

Heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicações móveis: estudo de caso para aulas de campo em Geologia

Larissa Castro Rocha
Universidade Federal do Ceará
MDCC, GREat
Fortaleza/CE. Brasil
larissarocha@great.ufc.br

Rossana M. C. Andrade
Universidade Federal do Ceará
MDCC, GREat
Fortaleza/CE. Brasil
rossana@great.ufc.br

Andréia Libório Sampaio
Universidade Federal do Ceará
Campus Quixadá
Quixadá/CE. Brasil
andreia.ufc@gmail.com

ABSTRACT

To evaluate the usability of mobile applications is necessary to consider the peculiarities of these devices, such as mobility, hardware constraints and context of use. In order to improve the usability evaluations of these applications, existing techniques are adapted so that these characteristics are taken into account. This paper presents the results of a study conducted to identify works that adapted heuristics to evaluate mobile applications. Then, two sets of these heuristics are selected to evaluate a mobile application that assist classes of Geology, the Geomóvel, in order to identify their usability problems and analyze the results.

RESUMO

Para avaliar a usabilidade de aplicações móveis é necessário atentar para as particularidades desses dispositivos, como por exemplo, mobilidade, restrições de hardware e contexto de uso. A fim de melhorar as avaliações de usabilidade dessas aplicações, técnicas existentes são adaptadas de forma que essas características sejam levadas em consideração. Esse artigo apresenta os resultados de um estudo realizado para identificar trabalhos que adaptaram heurísticas para avaliar aplicações móveis. Em seguida, dois conjuntos dessas heurísticas são selecionados para avaliar uma aplicação móvel voltada para aulas de campo de Geologia, o Geomóvel, a fim de identificar seus problemas de usabilidade e analisar os resultados encontrados.

Descritor de Categorias e Assuntos

D.2.2 [Software Engineering]: Design Tools and Techniques – user interfaces.

H.1.2 [Models and Principles]: User/Machine Systems – *Human factors, Human information processing.*

H.5.2 [Information Interfaces and Presentation]: User Interfaces – *Evaluation/methodology, Input devices and strategies, Interaction styles, screen design.*

Termos Gerais

Measurement, Design, Experimentation, Human Factors, Verification.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
XXXXXXXXXXXXX – As informações serão preenchidas no processo de edição dos Anais.

Palavras Chaves

avaliação heurística, usabilidade, aplicações móveis.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento acelerado dos dispositivos móveis tem estimulado o crescimento de aplicações móveis, o que acaba influenciando na melhoria da mobilidade, praticidade e a capacidade dos usuários na utilização de serviços e aplicativos nesses dispositivos [3].

No desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, processos de verificação do software, além de ser planejado, tem que ser realizado em função da mobilidade e de outras limitações do ambiente onde está inserido. Sendo assim, mobilidade e limitações dos dispositivos, tais como pouca memória, baixo processamento, tela pequena, capacidade de armazenamento e consumo de energia, demandam uma adaptação no processo tradicional de teste de software [7,8].

Assim, considerando essas particularidades, as aplicações móveis devem ser fáceis de utilizar, elas devem ser flexíveis, possuir interfaces simples e intuitivas e permitir que o usuário adapte-se facilmente de acordo com o ambiente de uso. Assim, elas precisam ter boa usabilidade.

Avaliar a usabilidade dessas aplicações é de grande importância para o desenvolvimento e aceitação das mesmas. Técnicas baseadas em inspeções tem se mostrado bastante vantajosas, uma vez que melhora a qualidade de uso dessas aplicações e possuem um baixo custo de aplicação. Uma pesquisa [4] revelou a utilização de métodos-base que foram adaptados para definição de novas propostas de avaliação da usabilidade de sistemas móveis. Dentre os métodos-bases escolhidos pelos trabalhos do mapeamento sistemático realizado, as Heurísticas de Nielsen seguem como as mais utilizadas.

A Avaliação Heurística é uma técnica de inspeção, onde os avaliadores percorrem as interfaces dos sistemas durante um processo de interação, para identificar problemas de usabilidade. O avaliador é guiado por um conjunto de diretrizes com características desejáveis para uma boa interação e interface, chamadas Heurísticas [22,23,24].

As heurísticas propostas por Nielsen são diretrizes genéricas, aplicáveis a quaisquer interfaces. Para melhorar o desempenho e os resultados da avaliação de usabilidade, pesquisadores utilizam esse método-base para adaptar as heurísticas para sistemas específicos, tornando a avaliação mais adequada a cada domínio de aplicação, a fim de realizar a Avaliação Heurística com mais eficiência e eficácia.

Este trabalho apresenta então uma revisão bibliográfica cujo objetivo é identificar trabalhos que adaptaram heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicações móveis. A partir dos resultados dessa revisão, dois conjuntos de heurísticas são selecionados dentre as pesquisadas para avaliar uma aplicação móvel, o Geomóvel, brevemente descrito a seguir.

O Geomóvel auxilia alunos do curso de Geologia durante aulas de campo, através da utilização de recursos embutidos nos dispositivos móveis, como bússola, acelerômetro, GPS, câmera e microfone [18]. O Geomóvel então é considerado uma aplicação que utilizatecnologias de aprendizagem auxiliadas por computação móvel, por exemplo, smatphones e tablets, durante o processo de aprendizagem (*m-learning*).

Esse estudo de caso é realizado para avaliar a usabilidade do Geomóvel a fim de identificar problemas que precisam ser corrigidos para um melhor desempenho de uso da aplicação pelos alunos em suas aulas de campo. O estudo também busca apontar em quais telas e em quais diretrizes de usabilidade o sistema possui mais problemas e suas gravidades.

A organização desse artigo é descrita a seguir. A seção 2 apresenta os conceitos sobre usabilidade e sua avaliação em dispositivos móveis, apresentando os seus principais desafios. Na seção 3 é apresentada a técnica Avaliação Heurística, os desafios dessa técnica para avaliar a usabilidade de aplicações em dispositivos móveis e os trabalhos relacionados com o tema. A aplicação Geomóvel que é utilizada para o estudo de caso é apresentada na seção 4. O planejamento e a execução do estudo de caso são explicados na seção 5. Na seção 6 é feita a análise dos resultados do estudo de caso e, na seção 7, as considerações finais do trabalho são apresentadas.

2. AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A Interação Humano-Computador (IHC) é uma disciplina preocupada com o design de sistemas computacionais eficientes, seguros, funcionais e agradáveis aos usuários. Os estudos em IHC preocupam-se em entender como as pessoas utilizam os sistemas, de modo a desenhar interfaces que preencham melhor os objetivos e necessidades dos usuários [1].

A interface está fortemente ligada com a interação, pois a interface determina as ações de interações possíveis. Quando definimos como a interação deve ocorrer estamos restringindo ou determinando algumas características da interface, e vice-versa. O contexto de uso influencia a forma como os usuários percebem e interpretam a interface, e também seus objetivos.

O aperfeiçoamento da Interação Humano-Computador aumenta a qualidade de uso de sistemas. Isso torna-se uma vantagem competitiva e importante que agrega valor ao produto. Um dos critérios de qualidade de uso que respondem se as características da interação e interface são adequadas é a Usabilidade [1].

A Usabilidade está relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso [22]. A norma ISO/IEC 9126 (1991) foi a primeira norma que definiu o termo usabilidade como sendo:

“Um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo, e relacionados com a avaliação individual de tal uso por um conjunto específico de usuários.”

Em 1998, a ISO 9241-11, define usabilidade como sendo:

“O grau em que um produto é usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com

eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.”

Para facilitar o entendimento deste segundo conceito, é importante esclarecer alguns termos. O usuário é a pessoa que interage com o produto; a eficácia é a precisão e completeza com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados; a eficiência é a precisão e completeza com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos; a satisfação é o conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos ou objetivos; o contexto de uso está relacionado com usuários, tarefas, equipamentos, ambiente físico e social, no qual o produto é usado.

Para avaliar a usabilidade de sistemas em geral, técnicas foram criadas para guiar os avaliadores durante a avaliação, a fim de maximizar a identificação dos problemas de usabilidade.

Existem técnicas de inspeção e técnicas de observação [1]:

- As técnicas de inspeção permitem ao avaliador investigar e identificar problemas de usabilidade nas soluções de interfaces dos sistemas e não envolve diretamente o usuário final. São métodos baseados em *checklists* e itens de verificações, eles podem ser utilizados em especificações de interfaces, protótipos ou sistemas completos. São exemplos de métodos desse tipo: Avaliação Heurística, Percurso Cognitivo, Inspeção Semiótica.
- As técnicas de observação permitem ao avaliador analisar as interações dos usuários com o sistema enquanto realizam suas atividades. Essas técnicas permitem identificar problemas reais, uma vez que a avaliação está sendo feita observando os usuários reais utilizarem o sistema. São exemplos de métodos de observação: Teste de Usabilidade, Avaliação de Comunicabilidade, Prototipação.

Para avaliar a usabilidade em dispositivos móveis é importante considerar os aspectos desafiadores de tais produtos. De acordo com [10] o projeto desses dispositivos são influenciados por 3 aspectos principais: eles são usados nas mãos dos usuários, eles são operados de maneira sem fio, eles suportam a adição de novas aplicações e tem conexão com internet.

Outros importantes aspectos a se considerar são [17]: eles têm tamanho de tela pequena, os botões dos dispositivos geralmente possuem mais de uma função e capacidades de memória e processamento limitados.

Outro desafio é o contexto de uso dos dispositivos móveis, pois ele não é bem definido. Depende de onde a interação é feita e como é feita. O usuário pode estar na fila de um banco, enquanto usa o dispositivo com uma mão, ou pode estar sentado no banco de uma praça usando o dispositivo com as duas mãos em modo paisagem, entre outros [14].

Em [29] foi proposto um modelo de qualidade para apoiar a avaliação da interação humano-computador em sistemas ubíquos, que tem como uma das características principais a sensibilidade ao contexto de uso. Este modelo consiste em características e subcaracterísticas que tem impacto na qualidade da interação do usuário com esses sistemas. Além do mapeamento sistemático que gerou esse modelo, medidas foram propostas para quantificar a avaliação da IHC em sistemas ubíquos.

Portanto, para avaliar a usabilidade desses dispositivos é preciso considerar essas particularidades e adequar às técnicas já existentes. Este trabalho utilizará como base a técnica Avaliação

Heurística para avaliar a usabilidade de interfaces de dispositivos móveis.

3. AVALIAÇÃO HEURÍSTICA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

3.1 Avaliação Heurística

Em 1990, Nielsen e Molich [25] propuseram a Avaliação Heurística, a fim de encontrar problemas de usabilidade durante o desenvolvimento de sistemas interativos. Essa técnica direciona os avaliadores a inspecionar, de forma sistemática, a interface dos sistemas de forma a identificar problemas que comprometam a boa usabilidade. O direcionamento é feito por diretrizes de usabilidade, chamadas por Nielsen de heurísticas, que descrevem recomendações para interfaces e interação [1].

Para a realização de uma avaliação com heurísticas, em 1993, Nielsen e Landauer [23], após a realização de um estudo para determinar o número de participantes ideal necessário para encontrar problemas de usabilidade com heurísticas, recomendam de três a cinco avaliadores, que podem identificar em torno de 75% a 95% dos problemas, uma vez que cada avaliador pode encontrar em torno de 35% dos problemas; porém, esses números podem variar de acordo com a experiência de cada avaliador. Um avaliador sem expertise em usabilidade, em geral, identifica 22% dos problemas. Os avaliadores peritos em usabilidade identificam 41%. No entanto, os avaliadores peritos em usabilidade e especializados em avaliação de interfaces identificam até 60% dos problemas [20].

É recomendado que a avaliação heurística ocorra em três estágios [1,27]:

- Preparação (sessão breve e preliminar): nesse primeiro estágio são definidas e organizadas as telas que serão avaliadas e a lista de heurísticas a ser usada; em síntese, se diz aos avaliadores o que e como fazer.
- Coleta de Dados e Interpretação (período de avaliação): cada avaliador, individualmente, inspeciona cada uma das telas com o intuito de identificar se as diretrizes estão sendo seguidas; caso alguma diretriz seja violada, então, é considerado um problema potencial na interface. Assim, o avaliador anota qual diretriz foi violada, em qual tela, em que local, qual a gravidade do problema e uma justificativa.
- Consolidação dos resultados e Relato dos resultados (sessão de resultados): ao final das inspeções, todos os avaliadores se reúnem para discutir os resultados e apresentar um relatório consolidado único.

Quando se escolhe heurísticas para realizar uma Avaliação Heurística, há duas principais alternativas: heurísticas genéricas e heurísticas específicas. As heurísticas específicas podem ser mais difíceis de entender e aplicar, mas elas podem detectar problemas de usabilidade relacionados ao domínio de aplicação. As heurísticas genéricas são geralmente mais fáceis de entender e aplicar, mas elas podem não identificar alguns problemas de usabilidade [13].

As heurísticas conhecidas como “As 10 heurísticas de Nielsen”, são genéricas. Elas são utilizadas muitas vezes como um método-base para gerar heurísticas específicas para um determinado domínio de aplicação.

Embora as heurísticas propostas por Nielsen e Molich sejam as precursoras, Moraes e Rosa [20] afirmam que existem, na literatura, diversas listas de heurísticas, princípios ou critérios

ergonômicos que podem ser usados para esse tipo de avaliação. Apesar disso, geralmente, essas listas são genéricas e pouco específicas, sendo necessária uma adaptação para um resultado mais eficaz.

3.2 Desafios da Avaliação Heurística em Dispositivos Móveis

A Avaliação Heurística tem sido criticada por sua capacidade relativamente fraca para encontrar problemas de usabilidade e prever o seu alcance e gravidade real [26,6,11,16]. Muitas vezes, avaliadores experientes colocam-se na posição de um usuário inexperiente ou um usuário experiente. Na psicologia é uma opinião comum que a introspecção não é um método objetivo [31]. Isto sugere que os métodos de avaliação baseados na introspecção não são confiáveis.

Um avaliador usando avaliação heurística, ou qualquer outro método de avaliação, tem que ter em mente os múltiplos fatores que podem afetar o resultado da avaliação. Em [32], o autor reúne os fatores que têm sido mostrados para afetar os resultados da avaliação heurística:

Em relação ao método de avaliação:

- Heurísticas usadas;
- Número de avaliadores;
- Cenários;
- Tempo gasto na avaliação.

Em relação às características do avaliador:

- Experiência na área de usabilidade;
- Experiência com o domínio de aplicação;
- Experiência com as heurísticas usadas;
- Conhecimento do contexto de uso.

Em relação ao sistema avaliado e seu contexto:

- Ambiente de avaliação (laboratório vs. contexto real).

Estudos empíricos mostram que os fatores aqui apresentados podem afetar o resultado da avaliação heurística. A meta de utilização de cenários ou um ambiente realista é realmente para aumentar o conhecimento do avaliador do contexto de uso.

Diferentes heurísticas e os meios utilizados para reportar problemas de usabilidade têm sido estudados. A importância da compreensão dos avaliadores das heurísticas utilizadas e o método em si tem sido discutido [26,16]. Ainda assim, a fim de manter a implementação rápida e barata do método, ainda não está claro que tipo de formação seria a mais adequada. O critério para julgar os avaliadores como especialistas ou iniciantes na área de usabilidade também necessita de uma definição [5].

Um dos desafios na avaliação de usabilidade de dispositivos móveis é o seu contexto dinâmico de uso. Tipos de contexto importantes incluem localização, identidade, tempo e atividade [9]. Como não é possível cobrir todas as situações possíveis de uso durante a avaliação, deve-se escolher as mais relevantes para o estudo.

A principal motivação para estabelecer um determinado contexto é a de aumentar a compreensão do sistema em torno do ambiente. Isso permite que o projetista crie sistemas que agem de forma diferente em diferentes contextos, e se eles são bem projetados

irão corresponder às expectativas do usuário em cada contexto (i.e., situação) em que ele se encontra [30].

3.3 Trabalhos Relacionados

Uma busca na literatura foi realizada a fim de responder a seguinte questão de pesquisa: “Quais heurísticas estão sendo criadas/utilizadas para avaliar a usabilidade de aplicações em dispositivos móveis?”.

A busca foi realizada nas bases de dados ACM, IEEE e SCOPUS, utilizando a seguinte string de busca:

(“heuristic evaluation” or “Nielsen”) and (“mobile”)

Um total de 73 artigos foi encontrado para leitura de seus resumos. Após essa leitura, foram selecionados 5 trabalhos, [19,15,2,21,12] que continham heurísticas ou diretrizes específicas para avaliar a usabilidade de aplicações em dispositivos móveis. Os demais trabalhos apresentaram assuntos relacionados a avaliação heurística e a computação móvel, mas não desenvolveram ou adaptaram heurísticas que pudessem ser utilizadas para o estudo em questão.

Os 5 trabalhos foram lidos por completo e todos eles relataram a necessidade de se ter heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de dispositivos móveis, por conta de todas as particularidades presentes nesses dispositivos. Eles estão apresentados na Tabela 1 e são descritos brevemente a seguir.

Tabela 1. Trabalhos relacionados

Título	Ano	Referência
A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design.	2013	[19]
A Usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface.	2006	[15]
Appropriating and Assessing Heuristics for Mobile Computing.	2006	[2]
Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Device.	2013	[21]
Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices.	2012	[12]

Em [19], destacou-se a evolução dos smartphones como um dispositivo multifuncional, com capacidades avançadas, mas que essa tecnologia ainda permanece inacessível para muitas pessoas com deficiência visual ou deficiência dos membros superiores. Portanto, esse artigo elaborou um *checklist* heurístico para avaliar a interface do smartphone acessível, foi desenvolvido através de padrões de design, diretrizes já existentes e validando as diretrizes com os usuários. Um total de 44 itens estava presente no *checklist* para avaliação da usabilidade. Como o Geomóvel, aplicação a ser avaliada nesse trabalho, não tem o mesmo público alvo do trabalho relacionado, optou-se por não utilizar as diretrizes desse trabalho no estudo de caso.

O estudo realizado em [15] teve como objetivo desenvolver um *checklist* de usabilidade para permitir que profissionais que desenvolvem interfaces para telefones móveis avaliem essas interfaces a fim de explorar os problemas de usabilidade de uma forma abrangente. Esse *checklist* de usabilidade é baseado principalmente em avaliações heurísticas comumente usadas e

destina-se a avaliar cada elemento da interface a partir do ponto de vista dos desenvolvedores dessas aplicações.

Foram criados um total de 127 itens de verificação baseados em princípios de usabilidade relacionados a esse domínio de aplicação. Por conter muitos itens de verificação, esse conjunto de diretrizes não foi escolhido para ser aplicado no estudo de caso desse trabalho, pois demandaria muito tempo dos especialistas. Além disso, optamos pelos trabalhos relacionados mais recentes.

Em [2], foi descrita inicialmente uma metodologia para desenvolver heurísticas de usabilidade apropriadas para computação móvel. Os autores desse artigo trabalharam inicialmente analisando trabalhos relacionados à avaliação da interação humano-computador em dispositivos móveis, a fim de encontrar os problemas de usabilidade no uso desses dispositivos. Em seguida, eles analisaram as heurísticas de Nielsen para identificar quais delas eram aplicáveis a dispositivos móveis, quais delas necessitavam de alguma alteração para melhor se adequar às particularidades desses dispositivos e quais delas não se aplicavam.

A partir dessa análise e juntamente com a lista de problemas de usabilidade identificados na pesquisa inicial, os pesquisadores elaboraram um conjunto de 8 heurísticas para avaliar a usabilidade de interfaces nos dispositivos móveis. Embora seja um conjunto de heurísticas propício ao estudo de caso desse trabalho, preferiu-se aqui escolher os dois estudos mais recentes que elaboraram heurísticas para esse fim.

Ao final dessa pesquisa bibliográfica, dois conjuntos de heurísticas [21,12] foram selecionados para avaliar o Geomóvel. Tais conjuntos foram selecionados por fazerem parte dos estudos mais atuais e ambos possuírem 11 heurísticas, o que será útil para efeito de comparação. Um deles avalia dispositivos móveis touchscreen, que é o caso do Geomóvel.

As próximas subseções descrevem de forma resumida o processo de elaboração dos dois conjuntos de heurísticas escolhidos para a avaliação apresentada nesse artigo.

3.3.1 Heurísticas para a Avaliação de Interfaces de Dispositivos Móveis

Em [21], as heurísticas de Nielsen foram estendidas para gerar heurísticas específicas para a avaliação da usabilidade de interfaces em aplicações de dispositivos móveis.

Para a elaboração desse conjunto de heurísticas, a metodologia usada foi por meio de “simulação de uso”. Durante 15 dias foram analisadas 4 aplicações no sistema operacional Android, a fim de identificar problemas de usabilidade e verificar se cada um destes problemas poderiam ser facilmente associado a pelo menos uma das heurísticas de Nielsen. As aplicações móveis avaliadas foram: Facebook, Twitter, Gmail e Foursquare.

Percebeu-se que nem todos os problemas poderiam ser associados com as heurísticas de Nielsen, sendo assim necessária a criação de um conjunto de heurísticas específico para avaliar a usabilidade de interfaces de dispositivos móveis.

Em seguida, os autores categorizaram esses problemas e, com base em resultados relacionados na literatura, foi compilado um conjunto de heurísticas especialmente para a avaliação de interfaces de dispositivos móveis.

Posteriormente, foram discutidas as heurísticas para dispositivos móveis em duas sessões de brainstorming, realizadas com cinco especialistas, de modo a melhorar as heurísticas.

No final da primeira sessão de brainstorming, os especialistas sugeriram analisar cada categoria de problemas e a heurística associada, e em seguida, adicionar instruções sobre os princípios de usabilidade para cada uma delas a fim de enriquecer o seu conteúdo. Esta atividade foi realizada separadamente e os resultados foram discutidos na segunda sessão de brainstorming. O resultado foi um conjunto de 11 heurísticas compiladas para avaliar a usabilidade de dispositivos móveis, que, em seguida, foi utilizado para avaliar a ferramenta de anotação MoViA.

A Tabela 2 apresenta as 11 heurísticas, as quais são descritas a seguir.

Tabela 2. Heurísticas para Avaliação de Interfaces de Dispositivos Móveis [21]

HM1	Bom aproveitamento do espaço da tela
HM 2	Consistência e padrões da interface
HM 3	Visibilidade e acesso fácil a toda informação existente.
HM 4	Adequação entre o componente e sua funcionalidade
HM 5	Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário
HM 6	Prevenção de erros e retomada rápida ao último estado estável
HM 7	Facilidade de entrada de dados
HM 8	Facilidade de acesso às funcionalidades
HM 9	Feedback imediato e fácil de ser notado
HM 10	Ajuda e documentação
HM 11	Minimização da carga de Memória do usuário

HM1 - Bom aproveitamento do espaço da tela: Independentemente da orientação do dispositivo, o design deve ser realizado de forma que os itens não fiquem muito distantes, nem muito juntos. Elementos relacionados devem estar próximos e os sem relacionamento devem estar mais afastados. Interfaces não devem estar carregadas com muitos elementos.

HM2 - Consistência e padrões da interface: Aplicação deve manter os componentes no mesmo lugar e na mesma configuração ao longo de toda a interação, para facilitar a aprendizagem. Funcionalidades análogas devem possuir interações análogas, por meio de atividades parecidas. As características de cada componente (seu tamanho, fonte, cor, etc.) devem permanecer os mesmos em toda a aplicação.

HM3 - Visibilidade e acesso fácil a toda informação existente: Todas as informações devem ser visíveis e legíveis, tanto em retrato quanto em paisagem. O usuário não deve se esforçar para encontrar ou entender qualquer informação sendo transmitida. Isso também vale para mídias, que devem ser vistas ou executadas na íntegra. Os elementos da interface devem possuir contraste e elementos de um mesmo grupo de informações devem ter alinhamento adequado.

HM4 - Adequação entre o componente e sua funcionalidade: O usuário deve saber exatamente o que ele deve colocar como entrada a um componente, sem que haja ambiguidades ou dúvidas. Metáforas de funcionalidades devem ser compreendidas sem dificuldades.

HM5 - Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário: A aplicação deve falar a linguagem do usuário e as instruções para executar as funcionalidades devem ser claras e objetivas. A leitura deve ser natural e a linguagem não deve ser invasiva no sentido de obrigar o usuário a fazer algo.

HM6 - Prevenção de erros e retomada rápida ao último estado estável: O sistema deve ser capaz de se antecipar a uma situação que leve a algum erro por parte do usuário com base em alguma atividade já realizada pelo usuário. Quando um erro ocorrer, a aplicação deve avisar ao usuário prontamente e retornar ao último estado estável. Em casos em que o retorno ao último estado seja difícil, o sistema pode transferir o controle para o usuário, para que este decida o que fazer (para onde ir).

HM7 - Facilidade de entrada de dados: A forma com que o usuário fornece os dados pode se basear em tecnologias assistivas (dispositivos que se conectam ao dispositivo móvel para garantirem acessibilidade a usuários), mas a aplicação deve sempre mostrar claramente o que está sendo solicitado, por meio de texto, áudio, vídeo etc., para que o usuário tenha total controle da situação.

HM8 - Facilidade de acesso às funcionalidades: As funcionalidades principais da aplicação devem ser realizadas com maior facilidade possível, preferencialmente em apenas uma interação. Além disso, elas devem ter evidência na interface. As funcionalidades mais frequentes podem ser realizadas por mais de um caminho ou por meio de atalhos. Nenhuma funcionalidade deve ser difícil de encontrar na interface da aplicação.

HM9 - *Feedback* imediato e fácil de ser notado: O feedback deve ser fácil de ser notado, para que não haja dúvidas de que a operação foi realizada ou está em andamento. Atualizações locais na página devem ser priorizadas, para evitar recarregamento e perda do ponto em que o usuário estava. Mensagens que aparecem muitas vezes devem ter opção de serem ocultadas pelo usuário. Barras de progresso demoradas devem permitir que o usuário continue executando outras atividades. Feedbacks positivos devem ser visíveis, mas não exigir interação redundante com o usuário, para não estressá-lo.

HM10 - Ajuda e documentação: O aplicativo deve possuir opção de Ajuda para especificar os problemas comuns e as formas de solucioná-los. Os assuntos considerados nessa opção devem ser fáceis de serem encontrados.

HM11 - Minimização da carga de Memória do usuário: Aplicações devem permitir que o usuário obtenha a informação de que precisa com facilidade, sem exigir que o usuário memorize passos anteriores para completar uma atividade.

3.3.2 Heurísticas de Usabilidade para Dispositivos Móveis baseados em Touchscreen

Observou-se em [12] que métodos tradicionais para avaliar usabilidade não se preocupam com a natureza dos dispositivos touchscreen. Então, há a necessidade de novos métodos de avaliação da usabilidade ou pelo menos utilizar métodos já existentes de uma nova maneira. Este trabalho propôs um conjunto específico de heurísticas de usabilidade para dispositivos móveis baseados em touchscreen.

Inicialmente, o trabalho relaciona os desafios de avaliar a usabilidade nesses dispositivos, tais como: contexto de uso móvel, tamanho de tela pequena, resolução da tela, processamento, memória e energia limitados, métodos de entrada de dados.

Para elaboração do conjunto de heurísticas, foi utilizada uma metodologia composta de 6 estágios [28]:

- Passo 1: Estágio Exploratório, uma pesquisa da bibliografia deve ser feita para coletar assuntos relacionados com os principais tópicos da pesquisa: aplicações específicas, características das aplicações, heurísticas de usabilidade relacionadas (se já houver alguma).
- Passo 2: Estágio Descritivo, destacar as características mais importantes das informações coletadas anteriormente, a fim de formalizar os principais conceitos associados com a pesquisa. Reexamina o segundo grupo usa apenas heurísticas de Nielsen. Problemas de usabilidade encontrados pelos dois grupos são então comparados.
- Passo 3: Estágio Correlacional, identificar as características que as heurísticas de usabilidade devem ter para as aplicações específicas, baseada em heurísticas tradicionais e análises de estudos de caso. Se a literatura não fornece nenhuma, as 10 de Nielsen são usadas como base.
- Passo 4: Estágio Explicativo, especifica formalmente o conjunto das heurísticas propostas, usando um template padrão.
- Passo 5: Estágio de Validação, verificar as novas heurísticas contra as heurísticas tradicionais, através de avaliações heurísticas realizadas em estudos de caso específicos, complementados por testes de usuários. A aplicação é avaliada por dois grupos separados de avaliadores, de experiência semelhante, em igualdade de condições. Um grupo usa apenas o conjunto de heurísticas definidas no passo 4, enquanto o segundo grupo usa apenas heurísticas de Nielsen. Problemas de usabilidade encontrados pelos dois grupos são então comparados.
- Passo 6: Estágio de Refinamento, baseado no feedback do estágio de validação, as heurísticas definidas no passo 4 são refinadas.

Após seguir os 6 passos propostos, um conjunto de heurísticas foi elaborado para avaliação da usabilidade de dispositivos móveis baseados em touchscreen. A Tabela 3 mostra as 11 heurísticas geradas. Suas descrições encontram-se a seguir.

Tabela 3. Heurísticas de Usabilidade para Dispositivos Móveis baseados em Touchscreen [12]

HMT1	Visibilidade do status do sistema
HMT 2	Relacionamento entre o sistema e o mundo real
HMT 3	Controle e liberdade do usuário
HMT 4	Consistência e padrões
HMT 5	Prevenção de erro
HMT 6	Minimizar a carga de memória do usuário
HMT 7	Personalização e atalhos
HMT 8	Estética e design minimalista
HMT 9	Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros
HMT 10	Ajuda e documentação
HMT 11	Interação física e ergonomia

HMT1 - Visibilidade do status do sistema: O dispositivo deve manter o usuário informado sobre todos os processos e mudanças de estado através do uso de um tipo específico de feedback, em um tempo razoável.

HMT2 - Relacionamento entre o sistema e o mundo real: O dispositivo deve falar a linguagem dos usuários com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de conceitos e/ou técnicas orientados ao sistema. O dispositivo deve seguir as convenções do mundo real, exibindo as informações em uma ordem lógica e natural.

HMT3 - Controle e liberdade do usuário: O dispositivo deve permitir ao usuário desfazer e refazer suas ações, e deve proporcionar "saídas de emergência" para sair do estado indesejado. Essas opções devem ser claramente apontadas, de preferência por meio de um botão físico ou similar; o usuário não deve ser obrigado a passar por um diálogo extenso.

HMT4 - Consistência e padrões: O dispositivo deve seguir as convenções estabelecidas, de forma que o usuário deve ser capaz de fazer as coisas de uma forma familiar, padrão e consistente.

HMT5 - Prevenção de erro: O dispositivo deve ter um design de interface cuidadoso, a fim de evitar erros. As funcionalidades não disponíveis devem ser escondidas ou desativadas e o usuário deve ser capaz de obter informações adicionais sobre todas as funcionalidades disponíveis. Os usuários devem ser avisados quando os erros são prováveis de ocorrer.

HMT6 - Minimizar a carga de memória do usuário: O dispositivo deve minimizar a carga de memória do usuário, tornando os objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar de informações de uma parte do diálogo para outra. Instruções para a utilização do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que necessário.

HMT7 - Personalização e atalhos: O dispositivo deve oferecer opções de configuração básicas e deve dar aos usuários experientes opções avançadas de configuração. O dispositivo deve fornecer atalhos para as tarefas mais frequentes e deve permitir a sua personalização e/ou definição.

HMT8 - Estética e design minimalista: O dispositivo deve evitar a exibição de informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada informação extra reduz o desempenho do sistema.

HMT9 - Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros: Mensagens de erro no dispositivo devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicando precisamente o problema e construtivamente sugerindo uma solução.

HMT10 - Ajuda e documentação: O dispositivo deve fornecer uma documentação e ajuda fácil de encontrar, centrada na atividade atual do usuário. Uma lista de passos concretos (e não muito grandes) para realizar deve ser fornecida.

HMT11 - Interação física e ergonomia: O dispositivo deve fornecer botões físicos ou elementos de interface de usuário semelhantes para as funcionalidades principais. Elementos devem ser colocados numa posição reconhecível. As dimensões do dispositivo, formas e elementos da interface do usuário devem se encaixar na postura natural da mão.

Em [14] foi realizada a atualização desse conjunto de heurísticas, acrescentando mais uma heurística e atualizando suas descrições. No entanto, essa atualização só foi identificada após a realização do estudo de caso.

4. GEOMÓVEL

Em todo o Brasil, os índices de evasão no curso de Geologia são elevados de 50% a 70%. Aprimorar práticas das disciplinas desse curso desperta uma curiosidade maior por parte dos alunos e os

ajuda a superar as dificuldades de adaptação. Uma forma de tornar as aulas mais motivadoras e instigantes é o uso de tecnologias de informação, destacando-se os sistemas de informação geográficos e as tecnologias de computação móvel [18].

A computação móvel está presente no cotidiano de muitos alunos que utilizam seus celulares e smartphones para diversas atividades no dia-a-dia. Os benefícios da aprendizagem auxiliada por computação móvel já foram provados por diversos autores, mostrando que motiva o aprendizado, a colaboração e a comunicação entre os alunos [33].

O trabalho que apresenta o Geomóvel [18] mostrou a concepção e o desenvolvimento da aplicação, que visa auxiliar alunos durante aulas de campo, através da integração das funcionalidades multimídia e de sensoriamento, ampliando os benefícios dessas aulas. Essa aplicação pretende integrar de maneira simplificada, organizada e lógica as informações coletadas durante as aulas de campo.

O Geomóvel é compatível com dispositivos Android a partir da versão 2.3. Ele oferece modalidades de anotações baseadas em áudio, texto e fotos. As informações também podem ser registradas via gravação de áudio, através do microfone do dispositivo. Todas essas anotações são registradas em uma base de dados local e associadas a coordenadas geográficas.

A aplicação também acessa sensores dos dispositivos, comuns a smartphones e tablets: o acelerômetro, o magnetômetro e o GPS.

As figuras 1 e 2 mostram algumas telas do Geomóvel.

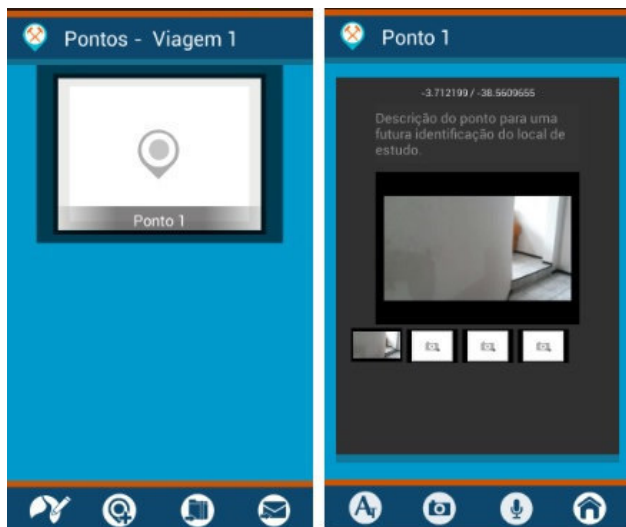


Figura 1. Telas do Geomóvel: anotações, multimídia e GPS



Figura 2. Telas do Geomóvel: sensores

Como o Geomóvel tem como objetivo apoiar a aprendizagem dos alunos enquanto eles estão em campo, o grau de usabilidade dessa aplicação deve ser bom para que os alunos fiquem satisfeitos com o uso do sistema e que ele realmente possa apoiar de forma positiva e essencial nas aulas de campo.

Para aumentar o grau de usabilidade do Geomóvel é preciso inicialmente identificar os problemas de usabilidade presentes na aplicação. Para isso, as Avaliações hHeurísticas serão realizadas por especialistas em usabilidade, utilizando as heurísticas específicas para dispositivos móveis apontadas na seção anterior.

5. AVALIAÇÕES HEURÍSTICAS NO GEOMÓVEL

Como explicado na seção 3, foram escolhidos dois conjuntos de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade do Geomóvel. O objetivo da escolha de dois conjuntos para a avaliação é tentar encontrar mais problemas de usabilidade do que se fosse avaliado apenas por um conjunto. Além disso, será possível identificar os pontos fortes e fracos de cada conjunto.

A escolha dos avaliadores foi feita baseando-se no bom conhecimento que o avaliador tem nos seguintes tópicos: usabilidade, testes de aplicações móveis e qualidade de software. Com isso, 8 avaliadores foram selecionados para avaliar a aplicação Geomóvel utilizando um dos conjuntos de heurísticas escolhidos.

A inspeção foi realizada por dois grupos separados de avaliadores, em iguais condições, onde cada grupo possui um nível similar de conhecimento em relação aos tópicos descritos no parágrafo anterior. Cada grupo foi composto por 4 pessoas. Um grupo usou somente o conjunto de heurísticas relatado na seção 3.3.1, enquanto o outro grupo usou somente o conjunto relatado na seção 3.3.2.

As inspeções foram feitas individualmente seguindo o seguinte processo:

1. Um primeiro contato foi feito com o avaliador, informando sua escolha como especialista para realizar essa avaliação.
2. Foi enviado ao avaliador um e-mail contendo o prazo a ser entregue a avaliação e os seguintes anexos:

- a. Documento contendo as orientações para a execução da avaliação, assim como uma breve explicação sobre o Geomóvel e as imagens das telas que deveriam ser avaliadas durante a avaliação heurística.
- b. O arquivo instalador do Geomóvel a ser instalado no dispositivo móvel.
- c. A planilha da Avaliação Heurística a ser executada, contendo as heurísticas a serem avaliadas e o espaço para reportar os problemas encontrados. Além disso, era solicitado que o avaliador reportasse a marca/modelo do dispositivo e o tempo utilizado para a avaliação.

3. Até o prazo solicitado, os especialistas enviaram o resultado de suas avaliações.

No documento com as orientações para a execução da avaliação foram listados passos para guiar a avaliação, conforme pode ser visto seguir.

1. Instale a aplicação Geomóvel em um aparelho com sistema operacional Android (versão 2.3 ou superior).
2. Conheça a aplicação, acessando suas interfaces e funcionalidades (10 a 15 minutos).
3. Na planilha de avaliação preencha as informações 'Nome do Avaliador' e 'Marca/Modelo do Dispositivo'.
4. Você deverá contabilizar o tempo utilizado para realizar a avaliação. Então, antes de ler a primeira heurística anote o horário de início da avaliação.
5. Para cada heurística, leia sua descrição e acesse as telas do Geomóvel para verificar a consistência entre as telas e as diretrizes da heurística.
6. Caso não haja problemas relacionados à heurística avaliada, marque um X na coluna 'Sim'. Caso haja problemas, marque um X na coluna Não e descreva o problema, relatando o local onde foi encontrado (em que tela, qual posição), a sua descrição com possível solução, e a severidade. Caso a heurística não se aplique para as telas da aplicação, marque um X na coluna 'N/A'. Na coluna 'Descrição do Problema' há um comentário orientando o preenchimento.
7. Pode haver mais de um problema para uma mesma heurística. A planilha está preparada para receber até 3 problemas por heurística, mas caso encontre mais, pode descrever ao lado.
8. Ao concluir a verificação de todas as heurísticas, anote o tempo final da avaliação.

A planilha da Avaliação Heurística possui o modelo mostrado nas figuras 3 e 4.

A Figura 3 mostra o título e descrição de uma heurística, e ao lado 3 colunas possíveis de resultado: Sim, caso as telas da aplicação estejam de acordo com as diretrizes da heurísticas; Não, caso as telas da aplicação não estejam de acordo com as diretrizes da heurísticas e haja problemas de usabilidade; N/A, caso a heurística não se aplique às telas da aplicação.

Heurísticas	Descrição da Heurística	Sim	Não	N/A
1. Bom aproveitamento do espaço da tela	Independente da orientação do dispositivo, o design deve ser realizado de forma que os itens não fiquem muito distantes, nem muito juntos. Elementos relacionados devem estar próximos e os sem relacionamento devem estar mais afastados. Interfaces não devem estar carregadas com muitos elementos.			
2. Consistência e padrões da interface	Aplicação deve manter os componentes no mesmo lugar e na mesma configuração ao longo de toda a interação, para facilitar a aprendizagem. Funcionalidades análogas devem possuir interações análogas, por meio de atividades parecidas. As características de cada componente (seu tamanho, fonte, cor, etc.) devem permanecer os mesmos em toda a aplicação.			

Figura 3. Título, descrição da heurística e seu resultado

Caso o resultado seja 'Não', o que significa que foram encontrados problemas de usabilidade relacionados à heurística avaliada, é solicitado que o especialista descreva o problema passando as seguintes informações: Local onde ocorre, em que posição da tela o problema ocorre; Descrição, onde é descrito o problema de usabilidade e se possível sugerir uma solução; e a Severidade, um valor de 1 a 4, onde:

- 1 - Problema estético: não precisa ser reparado, a menos que haja tempo extra no projeto.
- 2 - Problema Pequeno: deve ser resolvido, com baixa prioridade.
- 3 - Problema Grande: é importante repará-lo. Deve ser resolvido com alta prioridade.
- 4 - Problema Catastrófico: é imperativo repará-lo antes do lançamento do produto.

O modelo dessa descrição pode ser visto na Figura 4.

Descrição do Problema	
Local onde ocorre:	
Descrição:	
Severidade:	

Figura 4. Descrição do problema de usabilidade encontrado. A última etapa da avaliação heurística trata-se da consolidação dos resultados, onde ao final das inspeções, todos os avaliadores se reúnem para discutir os resultados e apresentar um relatório consolidado único. Porém, por questões de cronograma, não

houve a reunião entre os avaliadores. O autor principal desse trabalho, que também é especialista em usabilidade, foi quem consolidou os resultados para análise, que serão relatados na próxima seção.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para consolidar os resultados das avaliações heurísticas realizadas pelos avaliadores, separou-se as 8 avaliações em 2 grupos, onde cada grupo possuía as avaliações de um dos conjuntos de heurísticas.

Para cada grupo, uma planilha foi criada para reunir todos os resultados. Cada planilha possui 11 abas, onde em cada aba tem a descrição de uma heurística e todos os problemas de usabilidade identificados pelo grupo de avaliadores. Os problemas repetidos dentro do grupo foram excluídos dessa planilha de resultados. As severidades dos problemas foram revisadas e definidas.

Em seguida, algumas conclusões puderam ser concebidas.

A Tabela 4 mostra a quantidade final de problemas identificados por cada conjunto de heurísticas e a média da severidade dos problemas.

Tabela 4. Quantidade de Problemas e Média de Severidades para cada conjunto de heurísticas

	Conjunto 1 de heurísticas	Conjunto 2 de heurísticas
Quantidade de Problemas	34	13
Média das Severidades	2,14	2,15

Após eliminar os problemas repetidos dentro de cada conjunto de heurísticas, um total de 47 problemas foi identificado nas duas avaliações, porém 5 desses problemas se repetiram nos dois conjuntos, totalizando, portanto, 42 problemas diferentes de usabilidade no Geomóvel.

A partir disso, dos 47 problemas identificados pelos dois conjuntos de heurísticas, é possível também estabelecer que 29 problemas foram identificados apenas pelo conjunto 1 e 8 problemas foram identificados apenas pelo conjunto 2, sendo apenas 5 problemas identificados por ambos os conjuntos de heurísticas. Ficará como trabalho futuro analisar os 5 problemas repetidos, suas relações com as heurísticas e comparar as severidades apontadas por cada grupo.

Esses dados mostram que ambos os conjuntos de heurísticas podem ser melhorados para um resultado mais eficaz, melhorando as diretrizes para que identifiquem também os problemas identificados apenas pelo outro conjunto. Mas também não se descarta a possibilidade dos avaliadores não terem percebido alguns problemas que poderiam ter sido encontrados por ambos os conjuntos.

Dos 42 problemas de usabilidade únicos identificados, a Tabela 5 mostra quantos problemas de cada severidade foram encontrados. Problemas de severidade 2 – Pequeno, tiveram a maior quantidade, são problemas que devem ser resolvidos, porém com prioridade baixa. Depois, a segunda maior quantidade foi relacionada a problemas 1 – Estéticos, que só serão resolvidos se houver tempo extra. Apesar da maioria dos problemas estarem entre as severidades 1 e 2, houve problemas grandes e catastróficos (severidades 3 e 4) que precisam ser corrigidos com

prioridade alta e outros que devem ser corrigidos antes de lançar o produtos, respectivamente.

Tabela 5. Quantidade de Problemas para cada Severidade

Severidade	Quantidade de Problemas
1- Estético	12
2 – Pequeno	18
3 – Grande	9
4 – Catastrófico	3

A Tabela 6 mostra os resultados dos problemas para cada heurística, sendo possível identificar em quais diretrizes de usabilidade o Geomóvel está mais deficiente.

Para o conjunto 1 é possível identificar que a heurística que identificou mais problemas, 7 no total, foi a “HM3 - Visibilidade e acesso fácil a toda informação existente.”, acompanhadas pelas heurísticas “HM2 – Consistência e padrões da interface” e “HM9 - Feedback imediato e fácil de ser notado”, com 5 problemas cada. Para o conjunto 2 a heurística que teve mais problemas identificados, 3 no total, foi a “HMT3 – Controle e liberdade do usuário”.

Tabela 6. Problemas para cada Heurística

Conjunto 1 de Heurísticas			Conjunto 2 de Heurísticas		
ID	Nº de Problemas	Média das Severidades	ID	Nº de Problemas	Média das Severidades
HM1	3	1,3	HMT1	1	2
HM2	5	1,8	HMT2	2	2,5
HM3	7	2,1	HMT3	3	2,7
HM4	2	2,0	HMT4	2	2
HM5	3	2,3	HMT5	1	2
HM6	3	3,7	HMT6	0	0
HM7	1	1,0	HMT7	2	1,5
HM8	3	1,7	HMT8	1	1
HM9	5	2,2	HMT9	0	0
HM10	1	3,0	HMT10	1	3
HM11	1	3,0	HMT11	0	0

Ainda na Tabela 6 é possível perceber quais heurísticas obtiveram maiores médias nas severidades, o que é um outro fator a se considerar para a análise. Dessa forma, o Geomóvel pode ser revisado com uma atenção especial a essas diretrizes de usabilidade.

A Tabela 7 representa o total de problemas identificados por cada tela do Geomóvel e a média das severidades dos problemas. A tabela representou todas as 8 telas do sistema e mais a categoria ‘Aplicação no Geral’, onde foram reportadas situações que valem para toda a aplicação.

A tela que mais apresentou problemas de usabilidade, 10 no total, foi a Tela do Ponto, seguida da Tela Inicial, com 9 problemas, e

da Aplicação no Geral, com 8 problemas. Apesar disso, a tela que obteve a média das severidades mais alta foi a Tela do Microfone.

Tabela 7. Problemas para cada tela do Geomóvel

	Total de Problemas	Média das Severidades
Tela de Apresentação	1	1
Tela Inicial	9	2
Tela de Editar Imagem	2	2,5
Tela do Ponto	10	1,8
Tela das Atitudes	3	1,3
Tela do Rumo de Mergulho	2	1,5
Tela do Ângulo de Mergulho	1	2
Tela do Microfone	6	3,17
Aplicação no geral	8	2,1

A partir dessas análises e dos problemas identificados, será possível fazer melhorias significativas na usabilidade do Geomóvel. Os resultados dessa avaliação serão repassados para o responsável pelo desenvolvimento da aplicação.

Alguns erros em funcionalidades da aplicação ('bugs') também foram reportados, mas estes foram separados dos problemas de usabilidade e também serão entregues ao responsável pelo Geomóvel.

Alguns pontos a se considerar que podem comprometer os resultados desse estudo e foram desafios encontrados durante a aplicação do estudo são descritos a seguir:

- Os avaliadores não tiveram contato com usuários finais da aplicação para entender suas expectativas e restrições.
- Os avaliadores realizaram a inspeção apenas com a descrição de diretrizes da heurística, que era um texto descrevendo quais itens deveriam ser avaliados para se obter uma boa usabilidade. Não houve um checklist objetivo para cada uma dessas heurísticas.
- Os resultados das avaliações foram medidos apenas quantitativamente. Uma forma de melhorar os resultados seria uma avaliação qualitativa, onde os avaliadores reportariam a satisfação de uso da aplicação de forma subjetiva.
- Foi pedido para que os avaliadores anotassem o tempo de duração da avaliação. A média de tempo para realizar a avaliação com o conjunto 1 foi de 1 hora e 17 minutos. Para o conjunto 2 a média ficou em 20 minutos, apenas.

- Pela análise do autor principal desse trabalho, os avaliadores do conjunto 2 não realizaram a avaliação com cuidado nem de forma criteriosa, pois foram encontrados 62% de problemas a menos do que o conjunto 1, e o tempo foi 72% menor, mesmo ambos os conjuntos tendo 11 heurísticas e descrições com textos de mesmo tamanho.

Com esta pesquisa vimos que um dos grupos identificou uma quantidade significativamente maior de problemas de interação do que o outro. Com isso vem a pergunta: será que o conjunto de heurísticas do grupo 1 é mais eficiente do que o conjunto de heurísticas do grupo 2?

Podemos observar que das 11 heurísticas de cada grupo, 6 delas estão diretamente relacionadas. Conforme pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8. Relacionamento entre as heurísticas dos dois conjuntos

Conjunto 1	Conjunto 2
HM1.Bom aproveitamento do espaço da tela	HMT8.Estética e design minimalista
HM2.Consistência e padrões da interface	HMT4.Consistência e padrões
HM6.Prevenção de erros e retomada rápida ao último estado estável	HMT5.Prevenção de erro
HM9.Feedback imediato e fácil de ser notado	HMT1.Visibilidade do status do sistema
HM10.Ajuda e documentação	HMT10.Ajuda e documentação
HM11.Minimização da carga de Memória do usuário	HMT6.Minimizar a carga de memória do usuário

Essa diferença de abstração entre as heurísticas pode implicar em entendimentos diferentes entre os avaliadores do que significa cada heurística, principalmente para aquelas mais abstratas, como por exemplo, "Relacionamento entre o sistema e o mundo real". Por outro lado, heurísticas mais específicas como "Bom aproveitamento do espaço da tela", não deixam dúvidas sobre que problemas estariam associados com ela.

Adicionalmente, nos chama a atenção que as heurísticas dos dois grupos estão descritas em níveis de abstrações diferentes. Com isso identificamos que algumas heurísticas estão descritas em um subconjunto de outras. Por exemplo, no grupo 2, a heurística "Relacionamento entre o sistema e o mundo real" diz que deve-se usar o vocabulário de conhecimento de domínio do usuário. Consequentemente isso implica em redução de problemas relacionados as heurísticas "facilidade de entrada de dados" e "Facilidade de acesso às funcionalidades" do grupo 1. Portanto, os problemas identificados pelas heurísticas 7 e 8 do grupo 1 estão associados com a heurística 2 do grupo 2.

Dentro do grupo 2, observamos que a heurística 7 está relacionada com a 3, pois quando o sistema oferece atalhos como formas de

interação, isso dá liberdade ao usuário de interagir com o sistema de maneira diferente, ou seja, de maneira mais eficiente.

Adicionalmente é importante notar que o fato dos 8 pesquisadores não terem tido contato com os stakeholders do aplicativo pode ter influenciado na avaliação. Isso é importante para que o avaliador entenda bem quais os requisitos e restrições da ferramenta, uma vez que um problema de interação pode ser identificado a partir de um rompimento de uma restrição ou não atendimento de uma preferência.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho realizamos uma revisão de literatura sobre trabalhos que propuseram heurísticas para realizar avaliação de usabilidade em dispositivos móveis. Nós selecionamos dois deles e utilizamos o conjunto de heurísticas propostos por cada um. Para isso, utilizando a técnica Avaliação Heurística, nós avaliamos a usabilidade do aplicativo Geomóvel que visa auxiliar alunos do curso de Geologia durante aulas de campo, através da integração das funcionalidades multimídia e de sensoriamento de dispositivos móveis, ampliando os benefícios dessas aulas.

Foram encontrados 47 problemas nas avaliações dos dois grupos, sendo 34 do conjunto 1 e 13 do conjunto 2. Apesar do número de problemas identificados, observa-se que nenhum dos 2 conjuntos de heurísticas descreviam heurísticas relacionadas ao contexto de uso e mobilidade, elas estavam relacionadas com as interfaces da aplicação dos dispositivos móveis, ao invés de se preocupar também com as formas de interação que o usuário irá realizar. Esse fato pode ser um indicio de que as heurísticas encontradas não estejam chamando a atenção devidamente para essas duas características importantes de aplicações móveis: contexto e mobilidade.

Os resultados da avaliação foram consolidados e analisados, comparando quantitativamente os dados da avaliação, reportando limitações do estudo e melhorias à avaliação.

Um trabalho futuro seria entrevistar os avaliadores para colher suas opiniões sobre o uso de cada heurística. Também seria interessante realizar uma entrevista coletiva (*focus group*) para responder as seguintes perguntas: Será que os avaliadores sentiram necessidade de perguntar algo aos desenvolvedores da aplicação? Será que eles se sentiram seguros para apontar os problemas? Eles estavam certos sobre o público alvo do aplicativo? Qual a opinião deles sobre as heurísticas?

Outro trabalho futuro interessante é propor um novo conjunto de heurísticas fundamentado nas heurísticas utilizadas e considerando este estudo. Também pode-se pensar em criar heurísticas para outros domínios de aplicação, como o de sistemas ubíquos.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todos os participantes voluntários envolvidos nas avaliações heurísticas, ao GREat, e ao projeto Maximum. Agradecemos também ao Edgar Marçal, desenvolvedor que disponibilizou a aplicação Geomóvel para os experimentos.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Barbosa, S.D.J.; Da Silva, B.S. (2010). *Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [2] Bertini, E., Gabrielli, S., Kimani, S. *Appropriating and Assessing Heuristics for Mobile Computing*. Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces, AVI '06, pages 119-126.
- [3] Bonifácio, B.; Viana D.; Vieira S.; Araújo C.; Conte T. (2010). *Aplicando Técnicas de Inspeção de Usabilidade para Avaliar Aplicações Móveis*. IHC 2010.
- [4] Bonifácio, B. A., Fernandes, P., Santos, F., Oliveira, H.A.B.F, Conte, T. U. (2012). *Usabilidade de Aplicações Web Móvel: Avaliando uma Nova Abordagem de Inspeção através de Estudos Experimentais*. In: XV Ibero-American Conference on Software Engineering (CIBSE 2012), Buenos Aires.
- [5] Chattratchart, J., Lindgaard, G. 2008. A comparative evaluation of heuristic-based usability inspection methods. In: CHI 2008 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 2213–2220. ACM Press, New York.
- [6] Cockton, G., Woolrych, A. 2001 Understanding Inspection Methods: Lessons from an Assessment of Heuristic Evaluation. In: Joint Proceedings of HCI 2001 and IHM 2001: People and Computers XV, pp. 171–192.
- [7] Dantas, V. L. L. (2009). *Requisitos para Testes de Aplicações Móveis*. 2009. 131 p. Dissertação de Mestrado – Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação (MDCC) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- [8] Dantas, V. L. L. ; Andrade, R. M. C. ; Marinho, F. G. ; Costa, A. L. (2009). *Testing Requirements for Mobile Applications*. In: The 24th International Symposium on Computer and Information Sciences - ISCIS 2009, 2009, Guzelyurt. Proceedings of the 24th International Symposium on Computer and Information Sciences - ISCIS 2009. Ankara: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2009. p. 555-560.
- [9] Dey, A.K. 2000. *Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications*.
- [10] Heo J, Ham D, Park S, Song C, Yoon WC. 2009. A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors. *Interact Comput*. 21:263–275.
- [11] Hvannberg, E.T., Law, E.L., Lárusdóttir, M.K. 2007. Heuristic evaluation: Comparing ways of finding and reporting usability problems. *Interacting with Computers* 19(2), 225–240.
- [12] Inostroza, R., Rusu, C., Roncagliolo, S., Jimenez, C., Rusu, V. 2012. *Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices*. Proc. 9th International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG 2012), Las Vegas, Nevada, USA. IEEE Computer Society, pp. 662–667, ISBN: 978-0-7695-4654-4/12.
- [13] Inostroza, R., Rusu, C., Roncagliolo, S., Jimenez, C., Rusu, V. 2012. *Usability Heuristics Validation Through Empirical Evidences: A Touchscreen-based Mobile Devices Proposal*. 31ª Internacional Conference of the Chilean Computer Science Society SCCC 2012, Valparaíso, Chile.
- [14] Inostroza, R., Rusu, C., Roncagliolo, S., Rusu, V. 2013. *Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices: Update*. ChileCHI 2013. p. 24-29.
- [15] Ji, Y.G., Park, J.H., Lee, C., Yun M.H. 2006. A Usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface. *International Journal of Human-Computer Interaction*. P. 207-231.

- [16] Law, E.L., Hvannberg, E.T. 2004 Analysis of Strategies for Improving and Estimating the Effectiveness of Heuristic Evaluation. In: Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction. ACM International Conference Proceeding Series, vol. 82, pp. 241–250. ACM Press, New York.
- [17] Lee YS, Hong SW, Smith-Jackson TL, Nussbaum MA, Tomioka K. 2006. Systematic evaluation methodology for cell phone user interfaces. *Interact Comput.* 18:304–325.
- [18] Marçal, E., Andrade, R.M.C, Viana, W., Rodrigues, D., Maia, M., Mendes, W., Freire, J., Benicio, W. 2013. *Geomóvel: Um Aplicativo para Auxílio a Aulas de Campo de Geologia.* Anais SBIE 2013.
- [19] Mi, N., Cavuoto, L.A., Benson, K., Smith-Jackson, T.L., Nussbaum, M.A. 2013. A heuristic checklist for an accessible smartphone interface design. *Universal Access in the Information Society.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.
- [20] Moraes, A.; Rosa, J. G. S. (2008) *Avaliação e Projeto no Design de Interfaces.* Rio de Janeiro: 2ab.
- [21] Neto O. M. and Pimentel M. G. 2013. Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Device. *ACM* 2013.
- [22] Nielsen, J. (1993) *Usability Engineering.* New York, NY: Academic Press, 1993.
- [23] Nielsen, J.; Landauer, T. K. (1993) A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, 24–29 April 1993),* pp. 206–213.
- [24] Nielsen J. (1994) Heuristic Evaluation. In: R. Mack & J. Nielsen (eds.), *Usability Inspection Methods.* New York, NY: John Wiley & Sons, pp 25-62.
- [25] Nielsen, J., Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces, *Proc. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1-5 April),* 249-256.
- [26] Po, S., Howard, S., Vetere, F., Skov, B.M. 2004. Heuristic Evaluation and Mobile Usability: Bridging the Realism Gap. In: *MobileHCI 2004,* pp. 49–60. Springer, Heidelberg.
- [27] Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H. (2002). *Interaction Design: beyond human-computer interaction.* New York, NY: John Wiley & Sons.
- [28] Rusu, C. and Roncagliolo, S. and Rusu, V. and Collazos, C. 2011. A methodology to establish usability heuristics. *Proc. 4th International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2011), IARIA,* pp. 59-62, ISBN: 978-1-61208-003-1.
- [29] Santos R. M.; Oliveira K. M.; Andrade R. M. C.; Santos Y. S.; Lima E. R. (2013). *A Quality Model for Human-Computer Interaction Evaluation in Ubiquitous Systems.* CLIHC - Guanacaste, Costa Rica, 2013.
- [30] Schmidt A. (2013). *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction,* 2nd Ed, cap. 14. Disponível em http://www.interaction-design.org/encyclopedia/context-aware_computing.html Visualizado em: 22/08/2014.
- [31] Tavis, C., Wade, C. 2001. *Psychology in perspective.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- [32] Varsaluoma, J. 2009. Scenarios in the Heuristic Evaluation of Mobile Devices: Emphasizing the Context of Use. *Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design: Held as Part of HCI International 2009.* Pp. 332 – 341
- [33] Viana, W., Andrade, R. M. C., Maia, M., Marçal, E., Gensel, J., Lima, J. V, Junior, J. C. e Sanchez, J. 2011 . Towards context-aware and mobile e-learning application. In: *TISE 2011, Congreso Internacional de Informática Educativa,* 2011, Santiago, Chile.