

Usabilidade de Aplicativos de Segurança Colaborativa para Smartphones: Uma Revisão Sistemática

Usability of Collaborative Security Applications for Smartphones: A Systematic Review

Mateus de Oliveira¹, Rodrigo Duarte Seabra², Adriana Prest Mattedi²

¹Instituto de Engenharia de Produção e Gestão – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – Minas Gerais – Brasil

²Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Minas Gerais – Brasil

mateusbaoba@gmail.com, rodrigo@unifei.edu.br, amattedi@gmail.com

Abstract. *The society is permeated by devices connected to information networks through the Internet. The mobility offered by mobile devices such as smartphones is a key element in the dynamics of information today. Still, the lack of security is one of the problems that afflict most Brazilians in recent years and mobile devices are being used to mitigate it. This research aims to carry out a systematic review of the literature in order to identify the different approaches on testing and usability of applications that promote collaborative security checking the state of the art in this domain.*

Resumo. *A sociedade está permeada por dispositivos conectados às redes de informações por meio da Internet. A mobilidade oferecida pelos dispositivos móveis, como os smartphones, é um elemento chave na dinâmica da informação na atualidade. Ainda, a falta de segurança é um dos problemas que mais aflige os brasileiros nos últimos anos e dispositivos móveis estão sendo utilizados para mitigá-lo. Esta pesquisa visa realizar uma revisão sistemática da literatura com o intuito de identificar as diferentes abordagens sobre testes e usabilidade de aplicativos que promovam a segurança colaborativa, verificando o estado da arte deste domínio.*

1. Introdução

O uso de dispositivos móveis, como os *smartphones*, tem se tornado um fator estratégico importante para negócios e para a sociedade. Atualmente, existem aplicações para variadas finalidades que atendem a demandas específicas de seus usuários. Todavia, a utilização desses dispositivos e a própria Internet são relativamente recentes na história humana e, por conseguinte, o modo como as pessoas interagem com esses dois elementos tem se transformado rapidamente em um processo constante de aperfeiçoamentos e adaptações (DePaula, 2003). Nesse cenário, as técnicas para se avaliar a usabilidade de aplicações para *smartphones* também precisam acompanhar essas mudanças (Nayebi; Desharnais; Abran, 2012).

Adicionalmente, aplicações relacionadas à segurança pessoal necessitam de uma abordagem especial, uma vez que aspectos de privacidade e confidencialidade estão envolvidos no processo de uso, afetando diretamente na aceitação deste tipo de solução (Erickson, 2013).

Este artigo apresenta uma Revisão Sistemática (Kitchenham, 2004) com o propósito de pesquisar e identificar as diferentes abordagens sobre testes de usabilidade para aplicativos que promovam a segurança colaborativa. Para atingir o objetivo proposto, o método utilizado teve como base um protocolo de busca envolvendo a avaliação de pesquisas realizadas em quatro dos maiores repositórios de trabalhos acadêmicos disponíveis, a saber: Scopus, IEEE, ACM e Springer Link.

2. Referencial Teórico

De modo geral, a usabilidade pode ser definida como sendo a “capacidade do produto de software ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas” (ISO 9126-1, 2001). Em outras palavras, a usabilidade avalia a facilidade de se aprender a usar o sistema, a eficiência de uso e a capacidade do sistema se comunicar com o usuário (Alpkaya; Sakarya, 2013), o que envolve aperfeiçoar as interações dos usuários com produtos interativos que lhes permitam realizar suas atividades cotidianas (Preece; Rogers; Sharp, 2015). Ademais, a usabilidade é afetada pelas funcionalidades do sistema, ou seja, como os elementos se apresentam e interagem com respostas aos usuários (Dix *et al.*, 2004).

Usabilidade é um termo referente a uma amplitude de métodos que avaliam a interação do usuário com as interfaces de produtos e sistemas. A literatura da área, frequentemente, utiliza termos como UCD (*User-Centred Design*), IHC (Interação Humano-Computador) ou UX (*User Experience*), que tratam os processos de *design* nos quais os usuários finais influenciam o andamento do projeto (Abrás; Maloney-Krichmar; Preece, 2004). Esses conceitos revelam, em seus próprios nomes, que, muito além das características funcionais do *software*, é importante pensar os processos de construção do projeto segundo a visão do usuário final. No passado, esses conceitos eram trabalhados de forma dispersa, embora abordassem objetivos semelhantes. Nos anos 80, a usabilidade era comumente referida como *user-friendly* (amigável). Para consolidar as teorias existentes na época, Nielsen (1994) convergiu estes e outros termos correlatos em apenas um – usabilidade.

Em paralelo à evolução do conceito de usabilidade, os dispositivos móveis e suas aplicações têm se tornado um importante meio de acesso às informações. Estima-se que, em 2014, cerca de 60% da população mundial possuía um telefone móvel, sendo que, deste total, 37,7% eram *smartphones*. Este número tem aumentado continuamente, com previsão de alcançar aproximadamente 67% da população mundial em 2019 (Statista, 2016). Quanto aos aplicativos, em 2015, somente o iTunes (loja de aplicativos da Apple) obteve a marca de 100 bilhões de aplicativos instalados. No entanto, estima-se que aproximadamente 25% dos aplicativos foram utilizados apenas uma vez por seus proprietários em um período de seis meses (Statista, 2016). Esses números corroboram a ideia de que, cada vez mais, o uso dessas tecnologias tem se tornado parte integrante da vida das pessoas. Por esse fato, empresas e desenvolvedores têm buscado incorporar em suas estratégias uma maior integração dos sistemas computacionais a esses dispositivos.

Os desafios de avaliar a usabilidade em dispositivos móveis se refletem em suas limitações físicas e nas rápidas mudanças de padrões e tecnologias, ou seja, o tamanho

limitado das telas, a apresentação do conteúdo, a limitação da capacidade de processamento e o armazenamento dos dados são algumas delas (Ayobami; Hector; Hammed, 2012; Nayebe; Desharnais; Abran, 2012; Hussain *et al.*, 2015). Há, ainda, a dificuldade de se desenvolver interfaces gráficas agradáveis, com conteúdo sucinto e intuitivo, o que pode ser considerada uma das consequências do grande número de evasões dos usuários de aplicativos, isto é, aplicativos são instalados e utilizados poucas vezes e, em pouco tempo, encerram seu ciclo de vida.

3. Definição do Protocolo da Pesquisa

O protocolo estabelecido concentra-se em definir o objetivo da pesquisa, os critérios de busca, os filtros a serem aplicados, bem como os procedimentos adotados para os tratamentos empregados na avaliação dos resultados obtidos.

O objetivo consistiu em analisar publicações científicas por meio de um estudo baseado em revisão sistemática com o propósito de identificar diferentes abordagens de avaliação de usabilidade aplicadas em aplicativos de segurança familiar/pessoal/pública, com relação à usabilidade de aplicativos para *smartphones*, do ponto de vista dos pesquisadores, no contexto da usabilidade para dispositivos móveis. A questão principal consistiu em levantar quais são os diferentes métodos de avaliação da usabilidade atualmente disponíveis para atender as demandas de aplicativos para dispositivos móveis e/ou para aplicativos focados na segurança familiar/pessoal/pública.

O levantamento priorizou estudos que abordassem testes de usabilidade para aplicativos desenvolvidos para dispositivos móveis, preferencialmente, envolvendo temas relacionados ao uso de aplicativos para segurança. A pesquisa foi realizada a partir de bibliotecas digitais por meio de seus respectivos mecanismos de busca.

Os critérios para a seleção das fontes foram definidos de acordo com os seguintes parâmetros: (i) abrangência de conteúdo relativo às áreas de concentração desta pesquisa; (ii) possuir mecanismos de busca avançada que permitem o uso de expressões lógicas ou mecanismo equivalente; (iii) permitir buscas nos textos completos. Outro fator que influenciou a seleção das fontes consiste em serem repositórios bem difundidos e aceitos no meio acadêmico.

A pesquisa está restrita à análise de publicações obtidas, exclusivamente, a partir das fontes selecionadas por meio dos critérios supracitados. O período considerado das publicações foi entre 2008 e 2018, ou seja, 10 anos. A escolha do período se justifica pelo fato de os *smartphones* começarem a ser comercializados para o grande público em meados de 2007, com o lançamento do iPhone pela Apple e com a disponibilização do sistema operacional Android pela Google (Sarwar; Soomro, 2013).

Optou-se pelo idioma inglês por ser o mais utilizado em publicações científicas. As palavras-chaves utilizadas nas buscas foram: *usability*, *user experience*, *ux*, *questionnaire*, *mobile*, *application*, *app*, *safety* e *collaborative*. Como cada motor de busca possui características específicas, as *strings* variam de uma fonte para outra.

A estratégia de busca foi aplicada pelos pesquisadores para identificar as publicações potenciais. As publicações identificadas foram selecionadas pelos critérios de inclusão, exclusão e de qualidade estabelecidos. Foram aceitas publicações que descrevessem pelo menos provas de conceito e/ou relatos de experiência no meio acadêmico.

A seleção ocorreu em três etapas, sendo a primeira a de exclusão de falsos positivos, ou seja, publicações com temas que não se relacionam ao objetivo da busca e catalogação dos resultados pertinentes. Na segunda etapa, foram lidos os resumos e aplicados os critérios de exclusão e inclusão. Na terceira etapa foram lidos os textos completos e extraídos os conceitos de usabilidade abordados. A catalogação dos resultados preliminarmente selecionados deve conter o título, o ano de publicação, os autores e a fonte de pesquisa.

Como critério de exclusão ficou estabelecido que não fossem selecionadas publicações que não abordassem o tema usabilidade. Os critérios de inclusão foram: (i) selecionadas publicações que mencionassem algum tipo de avaliação de usabilidade; (ii) selecionadas publicações que abordassem avaliação de aplicativos para dispositivos móveis; e (iii) incluídas publicações que abordassem usabilidade de aplicativos móveis para segurança pessoal/familiar/comunitária. móveis; e (iii) incluídas publicações que abordassem usabilidade de aplicativos móveis para segurança pessoal/familiar/comunitária.

Na fase de extração dos dados, foram lidos os artigos restantes a fim de obter-se como resultado a análise quantitativa dos conceitos de usabilidade abordados no contexto especificado, ou seja, foram contabilizados e enumerados os métodos de usabilidade utilizados em cada publicação.

4. Execução

Inicialmente, foram testadas opções de palavras-chaves relacionadas à usabilidade, em inglês, como usability e usability assessment, e também palavras que induzissem à finalidade de aplicação da usabilidade como mobile e application ou app. Os termos user experience e ux foram incluídos nas buscas pela amplitude de estudos que são abordados pelo tema.

Os resultados obtidos a partir das buscas preliminares mostraram ocorrências na biblioteca da SCOPUS (<http://www.scopus.com/home.url>) para o tema em estudo, retornando 43 publicações, das quais 21 eram falsos positivos. As *strings* de busca utilizadas foram:

- TITLE-ABS-KEY (usability OR user AND experience OR ux AND safety AND application AND mobile OR app OR safety AND collaborative) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "SOC"));
- “usability assessment” AND method OR methodology OR questionnaire AND app OR application AND safety AND location OR gps’.

Ao final da seleção das publicações pertinentes, cinco foram aceitas.

Para a consulta na biblioteca da IEEE (<https://www.ieee.org>), as *strings* utilizadas foram:

- (((usability OR ux OR (user AND experience)) AND (mobile OR smartphone) AND safety AND (application OR app) AND (security OR safety)) NOT health NOT learning NOT vehicle NOT drive NOT Electrical); *usability* AND *mobile* AND *safety* AND (*application* OR *assessment* OR *app* OR *security* OR *safety* OR *smartphone* OR *collaborative*).

As buscas resultaram em uma lista de 90 artigos, dos quais 13 foram selecionados.

No repositório Springer Link (<https://link.springer.com>), as buscas realizadas utilizaram os seguintes filtros:

- *String: (usability OR "usability assessment" OR ux OR "user experience") AND (mobile OR smartphone) AND (safety OR security) AND (application OR app) AND collaborative NOT health NOT drive NOT learning NOT VR NOT patient NOT NFC NOT "Augmented Reality" NOT robots NOT cooperating NOT cloud NOT market NOT authentication NOT enterprise NOT delivery NOT industrial;*
- *String: usability AND mobile AND safety AND (application OR assessment OR app OR security OR safety OR smartphone OR collaborative);*
- Período: 2008 –2018;
- Disciplina: *Computer Science*;
- Idioma: *English*.

Como resultado, foram obtidas 63 publicações. Após a seleção dos artigos, 22 publicações foram aceitas.

O repositório ACM (<https://dl.acm.org/>) retornou 24 resultados para a busca coma *string: (ux user experience +safety security community surveillance collaborative +usability assessment +mobile app application -medical -health -drive -car -nurse)*. Desses resultados, seis artigos foram selecionados.

A Tabela 1 apresenta o resultado final das publicações elencadas.

Tabela 1. Publicações aceitas

Número	Título	Autores	Ano
1	Perspectives on usability guidelines for smartphone applications: an empirical investigation and systematic literature review	Ahmad, N., Rextin, A., Kulsoom, U. E.	2018
2	Usability evaluation methods: a systematic review	Martins, A. I. et al.	2015
3	Fidelity considerations for simulation-based usability assessments of mobile ICT for hospitals	Dahl, Y., Alsos, O. A., Svanaes, D.	2010
4	Development and performance usability testing of a theory-based, computerized, tailored intervention	Ryan, P. et al.	2009
5	Location based mobile apps development on Android platform	Sekar, B., Liu, J. B.	2014
6	Designing public safety mobile applications for disconnected, interrupted, and low bandwidth communication environments	Erickson, P. et al.	2013

7	A user-centered mobile health device to manage life-threatening anaphylactic allergies and provide support in allergic reactions	Munoz, L. U. H., Woolley, S. I.	2009
8	Enhancing and speeding-up real-time-shopping using an indoor map, intelligent suggestions and calculations, built upon a smart phone application	Perera, W., Karunarathne, M. S.	2013
9	Providing a ubi-Marketing platform using pervasive technologies to facilitate added-value services in lodging operations	Wang, W. et al.	2011
10	Usability analysis of smartphone applications for drivers	Quaresma, M., Gonçalves, R.	2014
11	Usability of mobile applications supporting training in diagnostic decision-making by radiologists	Kim, M. S. et al.	2015
12	Integrated information visualization and usability of user interfaces for safety-critical contexts	Kwee-Meier, S. T., Wiessmann, M., Mertens, A.	2017
13	Heuristics to evaluate the usability of ubiquitous systems	Rocha, L. C. et al.	2017
14	A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications	Billi, M. et al.	2010
15	Enhancing the usability of the commercial mobile alert system	Ngo, P., Wijesekera, D.	2011
16	Effect of icon amount and visual density on usability of smartwatches	Mo, F., Yi, S., Zhou, J.	2016
17	Usability evaluation plan for advanced technology services for prevention and management of chronic conditions for the elderly	Kouroubali, A. et al.	2012
18	Examining the usability of touch screen gestures for elderly people	Cáliz, D. et al.	2016

Fonte: Os autores

5. Extração dos Dados

Nesta etapa da pesquisa, os artigos foram lidos a fim de se identificar os métodos utilizados e os tipos de aplicações avaliadas. A Tabela 2 apresenta os métodos de avaliação utilizados e a Tabela 3 mostra a contagem dos tipos de aplicações avaliadas.

Tabela 2. Métodos utilizados

Técnica		N
1	Experimento	14
2	Heurística	8
3	Usabilidade de Performance	3
4	Walkthrough	1
5	Survey	12
6	Levantamento	6
7	Guideline	4
Total		48

Fonte: Os autores

Tabela 3. Aplicações avaliadas

Gênero		N
1	Mobile health	10
2	Mobile commerce	9
3	Web browser	4
4	Mobile email	1
5	Context-aware apps	2
6	Smarter touch base interface	7
7	Data collection app	2
8	Meta data management	1
9	Location based apps	3
10	Safety apps	9
Total		48

Fonte: Os autores

Como é possível observar nas tabelas apresentadas, a avaliação de aplicativos destinados à segurança ocorre menos vezes do que aplicações voltadas para fins comerciais ou de saúde. Insta ressaltar que, na busca, a palavra ‘segurança’ estava presente e, mesmo assim, o termo recorrentemente possuía uma conotação divergente da proposta da busca.

Outro aspecto importante a ser notado é que as abordagens, em sua maioria, partiam de modelos genéricos de avaliação. Ao todo, 18 publicações utilizaram métodos de avaliação da usabilidade genéricos, ou seja, não foram desenvolvidos especificamente para um tipo de aplicação. Por outro lado, nove publicações partiram de modelos de avaliação desenhados para atender características específicas de aplicações.

Ahmad, Rextin e Kulsoom (2018) realizaram uma revisão da literatura a fim de apontar as diferentes abordagens da usabilidade para *smartphones*. Como resultado, 25 guias foram compilados em sete categorias conceituais. Dentre os diferentes guias selecionados, três grupos de estudo foram identificados como guias genéricos, de gênero específico e de plataforma específicas. Contudo, quanto aos guias de plataformas específicas, não há distinção de finalidade de aplicação a ser testada, havendo diferenciação entre sistemas operacionais que priorizam determinadas características visuais e de desempenho. Dentre os guias destinados a gêneros específicos de aplicativos, 17 tipos de gênero de aplicações foram identificados, porém, nenhum deles abordava aplicações voltadas para a segurança.

Martins *et al.* (2015) analisaram 1308 estudos sobre usabilidade e classificaram as diferentes abordagens em termos de suas metodologias, empíricas e analíticas. Os autores observaram que a metodologia de questionários foi a mais frequente, seguida pelo teste, inspeção e, por último, pelo experimento controlado. Ainda há que se observar que metodologias mistas são amplamente utilizadas, especialmente a combinação de questionários e testes.

Dahl, Alsos e Svanaes (2010) realizaram avaliações controladas de usabilidade baseadas em um laboratório de tecnologias móveis de informação e comunicação. Como base teórica para a avaliação de usabilidade, a simulação de treinamento foi adotada para atender a um conjunto de dimensões de fidelidade.

Ryan *et al.* (2009) realizaram uma pesquisa para avaliar a usabilidade de sistemas desenvolvidos para a promoção da saúde, do ponto de vista das mulheres, sob a perspectiva da eficiência. O estudo utiliza a simulação do ambiente por um computador de mesa e portátil.

Sekar e Liu (2014) desenvolveram e avaliaram o uso de um aplicativo para Android com funções baseadas em geolocalização. Neste estudo, aspectos de usabilidade são inferidos, principalmente, por falhas críticas e problemas de eficiência e eficácia.

Munoz e Woolley (2009) avaliaram a usabilidade de um aplicativo desenvolvido para disparar alertas em situações de emergência para pessoas com ataques alérgicos. Foram realizados seis experimentos utilizando um protótipo de *smartphone* com oito voluntários, dois pacientes anafiláticos (8 a 21 anos), um cuidador e cinco adultos não anafiláticos que receberam pré-indução sobre alergias. Foram utilizados dois métodos: o método de usabilidade da NASA TLX e a análise do *System Usability Scale* (SUS).

A partir dos estudos anteriores já é possível verificar a diversidade de interpretações sobre a usabilidade. Contudo, a pesquisa em tela visa investigar a aplicação do estudo de usabilidade em aplicativos móveis desenvolvidos para a promoção da segurança. Nessa seara, apresentam-se os três artigos encontrados que tratam do assunto. É importante lembrar que outros artigos citavam aplicações de segurança, contudo, a aplicação da usabilidade é critério de aceitação para esse levantamento.

Erickson *et al.* (2013) desenvolveram um aplicativo para auxiliar profissionais de segurança pública como policiais, bombeiros e paramédicos. Ao todo, nove pessoas participaram da avaliação. Os testes de usabilidade foram realizados com um protótipo instalado em um *smartphone* Android. O procedimento consistiu em quantificar o número de toques na tela e o tempo de execução de cada tarefa.

Kwee-Meier, Wiessmann e Mertens (2017) avaliaram aspectos da usabilidade que afetam a comunicação entre dispositivos móveis no contexto de situações críticas de emergência. Ao realizarem uma revisão da literatura, os autores encontraram 14 teorias sobre usabilidade para alto nível de *stress*, em que fatores psicológicos são considerados no processo de desenvolvimento do sistema. O estudo lista algumas situações críticas de emergência nas quais as tecnologias de informação são cruciais como em incêndios, emergências nucleares e outras. Como resultado, são definidas recomendações fundamentais a serem consideradas no processo de desenvolvimento deste tipo de aplicação como reserva de memória, interface simplificada, uso de informações estritamente necessárias e carregamento eficaz e constante das informações.

Ngo e Wijesekera (2011) propuseram uma melhoria nos sistemas comerciais de alertas de emergência para perímetros menores do que o da área de cobertura de uma unidade de transmissão de dados – uma célula. A pesquisa envolveu o desenvolvimento de um protótipo e simulações de uso do sistema. A usabilidade tratada neste trabalho consiste basicamente na aplicação do próprio conceito proposto de emitir alertas somente para áreas nas quais há impacto do acontecimento.

Ballesteros *et al.* (2014) desenvolveram uma aplicação para Android para identificar áreas de risco na cidade de Miami, Flórida. O aplicativo utiliza geolocalização do *smartphone* e cruza dados de relatórios policiais com redes sociais para determinar o grau de risco do perímetro. A avaliação do aplicativo concentrou-se em questões de performance e desempenho de *hardware* e *software*.

Save *et al.* (2015) apresentaram uma proposta para um aplicativo de *smartphone* para segurança pessoal pautada em conceitos de IHC com o intuito de facilitar a ativação das funções de emergência do aplicativo sem a necessidade de desbloqueio do aparelho ou que o aplicativo seja acessado. Por meio de um questionário, 153

participantes indicaram as funcionalidades desejadas para que o aplicativo fosse desenvolvido.

Sekar e Liu (2014) desenvolveram um aplicativo para Android direcionado para relações comerciais entre fornecedores e clientes em que ambos podem conhecer a localização um do outro. Adicionalmente, há um recurso para alerta de perigo. A questão da usabilidade se restringe à utilização de auto-inicialização do serviço de localização que evita falhas no envio e recebimento de dados.

Raya, Cortez e Sultan (2016) desenvolveram um aplicativo para Android para que pessoas não especializadas pudessem verificar o risco de deslizamento em uma região. A proposta do trabalho era fornecer uma alternativa de baixo custo para que os habitantes das Filipinas tivessem meios de prever deslizamentos de terra. Para avaliar a usabilidade do aplicativo, o QUIS (*Questionnaire for User Interaction Satisfaction*) foi aplicado a 60 alunos de graduação, sendo 20 estudantes de Geologia, 20 de Engenharia Civil e outros 20 de áreas diversas, diferenciados em idade, período de estudo e sexo.

Mota *et al.* (2014) desenvolveram um simulador de riscos para treinamento de profissionais na prática de comportamento seguro no ambiente de trabalho. O simulador utiliza um *smartphone* e um dispositivo para uso de realidade virtual no qual, em um processo similar aos dos jogos, o colaborador identifica em um ambiente virtual os fatores de risco presentes. O teste de usabilidade foi realizado com 10 participantes entre 20 e 32 anos de idade, sendo uma mulher e nove homens do curso de graduação de Ciência da Computação. Dois questionários foram aplicados, o primeiro para identificar a familiaridade dos participantes com jogos e com normas de segurança e o segundo para que os participantes descrevessem sua experiência com o simulador e identificassem quais objetos representavam risco.

Caggiani, Camporeale e Ottomanelli (2017) desenvolveram um aplicativo para *smartphone* capaz de traçar rotas para ciclistas considerando fatores de segurança, poluição do ar, sinalização, fluxo de pessoas, tempo e distância. Para o desenvolvimento da interface do aplicativo guias gerais de desenvolvimentos foram utilizados para produzir uma interface amigável aos ciclistas.

Florez *et al.* (2016) desenvolveram um modelo de segurança para aplicativos de mensagens instantâneas de texto para Android e IOS. A proposta foi apresentar os melhores resultados de diferentes modelos de identificação biométrica como mecanismo de segurança. As análises de uso basearam-se em métricas de desempenho, consumo de energia e eficácia.

Perera e Karunarathne (2013) apresentaram um protótipo de um aplicativo para Android que facilita o processo de compra em um supermercado, oferecendo listas de compras, previsão de custo e localização do produto desejado dentro da loja. Os requisitos desejados foram levantados por meio de aplicação de questionários a 25 participantes. Dez participantes foram selecionados para responder ao questionário de usabilidade que avaliou a aprendizagem, memorização, eficiência, erros e satisfação.

Acioly e Soares (2017) aplicaram a análise heurística em dois aplicativos de realidade aumentada para embalagens de produtos alimentícios com a participação de 26 especialistas.

Khandare, Gawade e Turkar (2017) desenvolveram uma aplicação *web e mobile* para levar informações que auxiliam agricultores indianos com informações fornecidas pelo governo. A avaliação de usabilidade contou com o uso de guias de desenvolvimento para orientar o processo de construção dos sistemas.

Irizarry, Gheisari e Walker (2012) desenvolveram um protótipo de um sistema de controle de *drones* para inspeção de segurança de trabalho. O sistema opera em dispositivos móveis e em plataforma *desktop*. Para a avaliação do sistema foi utilizada a avaliação heurística.

Clark *et al.* (2010) desenvolveram uma ferramenta colaborativa para compartilhamento de informações geoespaciais em casos de desastres de grande escala com o intuito de facilitar o compartilhamento e o acesso às informações pela população do Haiti. Guias de boas práticas foram utilizados para a elaboração de uma interface amigável e eficiente.

Silvennoinen, Vogel e Kujala (2014) aplicaram a UX para avaliar aspectos hedônicos de dois aplicativos, um de transporte público e outro de entretenimento. Os testes contaram com versões das interfaces em preto e branco e colorido e em duas e três dimensões. Os participantes experimentaram cada uma das interfaces e responderam a questionários que captaram a influência das cores e das dimensões dos objetos em cada aplicação.

Martinie e Palanque (2015) apresentaram um guia de desenvolvimento para aplicações multiplataformas para sistemas críticos baseando-se em conceitos de usabilidade e experiência do usuário.

Czeskis *et al.* (2010) executaram um estudo de percepção de pais e adolescentes sobre o uso de aplicativos de segurança para *smartphones*. Dezoito participantes, entre pais e adolescentes de sexo e idades variadas, foram entrevistados sobre suas opiniões em diferentes cenários nos quais aplicações de segurança poderiam ser utilizadas.

Nassar *et al.* (2015) elaboraram um modelo de interface personalizável que visa reduzir o tempo de interação com os dispositivos durante o ato de dirigir. O conceito baseia-se no uso de objetos de maior tamanho alinhados às bordas da interface e também o uso de comandos de voz. Testes de usabilidade foram realizados para verificar a eficácia da interface em termos de tempo gasto ao desviar o olhar da pista. Murao *et al.* (2015) desenvolveram um dispositivo de autenticação para *smartphones* e celulares que facilita o desbloqueio do aparelho por meio do gesto de pressionar as laterais do dispositivo. Testes foram realizados com cinco homens que utilizaram o dispositivo com seus próprios códigos de pressão para desbloquear o aparelho.

Seth, Kasera e Ricci (2011) desenvolveram um sistema de chamadas de emergência utilizando redes *wi-fi*. Testes com *laptops* e dispositivos móveis foram realizados para mensurar a eficiência do sistema.

Frömmgen *et al.* (2016) desenvolveram um aplicativo para *smartphones* que verifica a qualidade de conexão móvel em eventos de larga escala. Por meio de medições diretas e indiretas, a qualidade da experiência de uso foi testada com mais de 1000 participantes.

Etzold *et al.* (2012) desenvolveram uma ferramenta de busca na Internet para plataformas *mobile* e *desktop* com a proposta de oferecer buscas multimodais, ou seja, buscas por meio de imagens, texto e voz. Para o desenvolvimento da interface foi utilizado o *framework* UIIFace. Testes com sete participantes foram realizados para verificar a qualidade de uso da interface.

6. Considerações Finais

Essa revisão sistemática da literatura apresentou como a usabilidade pode ser abordada de diferentes maneiras, com variadas teorias e métodos e em contextos distintos. Contudo, no âmbito da segurança pessoal, há evidência de que não existe um arcabouço teórico consistente especificamente sobre o uso de aplicações móveis no contexto da segurança pessoal, colaborativa ou comunitária.

Nesse quesito, hipóteses podem ser levantadas sobre o fato de haver poucas abordagens a respeito do tema. A primeira seria a de que talvez o foco das pesquisas se concentre em áreas do conhecimento de estudos sociais. Talvez esse tipo de aplicação não tenha formas eficientes de rentabilizar seus desenvolvedores, levando ao desinteresse comercial. A alternativa mais drástica seria a de que não se vê como aplicável ou eficaz este modelo de abordagem da segurança por questões de acessibilidade, engajamento ou aceitação dos usuários.

Destacam-se as limitações desta pesquisa quanto ao número de publicações avaliadas, que poderiam ser extraídas de outras fontes. Ademais, para que as suposições anteriormente levantadas sejam respondidas com assertividade, seria necessária uma pesquisa junto aos desenvolvedores desses aplicativos que investigasse as dificuldades envolvidas no processo de elaboração, distribuição e manutenção de seus produtos.

Referências

- Abras, C.; Maloney-Krichmar, D.; Preece, J. User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, v. 37, n. 4, p. 445-456, 2004.
- Acioly, A. S. G.; Soares, M. M. Mobile Augmented Reality Systems Applied to Food Packaging-A Heuristic Evaluation. In: *Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 2017 19th Symposium on. IEEE, 2017. p. 243-252.
- Ahmad, N.; Rextin, A.; Kulsoom, U. E. Perspectives on usability guidelines for smartphone applications: An empirical investigation and systematic literature review. *Information and Software Technology*, v. 94, p. 130-149, 2018.
- Alpkaya, S.; Sakarya, C. User experience transformation in telco companies: turkcell case. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 84-93, 2013.
- Ayobami, A. S.; Hector, O. P.; Hammed, A. Current Issues of Usability characteristics and Usability testing. In: *Proceedings of International Conference on Behavioral & Social Science Research (ICBSSR)*, Kampar, Malaysia, 2012.
- Ballesteros, J. et al. Towards safe cities: A mobile and social networking approach. In: *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, v. 25, n. 9, p. 2451-2462, 2014.
- Banda, C. K.; Gombachika, H. Mobile Phone Technology Acceptance and Usability in the Delivery of Health Services among Health Surveillance Assistants in Rural Areas of Malawi. In: *International Conference on e-Infrastructure and e-Services for Developing Countries*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 249-258, 2012.
- Billi, M. et al. A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications. *Universal Access in the Information Society*, v. 9, n. 4, p. 337-356, 2010.

- Caggiani, L.; Camporeale, R.; Ottomanelli, M. A real time multi-objective cyclists route choice model for a bike-sharing mobile application. In: *Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*, 2017 5th IEEE International Conference on. IEEE, 2017. p. 645-650.
- Cáliz, D. et al. Examining the Usability of Touch Screen Gestures for Elderly People. In: *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*. Springer, Cham, p. 419-429, 2016.
- Clark, A. J. et al. Collaborative geospatial data as applied to disaster relief: Haiti 2010. In: *Security Technology, Disaster Recovery and Business Continuity*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 250-258.
- Czeskis, A. et al. Parenting from the pocket: Value tensions and technical directions for secure and private parent-teen mobile safety. In: *Proceedings of the Sixth Symposium on Usable Privacy and Security*. ACM, 2010. p. 15.
- Dahl, Y.; Alsos, O. A.; Svanaes, D. Fidelity considerations for simulation-based usability assessments of mobile ICT for hospitals. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, v. 26, n. 5, p. 445-476, 2010.
- Dale, Ø. Usability and usefulness of GPS based localization technology used in dementia care. In: *International Conference on Computers for Handicapped Persons*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 300-307, 2010.
- DePaula, R. A new era in human computer interaction: the challenges of technology as a social proxy. In: *Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*. ACM, p. 219-222, 2003.
- Dix, A. F; Abowd, J.; Beale, G. D. R. 2004. *Human-Computer Interaction*, UK: Pearson Education Limited, 2004.
- Erickson, P. et al. Designing public safety mobile applications for disconnected, interrupted, and low bandwidth communication environments. In: *Technologies for Homeland Security (HST)*, 2013 IEEE International Conference on. IEEE. p. 790-796, 2013. Etzold, J. et al. Context-aware querying for multimodal search engines. In: *International Conference on Multimedia Modeling*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 728-739.
- Falcão, C. S.; Soares, M. M. Application of virtual reality technologies in consumer product usability. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 342-351, 2013.
- Florez, Z. J. et al. Architecture of instant messaging systems for secure data transmission. In: *Security Technology (ICCST)*, 2016 IEEE International Carnahan Conference on. IEEE, 2016. p. 1-7.
- Frömmgen, A. et al. Crowdsourcing measurements of mobile network performance and mobility during a large scale event. In: *International Conference on Passive and Active Network Measurement*. Springer, Cham, 2016. p. 70-82.
- Holzinger, A. et al. Investigating usability metrics for the design and development of applications for the elderly. In: *International Conference on Computers for Handicapped Persons*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 98-105, 2008.
- Hussain, A. et al. Usability Evaluation Method for Mobile Learning Application Using Agile: A Systematic Review. *Journal Teknologi*, v. 77, 2015.

- Irizarry, J.; Gheisari, M.; Walker, B. N. Usability assessment of drone technology as safety inspection tools. In: *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, v. 17, n. 12, p. 194-212, 2012.
- ISO 9126-1. *Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality Model*. International Organization for Standardization, Geneva, 2001.
- Katre, D.; Bhutkar, G.; Karmarkar, S. Usability heuristics and qualitative indicators for the usability evaluation of touch screen ventilator systems. In: *Human Work Interaction Design: Usability in Social, Cultural and Organizational Contexts*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 83-97, 2010.
- Khandare, S.; Gawade, S.; Turkar, V. Design and development of e-farm with SCHEME. In: *Recent Innovations in Signal processing and Embedded Systems (RISE)*, 2017 International Conference on. IEEE, 2017. p. 593-600.
- Kim, M. S. et al. Usability of Mobile Applications Supporting Training in Diagnostic Decision-Making by Radiologists. In: *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*. Springer, Cham, p. 448-454, 2015.
- Kitchenham, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, *Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.
- Kouroubali, A. et al. Usability Evaluation Plan for Advanced Technology Services for Prevention and Management of Chronic Conditions for the Elderly. In: *International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 445-454, 2012.
- Kwee-Meier, S. T.; Wiessmann, M.; Mertens, A. Integrated Information Visualization and Usability of User Interfaces for Safety-Critical Contexts. In: *International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. Springer, Cham, p. 71-85, 2017.
- Martinie, C.; Palanque, P. Design, development and evaluation challenges for future mobile user interfaces in safety-critical contexts. In: *Proceedings of the 2015 Workshop on Future Mobile User Interfaces*. ACM, 2015. p. 5-7.
- Martins, A. I. et al. Usability evaluation methods: a systematic review. In: *Human Factors in Software Development and Design*. IGI Global, p. 250-273, 2015.
- Mo, F.; Yi, S.; Zhou, J. Effect of icon amount and visual density on usability of smartwatches. In: *International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population*. Springer, Cham, p. 466-477, 2016.
- Mota, T. et al. Mobile simulator for risk analysis. In: *Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 2014 XVI Symposium on. IEEE, 2014. p. 163-170.
- Munoz, L. U. H.; Woolley, S. I. A user-centered mobile health device to manage life-threatening anaphylactic allergies and provide support in allergic reactions. In: *Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on*. IEEE, p. 1-4, 2009.
- Murao, K. et al. Mobile phone user authentication with grip gestures using pressure sensors. In: *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, v. 11, n. 3, p. 288-301, 2015.
- Nassar, L. et al. HCI in VANET IR-CAS: Multimodal Interface for VANET Context Aware IR Systems. In: *Proceedings of the 5th ACM Symposium on Development and Analysis of Intelligent Vehicular Networks and Applications*. ACM, 2015. p. 51-58.

- Nayebi, F.; Desharnais, J.; Abran, A. The state of the art of mobile application usability evaluation. In: *Electrical & Computer Engineering (CCECE), 2012 25th IEEE Canadian Conference on*. IEEE, p. 1-4, 2012.
- Nielsen, J. *Usability Engineering*. Elsevier, 1994.
- Ngo, P.; Wijesekera, D. Enhancing the Usability of the Commercial Mobile Alert System. In: *International Conference on Critical Infrastructure Protection*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 137-149, 2011.
- Nunes, I. L.; Simões-Marques, M. SINGRAR usability study. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 359-368, 2013.
- Ozok, A. A. et al. Usability and user acceptance for personal health records: A perspective from healthcare citizens. In: *International Conference on Online Communities and Social Computing*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 690-699, 2009.
- Perera, W.; Karunarathne, M. S. Enhancing and speeding-up real-time-shopping using an indoor map, intelligent suggestions and calculations, built upon a smart phone application. In: *Industrial and Information Systems (ICIIS), 2013 8th IEEE International Conference on*. IEEE, p. 583-588, 2013.
- Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, 2015.
- Quaresma, M.; Gonçalves, R. Usability analysis of smartphone applications for drivers. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*. Springer, Cham, p. 352-362, 2014.
- Raya, K. A. A.; Cortez, J. M. J. SULTAN: An application for landslide susceptibility assessment and site mapping: Using the principle of Factor of Safety (FS), developed for non-experts. In: *Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2016 7th International Conference on*. IEEE, 2016. p. 1-4.
- Rocha, L. C. et al. Heuristics to evaluate the usability of ubiquitous systems. In: *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. Springer, Cham, p. 120-141, 2017.
- Ryan, P. et al. Development and performance usability testing of a theory-based, computerized, tailored intervention. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, v. 27, n. 5, p. 288-298, 2009.
- Sarwar, M., Soomro, T. R. Impact of Smartphone's on Society. *European Journal of Scientific Research*, 98(2), 216-226, 2013.
- Save, S. et al. Applying human computer interaction to individual security using mobile application. In: *Communication, Information & Computing Technology (ICCICT), 2015 International Conference on*. IEEE, 2015. p. 1-6.
- Sekar, B.; Liu, J. B. Location based mobile apps development on Android platform. In: *Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2014 IEEE 9th Conference on*. IEEE, p. 2148-2153, 2014.
- Seth, M.; Kasera, S. K.; Ricci, R. P. Emergency service in Wi-Fi networks without access point association. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Wireless Technologies for Humanitarian Relief*. ACM, 2011. p. 411-419.
- Silvennoinen, J.; Vogel, M.; Kujala, S. Experiencing visual usability and aesthetics in two mobile application contexts. In: *Journal of Usability Studies*, v. 10, n. 1, p. 46-62, 2014.
- Spinillo, C. G.; Smythe, K. Beyond comprehension: a usability study on user instruction manual for stove with steam function. In: *International Conference of Design, User Experience, and Usability*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 441-449, 2013.

- Statista. *Number of mobile phone users worldwide from 2013 to 2019 (in billions)*. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/285596/forecast-smartphone-penetration-amongst-mobile-users-worldwide/>>. Acesso em: 19 maio 2016.
- Statista. *Cumulative number of apps downloaded from the Apple App Store from July 2008 to June 2015 (in billions)*. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/263794/number-of-downloads-from-the-apple-app-store/>>. Acesso em: 19 de maio de 2016.
- Stickel, C. et al. Emotion detection: application of the valence arousal space for rapid biological usability testing to enhance universal access. In: *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 615-624, 2009.
- Wang, W. et al. Providing a ubi-Marketing platform using pervasive technologies to facilitate added-value services in lodging operations. In: *Nano, Information Technology and Reliability (NASNIT), 2011 15th North-East Asia Symposium on*. IEEE, p. 39-44, 2011.
- Zareei, H. et al. Assessing the usability and ergonomic considerations on communication technology for older Malaysians. *Universal Access in the Information Society*, v. 16, n. 2, p. 425-433, 2017.