *smarts* são orientações construídas com base nos problemas observados em literatura, analisados pelos autores. Dessa forma, estas heurísticas podem contribuir com futuros estudos de modo a apresentar orientações para os dispositivos móveis de uma perspectiva diferente de outras pesquisas, com foco na literatura.

Os autores Lee e Grice (2004) desenvolveram um novo método para verificar usabilidade, também com base em heurísticas. Para a construção destas novas heurísticas, considerou-se fatores como: as interações dos usuários; as expectativas; satisfações do usuário; características dos dispositivos como: portabilidade, usabilidade, fatores computacionais sociais; restrições de *hardware* entre outros fatores dos dispositivos móveis. Esta técnica combina três métodos tradicionais de usabilidade já muito conhecidos, inicialmente questionários, realização de tarefas em cenários reais, e a aplicação de novas heurísticas voltadas para as características de dispositivos móveis.

A pesquisa de Mi *et al.* (2014) apresenta um *checklist*, inspirado nas heurísticas tradicionais, com intuito de avaliar *smartphones* acessíveis a pessoas cegas ou com baixa visão. Com base na literatura, testes de usabilidade e aplicações de design participativo, foram desenvolvidos 44 critérios organizados em 6 categorias diferentes (controles mecânicos, tela, operação geral e fala, *feedback* sonoro, *feedback* tátil e outros) para verificar dispositivos para este público. Pode-se destacar algumas heurísticas relevantes como: “Bordas de fácil identificação que auxiliem a localizar os botões; marcadores táteis para na superfície do celular para *feedback* primário”; “Discagem e entrada de texto por voz; *Status* do Sistema poder ser determinado pela ativação de voz”.

As pesquisas de Ji *et al.* (2006), Joyce e Lilley, (2014) Lee e Grice (2004) e Mi *et al.* (2014) se concentram no desenvolvimento de novas heurísticas para a avaliação de dispositivos móveis sob perspectivas diferentes. Ji *et al.* (2006) possui foco em questões de personalização, aprendizado e suportes a performance dos dispositivos. Já a pesquisa de Joyce e Lilley, (2014) tem o diferencial na forma de construção das heurísticas, de acordo com o tipo de levantamento das problemáticas, feito por meio da literatura e pesquisas já publicadas sobre o assunto. Enquanto Mi *et al.* (2014) tem seu foco na acessibilidade dos dispositivos,

como controles por fala e *feedbacks* sonoros e táteis; e Lee e Grice (2004) exploram fatores ligados a experiência como expectativas, satisfação e fatores computacionais sociais.

Outras pesquisas utilizaram como base para o desenvolvimento de ferramentas de avaliação com foco em dispositivos móveis, métodos como o teste de usabilidade, realizado em laboratório. Na pesquisa de Duh, *et al.* (2006) os autores realizaram uma análise das diferenças entre testes de usabilidade de *mobiles* em laboratório (realizados no centro de ergonomia e fatores humanos (CHFE) em Singapura) e no ambiente real de uso dos dispositivos (realizado no metrô também em um Singapura). Compararam os resultados dos dois ambientes, sendo que se verificou um maior número de evidências no teste realizado no metrô em comparação com o realizado no laboratório. O autor ressalta também mudanças no comportamento dos participantes. Os que realizaram o teste no metrô, acabaram levando mais tempo para realizar a tarefa e isso refletiu negativamente em seu comportamento, se mostraram muito mais frustrados e irritados com os erros no ambiente real do que no ambiente controlado. Os resultados apresentaram-se mais significativos no teste do ambiente real em comparação com o de laboratório.

Os dados e conclusões apresentados pelos autores Duh, *et al.* (2006) são de grande importância para a comunidade científica que trata dos testes de dispositivos móveis, pois reforçam a importância dos testes no ambiente real, seus reflexos nos resultados da análise e no comportamento do usuário.

Além das heurísticas e dos testes de usabilidade, outra base para o desenvolvimento de novas metodologias voltadas para avaliação de dispositivos móveis, são os testes automatizados. Este tipo de teste, busca realizar, várias etapas da análise de forma automática, facilitando as análises para o especialista. Na pesquisa de Kronbauer *et al.* (2012) os autores criaram um aplicativo para analisar a interface de dispositivos móveis. Este utiliza uma biblioteca de métricas como referência para análise, sendo possível alterar a biblioteca para análises e situações específicas.

Outra pesquisa que apresenta uma ferramenta desenvolvida para a análise automática de interface em dispositivos móveis é a desenvolvida por Ma, *et al.* (2013). Os autores, baseados nos testes realizados em laboratório, criaram uma ferramenta chamada de “*logging toolkit*” (para o português conjunto de ferramentas para registro de atividades) que captura automaticamente detalhes da tela, em diversos eventos durante a interação com o usuário, e as salva em um servidor central, que poderá ser acessado posteriormente pelo avaliador.

Também foram realizados testes comparativos entre a ferramenta desenvolvida e testes de usabilidade tradicionais. Nesta comparação, a ferramenta identificou quase o mesmo número de problemas, não identificando apenas cinco problemas estéticos, que os testes de usabilidade pontuaram. Em contrapartida, foi mais eficiente em verificar problemas críticos ao uso da interface. Na comparação, foi possível constatar alguns problemas como movimentos rápidos, verificados pela ferramenta, e não identificados pelo teste de usabilidade em laboratório.

As pesquisas de Kronbauer *et al.* (2012) e Ma, *et al.* (2013) apresentam novas metodologias para teste de usabilidade de dispositivos móveis de forma automática, por meio de sistemas computadorizados que realizam a captura de dados pelos sensores ou de informações da tela, que podem apresentar indícios da interação com a interface. Este tipo de teste tem seus benefícios pela praticidade e o número maior de amostra que se consegue obter, porém confronta com outros aspectos éticos da privacidade do usuário e outros fatores subjetivos da interação que são difíceis de mensurar de forma automática.

Em como último artigo presente no PB, Zhang e Adipad (2005) desenvolveram um *framework* com base na literatura, para orientar a condução de testes de usabilidade em dispositivos móveis. O *framework* utiliza atributos de usabilidade, outras ferramentas para avaliação de dispositivos móveis e dados coletados em testes de usabilidade realizados com dispositivos móveis. A pesquisa então contribui com os avaliadores e desenvolvedores de interface, de forma a criar um guia para a aplicação de testes específicos em dispositivos móveis.

Como resultado do estado da arte da presente pesquisa, tem-se o mapeamento das pesquisas acerca dos métodos de usabilidade aplicados em dispositivos móveis. Este mapeamento apresentou os autores que se destacam sobre o assunto, as revistas mais publicadas, assim como os assuntos e objetivos tratados nos artigos do PB. O Quadro 2, apresentado a seguir, criado pelo autor do presente estudo, busca retratar este mapeamento de forma visual.

Quadro 2 - Mapeamento das pesquisas

Autor	Objetivo do estudo	Método
Hamano e Nishiuchi, (2013)	Análise sobre a usabilidade dos teclados em comparação entre diferentes tipos de teclado e usuário experientes ou não experientes em dispositivos móveis, com foco no público idoso.	Testes em laboratório
Turner-Bowker (et al., 2011),	Análise da entrada de dados em um aplicativo de <i>tablets</i> .	Testes em laboratório; Heurísticas
Alshehri e Freeman (2012)	Realiza comparações entre testes de laboratório e no ambiente real de uso dos dispositivos.	Testes em laboratório em ambiente real;
Nielsen e Molich, (1990)	Desenvolvimentos das heurísticas tradicionais	Heurísticas
Nielsen (1994)	Aprimoramento das heurísticas tradicionais	Heurísticas
De Lima Salgado e Freire (2014)	O estudo avalia pesquisas que utilizam as heurísticas na análise de dispositivos móveis	Heurísticas
Ji et al. (2006)	Desenvolvimento de <i>checklist</i> com foco na insatisfação do uso em dispositivos móveis	Testes em laboratório e aplicação de Heurísticas
(JOYCE, 2014)	Levantamento em literatura acerca das pesquisas que envolvem heurísticas	Heurísticas
JOYCE e LILLEY, 2014	Apresenta o desenvolvimento de treze heurísticas para dispositivos móveis	Heurísticas
Lee e Grice (2004)	Desenvolve um método misto com aplicação de questionários, teste em ambiente real e novas heurísticas desenvolvidas pelos autores	Questionários; Teste de usabilidade em ambiente real; heurísticas
Mi et al. (2014)	Desenvolvimento de heurísticas voltadas para o desenvolvimento de dispositivos móveis acessíveis a pessoas cegas ou com baixa visão	heurísticas
Duh, et al. (2006)	Análise comparativa entre teste de usabilidade em laboratório e em ambiente real de uso.	Teste de usabilidade em ambiente real
Kronbauer et al. (2012)	Ferramenta automática que captura dados da interação	Automática
MA, et al. (2013)	Ferramenta que captura automaticamente a tela durante a interação	Automática
Zhang e Adipad (2005)	Orientações sobre a condução de testes de usabilidade em dispositivos móveis	Testes de usabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Por meio do Quadro 2, pode-se perceber que a grande maioria das pesquisas que buscam desenvolver novas ferramentas da área, utilizam como base as os testes com heurísticas. No PB as pesquisas de Turner-Bowker (*et al.*, 2011), De Lima Salgado e Freire (2014), Ji *et al.* (2006) Mi *et al.* (2014), Lee e Grice (2004), Joyce (2014), Joyce e Lilley, 2014, Nielsen e Molich, (1990) e Nielsen (2005) se utilizaram de heurísticas para as análises dos dispositivos.

Este tipo de método é conhecido por ser mais acessível e prático de ser realizado, precisando apenas de especialistas de usabilidade. Por outro lado, este não verifica os problemas de usabilidade em sua totalidade.

Segundo o próprio autor das heurísticas, Nielsen, a eficiência deste tipo de avaliação depende muito do especialista em questão (do avaliador). A princípio a avaliação pode ser realizada por apenas um avaliador, mas sabe-se que interfaces avaliadas apenas por um avaliador, encontram em média 35% dos erros da interface. Como cada avaliador tende a encontrar problemas diferentes de acordo com sua experiência e expertise, é indicado para obter resultados mais construtivos o uso de 3 a 5 avaliadores a fim de se encontrar cerca de 2/3 dos problemas existentes na interface (NIELSEN, 1993).

Em resumo, pode-se concluir que a grande maioria das pesquisas que desenvolvem novos métodos de usabilidade voltados para os dispositivos móveis, atualmente são baseadas em heurísticas para a avaliação. Um dos aspectos positivos da presente pesquisa são as diferentes heurísticas pontuadas pelos pesquisadores. Estas heurísticas, podem ser encaradas como indícios de problemas percebidos nas diferentes pesquisas no uso de dispositivos móveis. Em vista disso, estes indícios podem orientar e subsidiar futuras investigações.

Com relação a aplicabilidade dos métodos em dispositivos móveis, há ainda divergências a respeito dos testes realizados em laboratório e testes no ambiente real. A vantagem dos testes em laboratório é possuir um ambiente controlado pelo investigador, porém, em contrapartida, a grande maioria dos testes realizados neste ambiente não identificam todos os problemas observados quando a análise é realizada no local de uso do dispositivo. As pesquisas de Alshehri e Freeman (2012), Lee e Grice (2004) e Duh, *et al.* (2006) tinham seu foco na comparação dos testes em laboratório e ambiente real. Ambas as pesquisas apresentaram dados e indícios mais consistentes em testes no ambiente real. Duh, *et al.* (2006) ressalta que os testes realizados no metrô (ambiente real) apresentaram um maior número de problemas em comparação ao laboratório.

Deve-se destacar que os dispositivos móveis são projetados para serem portáteis, isso significa que estes produtos podem ser utilizados em diferentes ambientes e situações de uso, como utilizá-lo tanto a luz quanto no escuro, em ambientes abertos e fechados, em ambientes com ruídos ou silenciosos. (ROTO, 2006).

Sobre este aspecto, deve-se evidenciar, que mesmo sendo a grande maioria das pesquisas do portfólio bibliográfico voltadas para a aplicação em dispositivos móveis,

observou-se um número muito pequeno de estudos que consideravam os fatores do contexto como interferências na usabilidade. Nota-se que apenas apenas 3 autores (ALSHEHRI; FREEMAN, 2012; DUH, *et al.*, 2006; KRONBAUER *et al.*, 2012) consideram questões do contexto de uso. Alshehri e Freeman (2012) reforça que uma das maiores lacunas nas pesquisas sobre a avaliação dos dispositivos móveis está na compreensão do contexto de uso e na sua interferência na interação com o dispositivo.

Outro ponto que se deve salientar é sobre os procedimentos metodológicos. As pesquisas que utilizaram testes de laboratório, possuíam entre 9 a 15 participantes. Este dado é de grande importância para estudos ligados ao desenvolvimento de testes e métodos e áreas afins, no qual pode ser utilizado como orientação do número da amostra (quantidade mínima e máxima de participantes) de testes de usabilidade para dispositivos móveis.

Em síntese, com base nos dados apresentados e discutidos, o presente estudo, mapeou pesquisas ligadas a métodos de usabilidade consolidados e novos métodos utilizados na análise de usabilidade de dispositivos móveis.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo, realizou um levantamento das pesquisas realizadas atualmente sobre a avaliação de usabilidade em dispositivos móveis, novos métodos desenvolvidos especificamente para estes dispositivos, assim como para públicos específicos como idosos ou pessoas com baixa visão. A partir deste levantamento, selecionou-se um portfólio bibliográfico (PB) das pesquisas relevantes segundo a percepção do pesquisador.

A presente pesquisa apresentou as etapas do *Proknow-C*: etapa I: levantamento do portfólio de artigos; etapa II: análise bibliométrica e etapa III: análise sistêmica. Do mesmo modo, outros pesquisadores podem se basear nos dados apresentados, e realizar a última etapa (Etapa IV) de definição de pergunta e objetivos da pesquisa, podendo se diferir de acordo com o foco do pesquisador.

Após a seleção de um portfólio bibliográfico composto de 18 artigos, realizou-se uma análise bibliométrica na qual verificou-se os periódicos com destaque na temática da presente pesquisa como o “*International Journal of Human computer interaction*”; “*Journal Springer*” e “*Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*”. Também foi possível verificar com relação aos artigos mais representativos

“*Heuristic evaluation of user interfaces*”, “*Usability inspection methods*”, “*Ten usability heuristics*” e o mais citados recentemente “*Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications*”. A análise bibliométrica também apresentou alguns autores com destaque como Jakob Nielsen com três publicações e Joyce Ger com duas publicações.

Na análise sistemática realizada por meio das lentes de análise relevantes segundo a percepção do pesquisador, foi possível identificar algumas ressalvas dos autores com relação a aplicabilidade de métodos em laboratório e no ambiente real, na qual os dispositivos móveis especificamente, apresentam diversos ambientes que podem ser utilizados pelos usuários. Os testes de usabilidade de dispositivos móveis apresentaram diferenças significativas quando aplicados no ambiente real de uso da interface, apresentando maior irritabilidade nos usuários e uma menor tolerância ao erro.

Com base nos dados apresentados, foi possível verificar que este tipo de interface, possui características particulares, e o ambiente no qual está sendo utilizado interfere na qualidade de uso e na experiência do usuário e conseqüentemente nos testes de análise de usabilidade.

Os resultados do presente estudo evidenciam o estado da arte sobre o tema, os autores, *journals* e artigos relevantes. Pode-se destacar como lacunas e oportunidades de pesquisa maiores investigações acerca dos dispositivos móveis para pessoas com necessidades especiais, sendo que no presente estudo apresentou somente uma pesquisa nesta área das 18 pesquisas apresentadas, porém com foco nas pessoas cegas e com baixa visão. Há escassez de estudos voltados para outros tipos de necessidades especiais, idosos, como baixa mobilidade das mãos, entre outros, que abarquem a diversidade humana.

Com o grande número de novos métodos baseados somente em heurísticas, percebe-se uma falta de métodos que possam abordar de diferentes formas os aspectos da interface, que possam ser aplicados por desenvolvedores e designers e não somente por especialistas, como é o caso das heurísticas.

Percebe-se também lacunas de pesquisa no que se trata dos fatores do contexto de uso para dispositivos móveis. Sabe-se que os dispositivos proporcionam o uso em uma diversidade de locais, e estes fatores ambientais interferem diretamente na interação. Desta forma, sugere-se um estudo mais aprofundado acerca dos fatores do contexto de uso, métodos que considerem estes fatores no processo de avaliação.

Referências

- ALSHEHRI, F.; FREEMAN, M. Methods for usability evaluations of mobile devices. In: AUSTRALIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 23rd. **Anais...**p. 1-10, Geelong: Deakin University, 2012.
- BENATAR, D. Method and apparatus for usability testing of a mobile device. **U.S. Patent Application**, v. 13, p.404 - 828, 2012.
- BEVAN, N. Workshop: **Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement**. Classifying and selecting UX and usability measures. *Interactions* 13, 2008.
- CAÑAS, J.J.; WAERS, Y. **Ergonomia Cognitiva** – Aspectos psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información. Ed. Medica Panamericana. 2001.
- CHAVES, L. C; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. PETRI, S. M; DA ROSA, F. S. Gestão do Processo Decisório: Mapeamento Ao Tema Conforme As Delimitações Postas Pelos Pesquisadores. **Estratégia e Negócios**, v.5, n.3, p.3-27, 2012.
- CYBIS, W. A.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo (SP): Novatec, 2010. 422 p.
- DE LIMA SALGADO, A.; FREIRE, A. P. Heuristic evaluation of mobile usability: A mapping study. **Human-Computer Interaction. Applications and Services**. Springer International Publishing, p. 178-188, 2014.
- DUH, H. B.; TAN, G. CB; CHEN, V. H. Usability evaluation for mobile device: a comparison of laboratory and field tests. In: PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES AND SERVICES. 8th, **Anais...**ACM, p. 181-186, 2006.
- EIRAS, F. C. S.; TOMOMITSU, H. T. A.; LINHARES, I. M. P.; CARVALHO, M. M. C. Evolução das pesquisas de gestão de projetos: um estudo bibliométrico do International Journal of Project Management. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 12, n. 1, p. 211-234, 2017.
- ENSSLIN, L.; WAICZYK, C.; CHAVES, L. C.; ENSSLIN, E. R. Processo para evidencição do estado da arte aplicado ao tema gestão de produção científica. **Transinformação**, v. 27, n. 3, 2015.
- ERASLAN, E. A Multi-criteria Usability Assessment of Similar Types of Touch Screen Mobile Phones. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 185-195, 2013.
- FROEHLICH, J. et al. My Experience: a system for in situ tracing and capturing of user feedback on mobile phones. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE SYSTEMS, APPLICATIONS AND SERVICES. 5th, **Anais...**ACM, p. 57-70, 2007.
- HAMANO, Y.; NISHIUCHI, N. Usability Evaluation of Text Input Methods for Smartphone

among the Elderly. In: BIOMETRICS AND KANSEI ENGINEERING (ICBAKE). **Anais...** International Conference on. IEEE, p. 277-280, 2013.

Ji, Y. G. et al. A usability checklist for the usability evaluation of mobile phone user interface. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 20, n. 3, p. 207-231, 2006.

JOYCE, G. Adaption of usability evaluation methods for native smartphone applications. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH MOBILE DEVICES & SERVICES. 16th. **Anais...**ACM, p. 409-410, 2014.

JOYCE, G.; LILLEY, M. Towards the Development of Usability Heuristics for Native Smartphone Mobile Applications. Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience. **Springer International Publishing**, p. 465-474, 2014.

KRONBAUER, A. H.; SANTOS, C. AS; VIEIRA, V. Smartphone applications usability evaluation: a hybrid model and its implementation. **Human-Centered Software Engineering**. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 146-163.

LEE, K. B.; GRICE, R. A. Developing a new usability testing method for mobile devices. In: PROFESSIONAL COMMUNICATION CONFERENCE, 2004. IPCC 2004. **Anais...**International, IEEE, p. 115-127, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9241-11: **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - pt.11: guidance on usability**. Geneva: ISO, n. 4, p. 22, 1998.

LAKATOS, E. M.; DE ANDRADE MARCONI, M. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis**. Atlas, 1983.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7^o Ed Atlas SA. São Paulo, p. 43-44, 2011.

LINDE, K.; WILLICH, S. N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 1, p. 17-22, 2003.

MA, X.; YAN, B.; ZHANG, C.; HUANG, K. DRURY, J.; WANG, L. Design and Implementation of a Toolkit for Usability Testing of Mobile Apps. **Mobile Networks and Applications**, v. 18, n. 1, p. 81-97, 2013.

MACHADO, R. N. Análise cientométrica dos estudos bibliométricos publicados em periódicos da área de biblioteconomia e ciência da informação (1990-2005). **Perspectivas em ciência da informação**, v. 12, n. 3, p. 2-20, 2007.

MARAFON, A. D.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, S. R. The effectiveness of multi-criteria decision aid methodology: A case study of R&D management. **European Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 86-109, 2015.

MESCHTSCHERJAKOV, A.; REITBERGER, W.; TSCHELIGI, M. MAESTRO: orchestrating user behavior driven and context triggered experience sampling.

In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND TECHNIQUES IN BEHAVIORAL RESEARCH. 7th. **Anais...** ACM, p. 29, 2010.

MI, N.; CAVUOTO, L. A.; BENSON, K.; SMITH-JACKSON, T.; NUSSBAUM, M. A. A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design. **Universal access in the information society**, v. 13, n. 4, p. 351-365, 2014.

MOSQUEIRA-REY, E.; ALONSO-RÍOS, D.; MORET-BONILLO, V. Usability taxonomy and context-of-use taxonomy for usability analysis. **Systems, Man and Cybernetics**, p. 812-817, 2009.

NIELSEN, J. **Ten usability heuristics**. 2005.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS. **Anais...** ACM, 1990. p. 249-256, 1990.

NIELSEN, J. Usability inspection methods. In: CONFERENCE COMPANION ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS. **Anais...** ACM, p. 413-414, 1994.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação: além da interação humano-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 9 p.

ROTO, V. **Web browsing on mobile phones: Characteristics of user experience**. Helsinki University of Technology, 2006.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Braz. J. Phys. Ther. (Impr.)**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SARTORI, S.; ENSSLIN, L.; CAMPOS, L. M. S.; ENSSLIN, S. R. Mapeamento do estado da arte do tema sustentabilidade ambiental direcionado para a tecnologia de informação. **TransInformação**, v. 26, n. 1, p. 77-89, 2014.

SEFFAH, A.; DONYAEE, M.; KLINE, R. B.; PADDA, H. K. Usability measurement and metrics: A consolidated model. **Software Quality Journal**, v. 14, n. 2, p. 159-178, 2006.

SHACKEL, B. **Ergonomics in design for usability**. People and computers: Designing for usability, Cambridge, UK, 1986, p.44-64.

TURNER-BOWKER, D. M.; SARIS-BAGLAMA, R. N.; SMITH, K. J.; DEROSA, M. A.; PAULSEN, C.A.; HOGUE, S.J. et al. Heuristic evaluation and usability testing of a computerized patient-reported outcomes survey for headache sufferers. **Telemedicine and e-Health**, v. 17, n. 1, p. 40-45, 2011.

VAZ, C. R.; INOMATA, D. O.; URIONA-MALDONADO, M. Aplicações de dinâmica de sistemas na logística reversa: uma análise bibliométrica. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 11, n. 4, p. 101-116, 2016.

ZHANG, D.; ADIPAT, B. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 18, n. 3, p. 293-308, 2005.

ZUEHLKE, D.; THIELS, N. **Userware engineering: a methodology for the development of user-friendly interfaces**. Library Hi Tech: Emerald Group Publishing Limited. Germany, p. 126-140, 2008.