

Usabilidade de mapas acessados por dispositivos móveis

RESUMO

Vinicius Emmel Martins

vinicius.emmel.m.92@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8532-4247
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (PPGCG/UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

Marcio Augusto Reolon Schmidt

marcio.schmidt@ufu.br
orcid.org/0000-0003-2716-2360
Professor do Ensino Superior da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

A utilização de dispositivos móveis para acessar e interagir com mapas digitais está em amplo crescimento. Contudo a revolução tecnológica apresenta grandes desafios para estudiosos e profissionais que produzem mapas, com aumento da necessidade dos mapas digitais serem projetados considerando as necessidades dos usuários. Porém os métodos de avaliação de usabilidade possuem vantagens e limitações, quando se trata de projetos que envolvem mudanças nas formas como os mapas são produzidos e consumidos, as metodologias que possibilitam realizar testes de usabilidade podem ser consideradas genéricas, não apresentando especificidades para avaliar a interface cartográfica dos mapas acessados por dispositivos móveis. Visando contribuir com o aperfeiçoamento das avaliações de usabilidade aplicadas em mapas digitais, o objetivo do presente estudo foi revisar metodologias que utilizaram aplicação de testes de usabilidade em interfaces acessadas por dispositivos móveis, analisando e discutindo os critérios adotados para aplicações na prática cartográfica, possibilitando organizar e discutir metodologias comumente empregadas na avaliação da usabilidade dos mapas acessados por dispositivos móveis, reproduzindo metodologias de forma objetiva. Evidenciando a possibilidade de ser utilizadas combinações de métodos que permitem a obtenção de dados abrangentes, incluindo entrevistas, questionários, contagem do tempo e demais protocolos. A escolha do método para avaliação de usabilidade em ambientes não controlados, deve ser realizada por meio da adoção de tarefas com baixa complexidade, visando diminuir a carga cognitiva do usuário, assim como considerações referentes a restrições tecnológicas, entrada de dados, largura de banda, poder de processamento e recursos de exibição. Podem impactar significativamente a interação cartográfica durante a realização das sessões de testes.

PALAVRAS-CHAVE: Mapa digital. Usabilidade. Dispositivo móvel.

INTRODUÇÃO

O número de pessoas que acessam mapas digitais através de dispositivos móveis está aumentando em relação ao número de pessoas que utilizam apenas dispositivos desktop para esta finalidade (YANG et al., 2019). A projeção é que o número de usuários de dispositivos móveis deve continuar em crescimento no mundo (YANG et al., 2019; PAULOVSKI e COLAVITE, 2020). As pessoas utilizam os dispositivos móveis para realizar diversas tarefas, incluindo acessar e navegar mapas especialmente em tarefas espaciais. Durante o acesso e navegação os usuários dos mapas podem se deparar com problemas associados a tela pequena e sensível ao toque (MENDONÇA, 2013; ROTH et al., 2015; CARVALHO et al., 2018).

Associada ao aumento de usuários que utilizam dispositivos móveis, a oferta de serviços que utilizam mapas acessados por meio de dispositivos móveis vem acompanhando a demanda (ROTH, 2019). Os usuários utilizam os dispositivos móveis para acessar os mapas digitais, estes dispositivos são particularmente sensíveis a efeitos da sobrecarga cognitiva causado por restrições de design e devido a diversidade de ambientes que os usuários utilizam seus dispositivos (LI e LUXIMON, 2019). A diversidade de ambientes que os usuários interagem com os dispositivos móveis impõe aos produtores de mapas e desenvolvedores desafios que não são encontrados ao avaliar sistemas acessados por dispositivos desktop.

Os serviços acessados por dispositivos móveis estão expostos a especificidades principalmente relacionadas às limitações impostas pelos próprios dispositivos (SAARE et al., 2020). Alguns dos desafios estão relacionados ao baixo consumo de energia, dimensões físicas, variados métodos para entrada de dados, memória limitada, capacidade de processamento, tamanho da tela, problemas com conexão com a internet e mudanças de ambientes internos ou externos. São fatores que podem afetar a percepção dos objetos e feições cartográficas, devido a diferentes níveis de ruídos, mudanças no brilho e temperatura (HOEHLE e VENKATESH, 2015; NACHEVA, 2020).

A utilização de tecnologias móveis em diversos ambientes, impõe aos usuários a condição de sofrerem diversos estímulos que podem afetar a sua atenção, o que é um pré-requisito para cometer erros e aumentarem significativamente a carga cognitiva (SAARE et al., 2020). Com o avanço na utilização dos dispositivos móveis e suas aplicações, novos desafios surgem e algumas peculiaridades precisam ser estudadas e desenvolvidas, como a usabilidade (DOURADO e CANEDO, 2018). Diferente de outras tecnologias, os dispositivos móveis são portáteis, estão em posse dos indivíduos a maior parte do tempo, geralmente são utilizados em inúmeras ocasiões durante a rotina de utilização dos usuários (WILMER et al., 2017).

Com o aumento na utilização dos dispositivos móveis a demanda dos aplicativos móveis serem projetados de forma amigável considerando a usabilidade geral do sistema, pode ser relacionado a maior popularização do mesmo (KOMARKOVA et al., 2011; KUPARINEN et al., 2013; WANGENHEIM et al., 2013; KOMARKOVA et al., 2017; KARAMPANAH, 2019; KOMARKOVA et al., 2019; HARLEY et al., 2019; BARTLING et al., 2019; NACHEVA, 2020). A usabilidade prioriza o desempenho e a satisfação dos usuários que está ligada com a capacidade do sistema ser atrativo. O desempenho está relacionado com a eficiência e eficácia durante a utilização do sistema, portanto um software pode ser atraente para o usuário, mas não significa que ele terá um desempenho elevado (ISO 9241-11, 2018). Para realização das

avaliações de usabilidade existem métodos, que podem ser utilizados para diferentes contextos tecnológicos e com variadas combinações (ROTH, 2019).

Em sua maioria as metodologias para realização de testes de usabilidade podem ser consideradas genéricas, não apresentando especificidades de um tipo particular de metodologia para avaliar aplicativos móveis (LI e LUXIMON, 2019). Sob um ponto de vista didático, uma revisão sobre metodologias e pesquisas científicas relacionadas à avaliação de usabilidade necessitam ser submetidas a discussões profundas que envolvam a fronteira do conhecimento. Principalmente devido a atual falta de padrões para realizar avaliações de usabilidade com diretrizes pouco definidas, principalmente quando se trata de mapas digitais acessados por dispositivos móveis. Visando contribuir com este aspecto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica de estudos que apresentam metodologias direcionadas a aplicação de testes de usabilidade em interfaces acessadas por dispositivos móveis, analisando e discutindo os critérios adotados.

TRABALHOS RELACIONADOS

A utilização de dispositivos móveis é sensível ao contexto, como por exemplo, condições climáticas, iluminação do ambiente, ruídos, conexão com internet, dimensões da tela do dispositivo, são alguns fatores que podem afetar a aceitabilidade do sistema desenvolvido. Segundo Aguado (2015), a utilização mais popular de dispositivos móveis é “matar o tempo”, se destinando especificamente a preencher lacunas intermitentes em tarefas primárias com uma forma de entretenimento ou comunicação. Conforme Sonnenberg (2020), não se pode esperar que os usuários de dispositivos móveis processem grandes quantidades de conteúdo. Portanto, as interfaces de interação com os mapas digitais necessitam demonstrar boa usabilidade, para não se tornarem rapidamente obsoletas.

Considerando a diversidade de dispositivos disponíveis, surgiu o conceito de Mobile First, que é utilizado para desenvolver sistemas com diversas aplicações, entre os quais estão inclusos os mapas digitais (WROBLEWSKI, 2012; PHILIPP 2020). O conceito Mobile First propõe que o foco inicial da arquitetura e desenvolvimento do sistema seja direcionado aos dispositivos móveis e em seguida para os desktops. Empregado técnicas de engenharia de software, aliadas ao User Centred Design (UCD), visam proporcionar o desenvolvimento de uma aplicação que atenda aos requisitos de usabilidade desejados fornecendo um ambiente adequado aos usuários, colocando o usuário no centro do processo de desenvolvimento (LIMA et al., 2021). A abordagem de técnicas que influenciam o sucesso de mídias distribuídas em plataformas móveis, foi abordado por Sonnenberg (2020), considerações a respeito de vantagens e desvantagens dos métodos e técnicas atuais, juntamente com a consideração de tecnologias futuras, com o tamanho reduzido da tela dos dispositivos afetar a qualidade na entrega de conteúdos acessados por dispositivos móveis.

Segundo Roth et al. (2015) a navegação em dispositivos móveis pode ser desafiadora. Visando investigar os desafios estabelecidos durante a navegação em dispositivos móveis os pesquisadores Li e Luximon, (2019), relacionaram a aplicação de entrevistas e acompanhamento de uso em pessoas consideradas idosas, foi destacado que em decorrência dos dispositivos móveis não possuem

mouse ou teclado como o desktop, os participantes enfrentaram grandes desafios para direcionar sua atenção para os menus e botões, ou mesmo entender o significado dos ícones e interagir com os componentes dos sistemas testados. A navegação em dispositivos móveis direcionou a pesquisa de Mendonça (2013), a envolver a aplicação de testes de usabilidade com o propósito de identificar problemas de interação em mapas acessados em ambientes internos e externos, além de avaliar aspectos ergonômicos.

Com o propósito de ser realizado um processo de validação e desenvolvimento de heurísticas de usabilidade, Kuparinen, (2016), desenvolveu seus estudos avaliando mapas móveis, por usuários especialistas. A realização de uma revisão de literatura por Karampanah, (2019), teve por objetivo principal propor um método de avaliação de usabilidade robusto e que possa ser reproduzido em estudos que visam detectar problemas de usabilidade em mapas digitais acessados por dispositivos móveis. Foi apresentado por Pugliesi et al. (2013), um estudo preliminar sobre os métodos utilizados para avaliação da carga mental de trabalho, determinando a usabilidade de interfaces de comunicação de Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA), discutindo as principais vantagens e desvantagens dos métodos e medidas utilizados nos processos de avaliação de usabilidade.

METODOLOGIAS UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

O termo usabilidade pode ser definido como sendo a "capacidade de o software ser compreendido, aprendido, operado e atraente aos usuários, quando utilizado em condições especificadas" (ISO 9241-11, 1998). Em outras palavras, a usabilidade confere a facilidade com que os usuários aprendam a utilizar um determinado sistema, com eficácia e eficiência na utilização e que o sistema ofereça soluções satisfatórias aos usuários (BEVAN, 1995).

A usabilidade é considerada um dos fatores de qualidade mais importantes para novas tecnologias, as técnicas de avaliação de usabilidade podem envolver usuários especialistas, geralmente realizando tarefas de uso, que são desempenhadas no sistema avaliado, com o propósito de problemas de usabilidade e classificar tais problemas por grau de severidade (KOMARKOVA et al., 2019; HARLEY et al., 2019; BARTLING et al., 2019; SAARE et al., 2020). Outra forma de avaliar a usabilidade é envolver os usuários não especialistas, com a finalidade de realizar a avaliação do sistema do ponto de vista do usuário final. Segundo Mendonça (2013), os métodos que requerem a presença do usuário especialista são denominados inspeções, enquanto os métodos que requerem a presença de usuários não especialistas são nomeados de testes com usuários.

A comparação entre eficácia e eficiência por meio da aplicação de testes em usuários e avaliações heurísticas, realizada por Tan et al. (2009), demonstrou que ambos os métodos são complementares e possibilitam abordar diferentes problemas de usabilidade. Segundo Saare et al. (2020), avaliações de usabilidade possibilitam obter dados acerca da Interação Homem Computador (IHC), se referindo ao grau em que os usuários e os computadores podem se "comunicar" claramente por meio de interfaces.

Segundo Saare et al. (2020), as características normalmente utilizadas para avaliações de usabilidade, por pesquisadores que estudaram os aplicativos móveis,

são as estabelecidas pela ISO 9241-11 (1998), que é a eficácia que corresponde a relação entre o efeito da ação, e os objetivos pretendidos, quando os usuários alcançam certos objetivos, interagindo com o sistema. A eficiência está atrelada a capacidade do usuário “realizar interações conforme o esperado” ao interagir com a interface. Seus indicadores são o tempo, esforços mentais, físicos, operacionais e ambientais. Por fim é considerado a satisfação do usuário que assegura a probabilidade dos usuários por vontade própria passarem a utilizar o sistema (COURSARIS e OSCH, 2016).

A avaliação de usabilidade de uma interface cartográfica deve considerar o contexto tecnológico utilizando, investigando a eficácia, eficiência e satisfação, no qual a compreensão de métodos para avaliar a interface cartográfica que será acessada por dispositivos móveis requer o aperfeiçoamento de procedimentos que ainda se mostram incipientes em seus estudos de campo (ROTH et al., 2017). Estando atrelada ao design do mapa, seus elementos visuais e ao projeto cartográfico de um sistema que auxilie o usuário no momento da visualização.

Segundo Harley et al., (2019), a usabilidade de interfaces acessadas por dispositivos móveis não pode ser dimensionada apenas pelos conhecimentos técnicos dos desenvolvedores, sendo necessário envolver usuários do sistema, em diferentes fases durante a implementação, dessa forma identificando problemas de usabilidade durante a utilização da interface (CHAMMAS et al., 2015). A participação dos usuários por meio de testes de usabilidade é uma valiosa fonte de conhecimento sobre o contexto de uso das interfaces cartográficas, servindo para explorar possíveis soluções de problemas durante a interação dos usuários com o mapa digital.

METODOLOGIA

Para realização do trabalho, foi realizado uma revisão na literatura visando publicações científicas entre os anos de 2013 a 2021, que abordassem a temática “testes de usabilidade realizados em interfaces acessadas por dispositivos móveis”, com destaque para estudos que abordaram a utilização de mapas móveis. Os estudos foram classificados de acordo com a metodologia utilizada, com base na seleção de alguns métodos de avaliação de usabilidade, visando desta forma limitar o universo de métodos empregados.

Os procedimentos metodológicos que norteiam este trabalho podem ser descritos como uma coleta de dados de dados realizada a partir da base de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A pesquisa foi desenvolvida a partir dos dados coletados na base de dados do conteúdo assinado do Portal de Periódicos CAPES, acessado o Web of Science, que fornece acesso baseado em assinatura a vários bancos de dados, no qual foi realizado um levantamento bibliométrico em documentos científicos previamente selecionados, artigos revisados por pares, também foram selecionados alguns trabalhos consultados no Google Acadêmico, que possui uma extensa variedade de formatos de publicação. As palavras chaves utilizadas no estudo foram mapas digitais, usabilidade e dispositivos móveis. A realização do presente estudo não esgota a literatura, foram selecionadas algumas publicações nacionais e internacionais.

MÉTODOS EMPREGADOS NA AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A avaliação da usabilidade de interfaces cartográficas acessadas por meio de dispositivos móveis, pode ser realizada a partir do emprego de diferentes métodos (PUGLIESI et al., 2013). As avaliações de usabilidade possuem uma diversidade de abordagens metodológicas no estudo foi descrito os métodos que foram utilizados nos trabalhos selecionados.

- Entrevistas: Envolve a interação verbal entre o pesquisador e os participantes com intenções específicas. Nielsen (1993) argumenta que entrevistas são adequadas para estudos exploratórios onde pouco se conhece acerca daquilo que se está procurando.
- Questionários: Os questionários são idealizados com propósito de serem divididos em uma série de indagações sobre um determinado tema, incluindo perguntas do tipo abertas ou fechadas. O questionário restringe as possibilidades de resposta e possíveis feedback dos usuários (KOVACIC e GREEN 2012).
- Observação dos usuários: Este método possibilita a descoberta de problemas de usabilidade, enquanto o usuário está interagindo com o sistema.
- Think Aloud: Os participantes executam ações de interação com a interface, expressando em voz alta seus pensamentos e sentimentos tem sua origem na psicologia de (SOMEREN et al., 1994).
- Mensuração de desempenho: Os usuários executam um conjunto pré-definido de tarefas enquanto o moderado coleta informações sobre o tempo, acertos e os erros cometidos.
- Registro de dados: É uma técnica que envolve a existência de um sistema computacional que automaticamente colete dados relacionados ao uso detalhado da interface a ser avaliada.
- Avaliação Heurística: Realizado por especialistas utilizando diretrizes com o propósito de se identificar possíveis falhas no design do sistema.

Os testes podem ser moderados, correspondendo ao tipo de teste bastante tradicional, ou não moderados. Quando o responsável pelo teste ou moderador está presente fisicamente aplicando o roteiro de teste nos participantes, dependendo da metodologia pode ser realizando indagações para facilitar a obtenção de dados, o teste é definido como moderado (HERTZUM et al., 2015). Os testes de usabilidade não-moderados correspondem a testes que podem ser realizados de forma totalmente remota através de ferramentas que auxiliem o usuário a executar as tarefas sem a presença do moderador. O Teste de Usabilidade Remoto Não Moderado (URUT), é uma técnica projetada para ajudar a superar as desvantagens do teste de usabilidade moderados, pois a observação moderada pode ser considerada demasiadamente intrusiva (SCHIRRA e ALLISON, 2018).

Testes de usabilidade com usuários de mapas digitais geralmente envolvem tarefas de uso as quais possibilitam ao responsável pelo teste identificar possíveis dificuldade na utilização do produto, porém para se mensurar a magnitude do problema de usabilidade, é viável empregar métodos que adotem escalas

numéricas, sendo classificados como métodos quantitativos. Na literatura existem diversos métodos utilizados para medir a usabilidade de forma quantitativa, como por exemplo a escala de resposta psicométrica com destaque para a escala de Likert (COOPER e HARPER, 1969; REID e NYGREN, 1988; COLEMAN, 1993; HARPER e NORMAN 1993; NIELSEN, 1993; SAURO e ZAROLIA, 2015). Um exemplo é o método NASA Task Load Index (NASA-TLX). que é uma ferramenta de avaliação multidimensional subjetiva e amplamente utilizada para mensurar a carga de trabalho cognitiva (HART e STAVELAND, 1988).

Segundo Pugliesi et al. (2013), tarefas de navegação humana, em espaços abertos, são problemas centrais nos estudos que avaliam a usabilidade de interfaces acessadas por dispositivos móveis. De acordo com Mendonça (2013), as exigências cognitivas das tarefas dizem respeito ao uso da memória, o emprego do raciocínio lógico e de regras relacionadas à solução de tarefas. Para Li e Luximon (2019), os dispositivos móveis são particularmente sensíveis aos efeitos da sobrecarga cognitiva devido às suas restrições de design e a diversidade de ambientes nos quais o dispositivo é utilizado.

Segundo Mendonça (2013), a interação por meio do toque na tela dos dispositivos móveis utilizando dedos, modifica a interação básica entre usuário e as representações cartográficas, o autor realiza as avaliações de usabilidade a partir de três pressupostos básicos: 1) Quem são os usuários, e o que julgam ser natural e desejável ao interagir com mapas nos dispositivos; 2) Como os usuários tendem a interagir com representações cartográficas nestes dispositivos; 3) Como os mapas móveis são utilizados em situações habituais.

Outro método muito popular para verificar o nível de usabilidade de um sistema é o questionário System Usability Scale (SUS), criado por Brooke (1996) no laboratório da Digital Equipment Corporation, localizado no Reino Unido. O método SUS pode ser utilizado para avaliar produtos, serviços, com diversas aplicações acessadas por qualquer interface. Conforme Lima et al. (2021), a formulação do questionário SUS é a proposição de dez afirmações, as quais cinco são de caráter positivo e cinco de caráter negativo, intercaladas entre si. O usuário deve responder o questionário atribuindo um valor entre 1 e 5, sendo 1 discordando totalmente e 5 concordando totalmente. O método SUS foi traduzido para o português por Tenorio et al. (2011), preservando o conteúdo do questionário original. Conforme Sauro e Zarolia (2015), os 10 itens do SUS são altamente correlacionados, o que resulta em alta confiabilidade, itens que tendem a se desviar um do outro reduzem a confiabilidade. O resultado é essencialmente um conjunto redundante de itens que questiona o mesmo conceito de muitas maneiras sutilmente diferentes.

MÉTODOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA USABILIDADE EM INTERFACES MÓVEIS

Os resultados encontrados a partir dos trabalhos analisados são compostos por avaliação de usabilidade que tiveram o propósito de realizar análises entre as interações dos usuários com os sistemas projetados para serem acessados por meio de dispositivos móveis. Os resultados foram classificados por metodologias que utilizam o protocolo verbal como forma de coleta de dados e estudos que utilizaram apenas questionários, os estudos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Estudos analisados que avaliam a usabilidade em dispositivos móveis

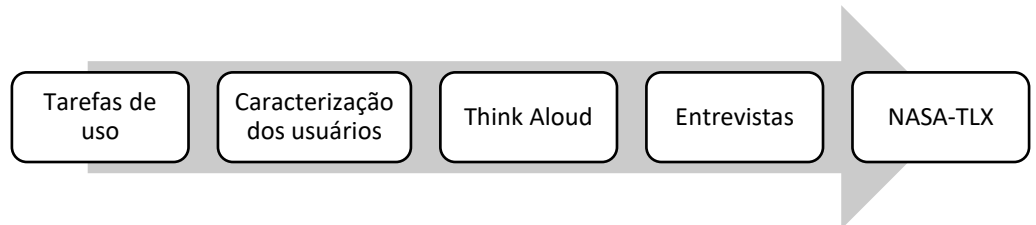
Trabalhos	Resumo
MENDONÇA, 2013	Foi realizada a aplicação de testes em usuários com a finalidade de identificar aspectos problemáticos de interação em mapas interativos, contemplando ambientes interno ou externo, em dispositivos móveis comerciais mais utilizados na época.
PUGLIESI et al., 2013	O trabalho apresentou um estudo preliminar sobre os métodos utilizados para avaliação da carga mental de trabalho e determinação da usabilidade de interfaces de comunicação de Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA).
CARVALHO et al., 2018	O artigo teve como propósito investigar os problemas de acessibilidade encontrados por usuários comuns e com deficiência visual em sites e aplicativos nativos usando dispositivos móveis. Um total de 10 participantes, consistindo de 6 usuários cegos e 4 usuários regulares participaram deste estudo.
LI e LUXIMON, 2019	O estudo investigou como os idosos navegam utilizando interfaces móveis. Os autores identificaram possíveis desafios de usabilidade durante a navegação.
BARTLING et al., 2019	Este estudo tem como objetivo criar um inventário dos aspectos de usabilidade de sistemas públicos de informação geográfica participativa (PPGIS), concentrando-se na compreensão das características de uma ampla gama de usuários. O estudo de usabilidade incluiu 73 participantes da Colômbia, Uganda e Áustria. Combinamos uma pesquisa qualitativa personalizada (realizada nos três países) com uma pesquisa baseada em rastreamento ocular (realizada apenas na Áustria).
KUPARINEN, 2016	O estudo abordou o processo de validação e desenvolvimento das heurísticas de usabilidade, para aplicações de mapas móveis. As heurísticas foram testadas por 58 avaliadores dando subsídio para avaliação de usabilidade de quatro diferentes aplicativos de mapas. É sugerido utilizar as heurísticas testadas neste trabalho como parte da metodologia de novos desenvolvimentos de aplicativos de mapas para dispositivos móveis.
LIMA et al., 2021	Foi abordado a aplicação de técnicas de Engenharia de Requisitos (ER) e User Centred Design (UCD), para o desenvolvimento de um WebGIS voltado para campi universitários visando a criação de rotas que integrassem os dados da base cartográfica de 34 um campus (outdoor) com seus dados de mapeamento indoor. O estudo de caso foi aplicado ao campus Centro Politécnico da UFPR.
KAYA et al., 2020	O estudo investigou a diferença em termos de usabilidade entre os sistemas operacionais iOS e Android. Visando medir a usabilidade dos aplicativos móveis, utilizando o SUS.

Fonte: Autoria própria (2021).

ESTUDOS QUE UTILIZARAM PROTOCOLO VERBAL

Os estudos contidos e analisados na seção “Protocolo verbal”, a Figura 1 ilustra a metodologia do primeiro trabalho selecionado que foi o de Mendonça, (2013).

Figura 1. Processo metodológico utilizado por Mendonça, (2013)

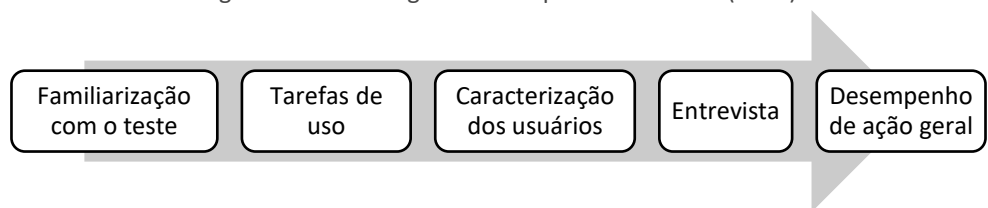


Fonte: Autoria própria (2021).

Os testes de usabilidade foram realizados em ambientes internos e externos. A coleta de dados foi por meio da aquisição de áudios e vídeos, no caso dos testes de posicionamento realizados em laboratório foi gravado a tela do usuário. Para os testes em campo os procedimentos foram apenas registrados em áudio e vídeo, tomando-se cuidado para filmar diretamente as interações efetuadas. O estudo realizado por Mendonça (2013), abordou exclusivamente realização de testes com usuários de interfaces cartográficas acessadas com dispositivos móveis.

Com uma perspectiva diferente da pesquisa de Mendonça (2013), os autores Li e Luximon (2019), avaliaram a usabilidade de usuários idosos que utilizam aplicativos acessados com dispositivos móveis. Os pesquisadores Li e Luximon (2019), consideraram a análise do “desempenho de ação geral” classificado em três níveis: (1) Ação bem-sucedida sem desafios de usabilidade; (2) Ação com desafios de usabilidade que os usuários conseguiram superar; (3) Ação com desafios de usabilidade que os usuários não conseguiram superar. A metodologia utilizada foi ilustrada na Figura 2.

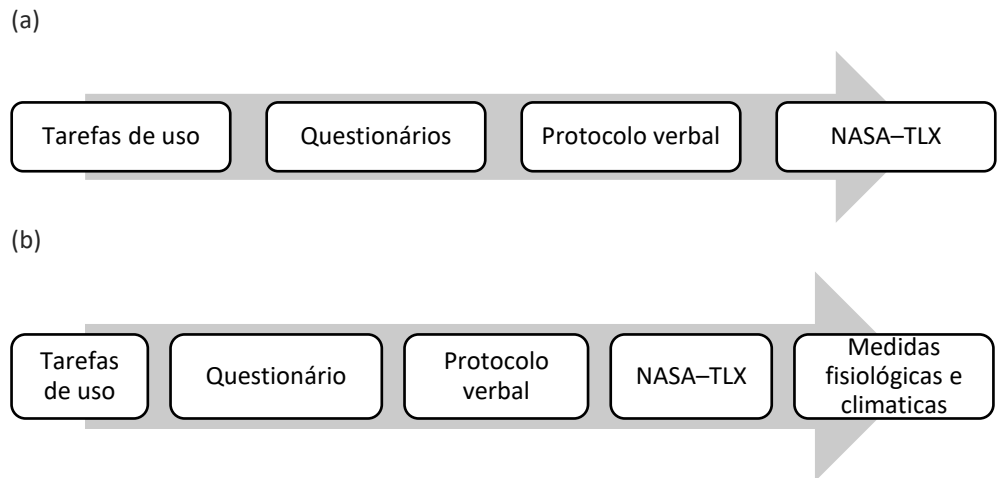
Figura 2. Metodologia utilizada por Li e Luximon (2019)



Fonte: Autoria própria (2021).

O estudo realizado por Pugliesi et al. (2013), apresentou um levantamento preliminar sobre os métodos utilizados na avaliação da carga mental de trabalho, em sistemas de navegação de guia de rota, foi enfatizado algumas técnicas para realização da avaliação de usabilidade, a partir da execução de tarefas de navegação por parte dos usuários, aplicação de questionários, técnicas de protocolo verbal associando entrevistas e protocolo Think aloud. A carga de trabalho dos participantes foi determinada pela aplicação do NASA-TLX e análise dos movimentos dos olhos. Os pesquisadores sugerem realizar coleta de dados fisiológicos dos participantes, como respiração e batimentos cardíacos. E coletar de variáveis da natureza ‘ambiental’ como o nível de ruído, iluminação e as condições climáticas (PUGLIESI et al., 2013). A metodologia utilizada pode ser visualizada na Figura 3.

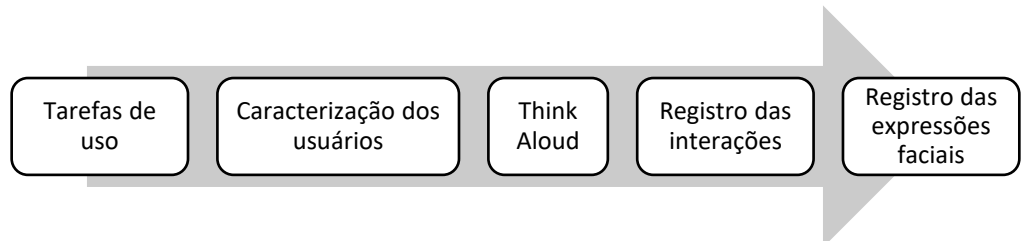
Figura 3. Metodologia empregada por Pugliesi et al. (2013). Teste em gabinete (a). Teste em campo (b)



Fonte: Autoria própria (2021).

Diferente dos estudos de Pugliesi et al. (2013), Mendonça (2013), Li e Luximon, (2019), a pesquisa elaborada por Carvalho et al. (2018), se propôs a investigar problemas de acessibilidade encontrados por usuários comuns e com deficiência visual em sites e aplicativos nativos usando dispositivos móveis. Assim como na abordagem de Mendonça (2013), foi realizado por Carvalho et al. (2018), a gravação de áudio e vídeo, visando registrar todas as interações dos usuários durante a execução das tarefas. Também foram registradas as expressões faciais dos usuários semelhantes à abordagem de Pugliesi et al. (2013). A adaptação da metodologia adotada por Carvalho et al. (2018), está ilustrada na Figura 4.

Figura 4. Metodologia empregada por Carvalho et al. (2018)

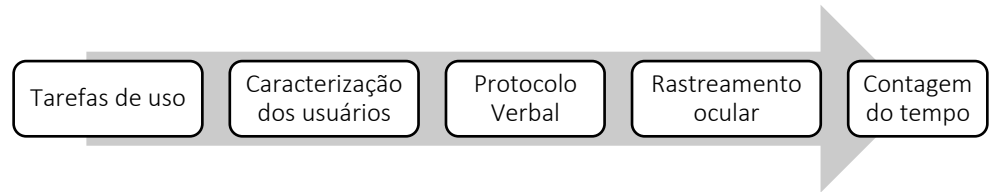


Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados coletados com a metodologia aplicada na pesquisa de Carvalho et al. (2018), foram analisados seguindo os critérios (a) Baixo: no qual os usuários superaram facilmente; (b) Médio: um problema que interrompeu o usuário por um curto período de tempo; (c) Grave: um problema que interrompeu o usuário por um longo período de tempo ou será difícil superar e continuar a tarefa (d) Catastrófico: um problema que impediu o usuário de continuar.

O estudo de usabilidade realizado por Bartling et al. (2019), combinou uma pesquisa qualitativa por meio de protocolo verbal e rastreamento ocular. Também disponibilizou aos usuários do mapa móvel e um conjunto de tarefas, os usuários foram caracterizados por meio da aplicação de questionários, a aplicação dos testes foi realizada em ambiente controlado, o que possibilitou o registro de dados facilmente. Adaptação da metodologia utilizada pode ser melhor visualizada na Figura 5.

Figura 5. Metodologia utilizada no estudo de Bartling et al. (2019)



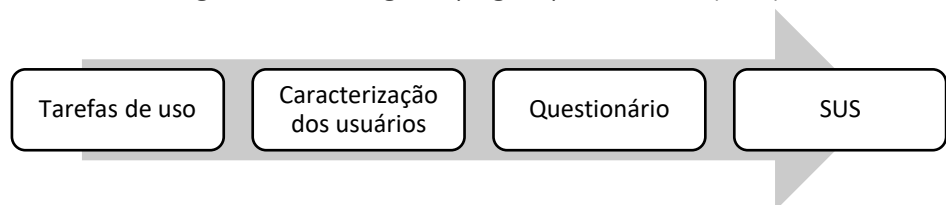
Fonte: Autoria própria (2021).

Nos estudos analisados foi perceptível a semelhança metodológica, principalmente na forma como foi executada a coleta de dados por meio de recursos que permitiram o registro de expressões faciais dos usuários, rastreamento ocular e medidas fisiológicas e climáticas. Outras características dos estudos que utilizaram metodologias compostas por protocolos verbais utilizaram tarefas de uso com o propósito de orientar os usuários que participaram dos testes de usabilidade.

ESTUDO QUE UTILIZARAM QUESTIONÁRIO

Os estudos contidos e analisados na seção “Questionário”. A aplicação do teste de usabilidade realizado por Lima et al. (2021), diferente dos demais tiveram uma abordagem multiplataforma, entre as quais estavam presentes dispositivos móveis e desktop, sem apresentar rigor quanto ao ambiente de teste, ficando a critério do voluntário. A metodologia utilizada por Lima et al. (2021), está ilustrada na Figura 6.

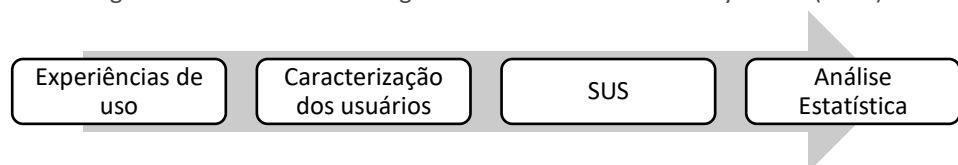
Figura 6. Metodologia empregada por Lima et al. (2021)



Fonte: Autoria própria (2021).

O estudo realizado por Kaya et al. (2020), se propôs a realizar medições de usabilidade de aplicativos móveis populares usados por pessoas localizadas na Turquia, utilizando a metodologia SUS, os participantes avaliaram os aplicativos com base em sua experiência, foi coletado dados referentes à caracterização dos usuários. Após a coleta dos dados, os resultados foram submetidos a análises estatísticas. Adaptação da metodologia utilizada pode ser melhor visualizada na Figura 7.

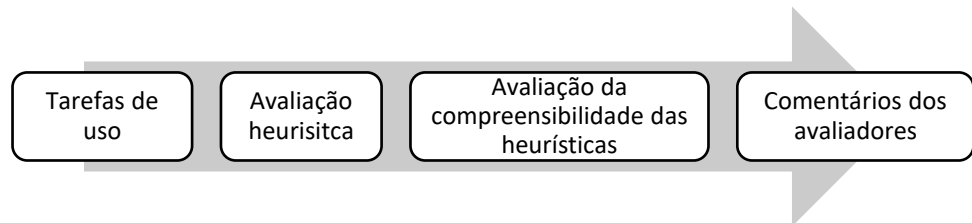
Figura 7. Processo metodológico utilizado no estudo de Kaya et al. (2020)



Fonte: Autoria própria (2021).

O método da pesquisa realizada por Kuparinen (2016), consistiu em utilizar tarefas de uso, motivando a utilização das heurísticas de usabilidade para avaliar mapas acessados por dispositivos móveis, em seguida os avaliadores preencheram um questionário sobre a compreensibilidade de cada uma das heurísticas por meio de estimativas numéricas com uma escala variando de 1 a 5, havia também a possibilidade de fazer comentários. Metodologia utilizada pode ser melhor visualizada na Figura 8.

Figura 8. Metodologia adotada no estudo de Kuparinen (2016)



Fonte: Autoria própria (2021).

As metodologias utilizadas por Lima et al. (2021) e Kaya et al. (2020), adotaram o questionário SUS, considerando o fato deste método possibilitar indicar quais tarefas os usuários demonstraram maior dificuldade ao executar as interações com o sistema. A metodologia empregada por Kuparinen (2016), não utilizou a aplicação de questionários tradicionais para avaliar um mapa digital acessado em dispositivo móvel em decorrência do contexto de sua avaliação, que foi estimar a compreensibilidade de cada heurística de usabilidade proposta e utilizadas pela autora para realizar avaliações heurísticas com especialistas.

MODELOS UTILIZADOS PARA AVALIAR SISTEMAS ACESSADOS COM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Os testes de usabilidade aplicados em dispositivos móveis podem ser realizados em diversos ambientes, como foi o exemplo de Mendonça, (2013) e Pugliesi et al. (2013), ambos estudos aplicaram o NASA-TLX, com o propósito de avaliar a carga de trabalho, por meio de uma escala multidimensional organizada em seis dimensões: demanda mental, demanda física, demanda temporal, esforço, desempenho e frustração. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de protocolos verbais como realização de entrevistas ou protocolo Think Aloud.

No caso de testes em ambientes não controlados, os estudos demonstraram maior tendência a utilizar métodos que não necessitam elevados investimentos em equipamentos tecnológicos ou com grande complexidade para realizar a coleta de dados. Outro aspecto observado a partir dos estudos considerados, foi o estabelecimento de objetivos específicos para realização dos testes de usabilidade, com a utilização de tarefas que visam orientar os usuários, durante a execução dos testes de usabilidade, independente do ambiente em que o teste foi aplicado.

Conforme os estudos analisados foi possível constatar indícios de ser realizada a aplicação de testes de usabilidade em ambientes controlados e ambientes não controlados variando conforme o propósito do teste de usabilidade. Contudo existem prós e contras em cada escolha, como por exemplo navegar em mapas em ambientes não controlados, pode ser desafiador e muito dinâmico. Outro fato é que a utilização de dispositivos móveis, em situações que o usuário se desloca na

rua, pode elevar a carga cognitiva dos usuários de maneira significativa, que é afetada por diversos estímulos externos provocada por interações audiovisuais voluntárias e involuntárias que os participantes ficam expostos ao longo dos testes.

Foi constatado que em aplicações de testes em ambientes controlados, geralmente são realizados de maneira "facilitada", ocasionado por uma diminuição substancial de estímulos involuntários como demonstrado nos trabalhos de (BARTLING et al., 2019; CARVALHO et al., 2018). Contudo a realização dos testes de usabilidade idealmente não deve se restringir a apenas um ou outro ambiente, mas sim serem realizadas em ambientes diversificados, em decorrência do fato dos usuários que acessam mapas por meio de dispositivos móveis normalmente interagem com seus dispositivos em diversos ambientes, podendo ficar sujeitos a restrições tecnológicas, largura de banda, fatores climáticos e interações sociais.

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS

Uma forma de avaliação quantitativa nos estudos analisados foi a aplicação do questionário SUS, utilizado nos estudos de Kaya et al. (2020) e Lima et al. (2021). Conforme foi constatado o método SUS é utilizado pois apresenta boa confiabilidade na avaliação dos sistemas. O questionário SUS é utilizado tradicionalmente como instrumento de pós-teste entregue após o usuário ter realizado todas as tarefas estipuladas na metodologia do teste.

Outra ferramenta utilizada é a avaliação da carga de trabalho por meio do NASA-TLX, como foi demonstrado nos estudos de Mendonça (2013) e Pugliesi et al. (2013). O NASA-TLX é um método utilizado na avaliação da carga de trabalho em diversos contextos, contudo é um questionário pós-tarefa, o que pode acarretar em aumento no tempo de testes, elevando a fadiga dos participantes, além de interromper o fluxo natural de interação com o sistema avaliado.

O método SUS e o NASA-TLX mensuram a percepção subjetiva do usuário, sendo necessário atrelar a coleta de dados que possibilitam mensurar o desempenho objetivo, entre os quais foi constatado nos estudos abordados a utilização da contagem do tempo, tarefas concluídas com sucesso ou sem sucesso, através de tarefas de uso que estimularam os participantes a interagirem com as ferramentas disponibilizadas nas interfaces, entre outros critérios de avaliação objetivos. Fatores como estes devem ser considerados e complementados preferencialmente com elementos qualitativos, como observações, protocolos verbais ou questões discursivas aplicadas durante o teste, considerando que cada participante pode apresentar total divergência na percepção dos significados das escalas numéricas utilizadas para mensurar os parâmetros dos métodos que se utilizam respostas psicométricas utilizadas habitualmente em questionários cuja as respostas estão relacionadas a escala de Likert que é amplamente utilizada em pesquisas de opinião.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem dois tipos de metodologias comumente utilizadas nas avaliações de usabilidade, voltadas a aplicações em mapas acessados por dispositivos móveis, denominadas estudos em ambientes controlados e não controlados. Em

ambientes controlados, os usuários geralmente realizam as interações com o sistema com menor nível de distrações provocadas por fatores externos, os recursos disponíveis para a coleta de dados são limitados apenas por questões financeiras e éticas. Porém as condições de teste em ambientes não controlados podem apresentar significativo aumento na complexidade em relação aos ambientes controlados. O que pode sugerir que a avaliação de mapas digitais testados apenas em ambientes controlados pode não revelar problemas de utilização no cotidiano dos usuários, como dificuldades de navegação em que o usuário não interage com os componentes geográficos das representações cartográficas. É importante considerar o contexto da interação cartográfica, uma vez que tal contexto provavelmente terá impacto significativo na utilização do mapa.

Para ser coletado dados de forma abrangente é recomendado a aplicação de testes de usabilidade em ambientes controlados e ambientes não controlados. A partir das análises realizadas é possível concluir que os estudos de campo geralmente consomem mais tempo do que o teste em laboratório e dependendo do tipo de análise realizada os custos financeiros podem aumentar significativamente. O método adotado para realizar a avaliação de usabilidade deve ser escolhido cuidadosamente em relação à natureza da aplicação móvel. A escolha do método de avaliação em ambientes não controlados deve considerar fatores, como a atenção dos participantes não estar totalmente direcionadas para as tarefas do teste, devido a estímulos audiovisuais externos, portanto é fundamental optar por tarefas que possibilitem aos usuários realizarem interações simples e objetivas, visando a diminuição do tempo de teste e principalmente da carga cognitiva dos voluntários, assim como considerações referentes a restrições tecnológicas, entrada de dados, largura de banda, poder de processamento e recursos de exibição, podem impactar as estratégias de interação cartográfica realizadas pelos participantes durante a realização dos testes.

O presente estudo pode auxiliar profissionais que visam avaliar a usabilidade de mapas digitais utilizando metodologias como análises de entrevistas, questionários, contagem do tempo, fatores climáticos e sinais vitais. Realizando a combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Inclusive reorganizando os diferentes métodos para atender as necessidades de dados que serão fornecidos à equipe de desenvolvedores e designers. A aplicação do protocolo verbal em conjunto com a realização de gravações das sessões de teste, é uma eficiente maneira de ser realizado as sessões de testes de usabilidade em diversos ambientes, possibilitando o armazenamento de vários detalhes, permitindo aos avaliadores identificar problemas de usabilidade no sistema testado e aliando métodos qualitativos e quantitativos. Geralmente a configuração da interface de teste pode ser realizada de maneira simples. Uma forma é por meio da realização de chamadas de vídeo com os voluntários, utilizando ferramentas que permitem diálogos e compartilhamento de tela em tempo real, entre o participante e o moderador do teste.

Usability of maps accessed by mobile devices

ABSTRACT

The use of mobile devices to access and interact with digital maps is on the rise. However, the technological revolution presents great challenges for scholars and professionals who produce maps, with an increasing need for digital maps to be designed considering the needs of users. However, usability assessment methods have advantages and limitations, when it comes to projects that involve changes in the ways in which maps are produced and consumed, the methodologies that make it possible to carry out usability tests can be considered generic, with no specifics to assess the interface mapping of maps accessed by mobile devices. Aiming to contribute to the improvement of usability assessments applied to digital maps, the aim of this study was to review methodologies that used usability tests application in interfaces accessed by mobile devices, analyzing and discussing the criteria adopted for applications in cartographic practice, making it possible to organize and discuss methodologies commonly used in evaluating the usability of maps accessed by mobile devices, reproducing methodologies in an objective way. Evidencing the possibility of using combinations of methods that allow the collection of comprehensive data, including interviews, questionnaires, time counting and other protocols. The choice of the method for evaluating usability in uncontrolled environments must be carried out through the adoption of tasks with low complexity, aiming to reduce the user's cognitive load, as well as considerations regarding technological restrictions, data entry, bandwidth, processing power and display capabilities. They can significantly impact cartographic interaction during testing sessions.

KEYWORDS: Digital map. Usability. Mobile device.

AGRADECIMENTO

O primeiro autor agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo a pesquisa e apoio financeiro, processo 88887.601430/2021-00.

REFERÊNCIAS

AGUADO, J. M. Emerging perspectives on the mobile content evolution. **IGI Global**, 2015.

BARTLING, M., RESCH, B., EITZINGER, A., ZURITA-ARTHOS, L. A multi-national human-computer interaction evaluation of the public participatory GIS GeoCitizen. **GI_Forum**, v.7, p.19-39, 2019. https://doi.org/10.1553/giscience2019_01_s19.

BEVAN, N. Human Computer Interaction Standards. **Elsevier**. V.20, p.885-890, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0921-2647\(06\)80326-6](https://doi.org/10.1016/S0921-2647(06)80326-6).

BROOKE, J. SUS A quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.

CARVALHO, M. C. N., DIAS F. S., REIS, A. G. S., FREIRE, A. P. Accessibility and Usability Problems Encountered on Websites and Applications in Mobile Devices by Blind and Normal-Vision Users. Normal-Vision Users. In **Proceedings of SAC 2018: Symposium on Applied Computing**, Pau, France, April 9–13, 2018. <https://doi.org/10.1145/3167132.3167349>.

CHAMMAS, A., QUARESMA, M., MONTALVÃO, C. A closer look on the user centred design. **Procedia Manufacturing**, v.3, p.5397-5404, 2015. [10.1016/j.promfg.2015.07.656](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.656).

COLEMAN, N. SUMI (Software Usability Measurement Inventory) as a knowledge elicitation tool for improving usability. **Unpublished BA Honours thesis, Dept. Applied Psychology, University College Cork**, Ireland, 1993.

COOPER, G.E., HARPER, R. P. The use of pilot ratings in the evaluation of aircraft handling qualities (NASA Ames Technical Report NASA TN-D-5153). **Moffett Field, CA: NASA Ames Research Center**, 1969.

COURSARIS, C. K., OSCH, V. W. A Cognitive-Affective Model of Perceived User Satisfaction (CAMPUS): The complementary effects and interdependence of usability and aesthetics in **IS design**. **Information & Management**, v.53, p.252-264, 2016. [10.1016/j.im.2015.10.003](https://doi.org/10.1016/j.im.2015.10.003).

DOURADO, M. A. D., CANEDO, E. D. Usability heuristics for mobile applications a systematic review. 2018. [10.5220/0006781404830494](https://doi.org/10.5220/0006781404830494).

HARLEY, J. M., LIU, Y., AHN, T. B.; LAJOIE, S. P., GRACE, A. P., HALDANE, C., MCLAUGHLIN, B. I've got this: Fostering topic and technology-related emotional engagement and queer history knowledge with a mobile app. **Contemporary Educational Psychology**, v.59, 2019. [10.1016/j.cedpsych.2019.101790](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101790).

HARPER, B. D., NORMAN, K. L. Improving user satisfaction: The questionnaire for user interaction satisfaction version 5.5. In: **Proceedings of the 1st Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference**. p.224-228, 1993.

HART, S. G., STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In **P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), Advances in Psychology**, v.52, p.139–183, 1988. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9).

HERTZUM, M., BORLUND, P., KRISTOFFERSEN, K. B. What do thinking-aloud participants say? A comparison of moderated and unmoderated usability sessions. **International journal of human-computer interaction**, v.31, p.557-570, 2015. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1065691>.

HOEHLE, H., VENKATESH, V. Mobile application usability: conceptualization and instrument development. **Mis Quarterly**, v.39, p.435-472, 2015.

ISO 9241-11. Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Usability: Definitions and concepts. 2018.

KARAMPANAH, S. A survey of usability issues in mobile map-based systems. Master of Science in **Geospatial Technologies Institute for Geoinformatics (ifgi) University of Münster**. 2019. <http://hdl.handle.net/10362/67711>.

KAYA, A., OZTURK, R., GUMUSSOY, C. A. Usability measurement of mobile applications with system usability scale (SUS). In: **Industrial Engineering in the Big Data**. p. 389-400, 2019.

KOMARKOVA, J., SEDLAK, P., HABRMAN, J., CERMAKOVA, I. Usability evaluation of web-based gis by means of a model. In **2017 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT)**, p.191-197, 2017. [10.1109/DT.2017.8024296](https://doi.org/10.1109/DT.2017.8024296).

KOMARKOVA, J., SEDLAK, P., NOVAK, M., MUSILOVA, A., SLAVIKOVA, V. Methods of usability evaluation of Web-based geographic information systems.

International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, v.5, p.33-41, 2011.

KOMARKOVA, J., SEDLAK, P., STRUSKA, S., DYMAKOVA, A. Usability Evaluation the Prague Geoportal: Comparison of Methods. In **2019 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT)**, p.223-228, 2019. [10.1109/DT.2019.8813723](https://doi.org/10.1109/DT.2019.8813723).

KOVACIC, Z. J., GREEN, J. S. Automatic Grading of Spreadsheet and Database Skills. **Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice**, v.11, p.53–70, 2012. [10.28945/1562](https://doi.org/10.28945/1562).

KUPARINEN, L. Validation and Extension of the Usability Heuristics for Mobile Map Applications. In T. Bandrova, & M. Konecny (Eds.), **ICC & GIS 2016: Proceedings of the 6th International Conference on Cartography & GIS Sofia: Bulgarian Cartographic Association**, V.1, p.414- 423, 2016. [10.13140/RG.2.1.4834.4563](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4834.4563).

KUPARINEN, L. Validation and extension of the usability heuristics for mobile map applications. In: ICC & GIS 2016: Proceedings of the 6th International Conference on Cartography & GIS. **Bulgarian Cartographic Association**, v.2, 2016. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201607253666>.

LI, Q., LUXIMON, Y. Older adults' use of mobile device: usability challenges while navigating various interfaces. **Behaviour & Information Technology**, v. 39, n. 8, p. 837-861, 2019. [10.1080/0144929X.2019.1622786](https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1622786).

LIMA, M. D. C., DELAZARI, L. S., ERCOLIN, L., ANTUNES, A. P. Development of a webgis for university campus using an approach based on user-centred design techniques. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.27, 2021.

MENDONÇA, A. L. A. Avaliação de interfaces cartográficas para dispositivos com tela sensível ao multitoque. Tese de doutoramento. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, 2013.

NACHEVA, R. Standardization Issues of Mobile Usability. 2020.

NIELSEN, J. Usability Engineering. 1993.

PAULOVSKI, K. T., COLAVITE, A. P. Mapeamento colaborativo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v.11, p.70-84, 2020. <https://doi.org/10.14393/BGJ-v11n1-a2020-56995>.

PHILIPP. Why 'mobile first' is the new 'responsive'. Disponível em: <http://metamonks.com/mobilefirst-vs-responsive/>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

PUGLIESI, E. A., DECANINI, M. M. S., RAMOS, A. P. M., TSUCHIYA, Í. Métodos para Avaliação da Usabilidade de Sistemas de Navegação e Guia de Rota. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.65, 2013.

REID, G.B., NYGREN, T.E. The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload. In P.A. Hancock & N. Meshkati. **Elsevier**, p.185–218, 1988. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62387-0](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62387-0).

ROTH, R. E., ÇÖLTEKIN, A., DELAZARI, L., FILHO, H. F., GRIFFIN, A., HALL, A., VAN ELZAKKER, C. P. User studies in cartography: opportunities for empirical research on interactive maps and visualizations. **International Journal of Cartography**, v.3, p.61-89, 2017. <https://doi.org/10.1080/23729333.2017.1288534>.

ROTH, R. E., ROSS, K. S., MACEACHREN, A. M. User-centered design for interactive maps: A case study in crime analysis. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v.4, p.262-301, 2015.

ROTH, R. What is mobile first cartographic design. In: **ICA Joint Workshop on User Experience Design for Mobile Cartography; International Cartographic Association**: Bern, Switzerland. 2019.

SAARE, M. A., HUSSAIN, A. B., JASIM, O. M., MAHDI, A. A. Usability evaluation of mobile tracking applications: A systematic review. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v.14, p.119-128, 2020.

SAURO, J., ZAROLIA, P. SUPR-Q: A comprehensive measure of the quality of the website user experience. **Journal of Usability Studies**, v.10, p.68–86, 2015.

SCHIRRA, S., ALLISON, C. I know what the companies are wanting more of: Professional Participants in Online Usability Studies. In **Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Montreal, Canada. 2018. [10.1145/3170427.3188681](https://doi.org/10.1145/3170427.3188681).

SONNENBERG, C. Mobile Media Usability: Evaluation of Methods for Adaptation and User Engagement. **Journal of Media Management and Entrepreneurship (JMME)**, v. 2, n. 1, p. 86-107, 2020. [10.4018/JMME.2020010106](https://doi.org/10.4018/JMME.2020010106).

TAN, W., LIU, D., BISHU, R. Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.39, p.621-627, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.012>.

TENORIO, J. M., COHRS, F. M., SDEPANIAN, V. L., PISA, I. T., FÁTIMA M. H. Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. **Revista de Informática teórica e aplicada**, v.17, p.210-220, 2011. <https://doi.org/10.22456/2175-2745.12119>.

VAN SOMEREN, M. W., BARNARD, Y. F., SANDBERG, J. A. C. The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive. **London: Academic Press**, 1994.

WANGENHEIM, C. G. V.; BORGATTO, A., WITT, A. T.; KRONE, C. MATch Checklist formulário que serve de apoio à avaliação heurística. 2013. Disponível em: <<http://match.inf.ufsc.br:90/>>. Acesso em: 03, maio de 2021.

WILMER, H. H., SHERMAN, L. E., CHEIN, J. M. Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning. **Frontiers in psychology**, v. 8, p.605, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00605>.

WROBLEWSKI, L. Mobile first: Preface de jeffrey zeldmann . **Edições Eyrolles**, 2012.

YANG, Z., ASBURY, K., GRIFFITHS, M, D. An exploration of problematic smartphone use among Chinese university students: Associations with academic anxiety, academic procrastination, self-regulation and subjective wellbeing. **International Journal of Mental Health and Addiction**, v.17, n.3, p.596-614, 2019. [10.1007/s11469-018-9961-1](https://doi.org/10.1007/s11469-018-9961-1).

Recebido: 07 jul. 2021

Aprovado: 18 out. 2021

DOI: 10.3895/rbgeo.v10n2.14493

Como citar: MARTINS, V. E.; SCHMIDT, M. A. R. Usabilidade de mapas acessados por dispositivos móveis.

R. bras. Geom., Curitiba, v. 10, n. 2, p. 077-096, abr./jun. 2022. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Vinicius Emmel Martins

Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geomática. Centro Politécnico Jardim das Américas, s/n, CEP 81531980, Curitiba, Paraná, Brasil

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

