

# Heurísticas para o Design de Sistemas Educacionais em *Tabletop*

Vinícius Diehl de Franceschi  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação  
Universidade Federal de Santa  
Maria  
(UFSM)  
Santa Maria, RS, Brasil  
v.f.diehl@gmail.br

Lisandra Manzoni Fontoura  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação  
Universidade Federal de Santa  
Maria  
(UFSM)  
Santa Maria, RS, Brasil  
lisandramf@gmail.com

Marcos Alexandre Rose Silva  
Colégio Politécnico da  
Universidade Federal de Santa  
Maria  
(UFSM)  
Santa Maria, Brasil  
marcos.silva@ufsm.br

## ABSTRACT

The advancement of technology creates a need for developers to roll out new systems with ever-improving quality, both in performance and in user interaction and usability; after all, there is an interest and need to investigate how these technological advances can support people in their various activities, such as those related to education. In the context of usability, there are heuristics that support the design of systems, that is, they have the potential to help from planning to testing so that such systems are suitable for users. However, with the paradigm shift for mobile and web computing, it is important that these sets of heuristics are also tuned to other types of large-scale devices, such as a tabletop. The key question is: are there specific usability heuristics tailored to this type of device? In this context, this systematic review aims to look for works related to the development and adaptations of heuristics. From this review and research related to the design of tabletop, an interface was made for this device, and its use was observed to identify if the design features of this device were contemplated in the heuristics. The result indicated intrinsic characteristics of tabletop, therefore, a checklist was elaborated to evaluate usability heuristics focused on tabletop.

## Author Keywords

Heuristics, Tabletop, Usability, Technology.

## ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

- ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.
- License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.
- Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

## INTRODUÇÃO

Diversos aparatos tecnológicos, como *laptops*, *smartphones*, *tablets*, vêm transformando hábitos, formas e atividades nas diversas áreas da vida das pessoas [1]. Esses aparatos se constituem como uma ferramenta poderosa, que pode (e deve) ter suas potencialidades utilizadas com propósitos educacionais [23].

Já [19] relatam que existem e estão surgindo cada vez mais aparatos com diferentes tamanhos, formatos e formas de interação, o que faz com que pesquisas sejam necessárias, não apenas para investigar como desenvolver/aprimorar sistemas educacionais, mas também como usufruir destes diferentes aparatos no design de novos sistemas educacionais.

Este artigo descreve uma pesquisa realizada para investigar o design de interfaces para a tecnologia *tabletop*, que representa uma tecnologia centrada em uma mesa tátil 2D (*tabletop*) com o tamanho de 84 polegadas. O objetivo foi investigar trabalhos relacionados para identificar características que pudessem apoiar desde o planejamento até os testes do design de interfaces para, a partir dos dados coletados, fazer o projeto da interface de um sistema para apoiar o Exército Brasileiro (EB) no ensino de doutrinas relacionadas ao emprego de uma bateria de lançamento de foguetes.

Nesta pesquisa foram analisados trabalhos que visam explorar o uso de heurísticas para avaliação de interfaces de diferentes tipos de tecnologias, como *smartphones* e *tablets*, e em diferentes contextos de aplicação, em especial para a educação [1, 2, 5]. Segundo [1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 20, 21], as heurísticas de usabilidade representam a formalização de conhecimento, que é descrito de uma forma simples e didática, para que seja utilizado desde o planejamento até o teste do design de interfaces.

Neste contexto, este artigo descreve a metodologia utilizada para investigar a tecnologia *tabletop*, entender o contexto de aplicação do dispositivo, para em seguida identificar heurísticas que possam apoiar o design de interfaces para este contexto. Devido a não identificação (escassez) de

heurísticas para *tabletop*, foi necessário pesquisar de forma geral sobre design de interfaces para coletar características específicas aplicáveis a este dispositivo. Em seguida, o design da interface foi feito com base nos dados coletados e o seu uso foi observado.

Na observação, verificou-se que há características específicas que devem ser consideradas no *design* de sistemas para *tabletop*, por isso, foram realizadas algumas adaptações em heurísticas para que essas características ficassem registradas para apoiar o design de sistemas para esta tecnologia.

## METODOLOGIA

A inspeção de usabilidade, bem como a avaliação de heurísticas, estão bem documentadas e muitas publicações descrevem o uso desses métodos [5, 6, 7, 9, 11, 13, 16, 18, 20, 21]. Geralmente, a literatura concentra-se em descrever as vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação de usabilidade, mas não detalham sobre como estes são desenvolvidos. Com a finalidade de investigar heurísticas, adaptações de heurísticas apresentadas por outros autores para diferentes tipos de dispositivos, características e formas de interação com *tabletops*, foi utilizada uma metodologia em 4 etapas, inspirada na metodologia proposta por [17]. Segundo o autor, a metodologia auxilia desde a pesquisa até o teste de novas heurísticas e/ou adaptações, bem como, se necessário, o desenvolvimento de listas de verificações de usabilidade associadas. Na Figura 1 é possível visualizar as etapas da metodologia aplicada.

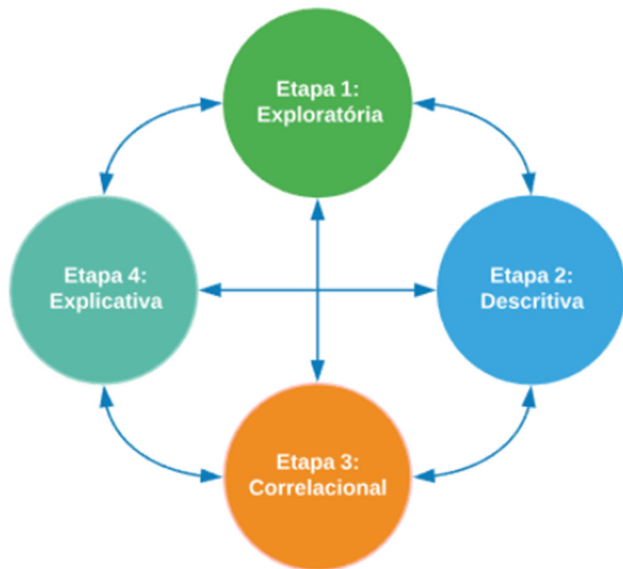


Figura 1. Metodologia adotada, adaptada de [17]

Etapa 1 - Exploratória: consiste em reunir bibliografias com os principais temas relacionados à pesquisa, tais como: aplicações específicas, suas características, heurísticas de usabilidade (se houver) geral e / ou relacionada.

Etapa 2 - Descritiva: visa destacar as características mais importantes das informações previamente reunidas, com a

finalidade de formalizar os principais conceitos associados com a pesquisa.

Etapa 3 - Correlacional: tem como objetivo identificar as características que as heurísticas de usabilidade devem ter para aplicações específicas, com base em heurísticas tradicionais e análise de estudos de caso.

Etapa 4 - Explicativa: visa especificar formalmente o conjunto de heurísticas proposto.

Sendo assim, na etapa 1 são exploradas as aplicações específicas que requerem novas heurísticas de usabilidade. Na etapa 2 é reavaliado o significado de usabilidade e as suas características no contexto das aplicações pesquisadas. Se a literatura não proporciona heurísticas específicas relacionadas com usabilidade, as 10 heurísticas de Nielsen [14] são utilizadas como base na etapa 3. Na etapa 4 é utilizado um modelo padrão pré-definido, constituído por sete itens, sendo que todos podem ser definidos em caso de formalização de novas heurísticas e/ou um ou alguns definidos em caso de adaptações.

Na adaptação, há a possibilidade de alterar um ou mais itens dependendo da necessidade de adaptação, por exemplo, alterar o exemplo de uma heurística para ficar mais coerente com um determinado contexto. As heurísticas são definidas usando os seguintes atributos:

ID, Nome e Definição: identificador da heurística, nome e a sua definição.

Explicação: explicar detalhadamente a heurística.

Exemplos: citar exemplos de violação e conformidade da heurística.

Benefícios: listar os benefícios esperados, quando a heurística é atendida.

Problemas: descrever problemas projetados de incompreensão da heurística.

Ressalta-se que as etapas são numeradas indicando uma ordem de execução, mas existe a possibilidade da ordem ser alterada, por isso o relacionamento entre elas está apresentado na Figura 1 por meio de várias flechas entre si. Por exemplo, ao destacar as características importantes na Etapa 2, pode-se observar a necessidade de buscar por mais trabalhos relacionados (Etapa 1); ou ao observar um estudo de caso (Etapa 3), identifica-se a necessidade de investigar novos conceitos relacionados a este estudo (Etapa 1).

## ETAPAS DA METODOLOGIA

Esse trabalho visa definir heurísticas para serem utilizadas desde o planejamento até a avaliação de sistemas para dispositivos do tipo *tabletops*. O contexto do sistema, apresentado neste artigo, está relacionado com fins educacionais para treinamento tático de militares, chamado de Simulador Virtual Tático. Portanto, uma breve descrição do contexto de aplicação é descrita nesta seção.

Posteriormente, são descritas as atividades realizadas em cada um das etapas propostas na metodologia.

### Etapa 1 – Exploratória: Contexto do Exército

O Simulador Virtual Tático tem como objetivo possibilitar o ensino de doutrinas militares relativas ao reconhecimento, escolha e ocupação de posição (REOP) de uma bateria de mísseis e foguetes para comandantes em todos os níveis de uma Bateria ASTROS. Este simulador será instalado no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, no Forte Santa Bárbara, em Formosa – Goiás. Vale ressaltar que o Forte Santa Bárbara reúne todas as Unidades voltadas para o emprego de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro.

O Simulador Virtual Tático é composto por: uma mesa tática 2D (*tabletop*), na qual são executados os procedimentos táticos usando uma carta vetorial; um mosaico de telas verticais, denominado “Wall”, no qual são exibidas animações em 3D ilustrando as operações táticas realizadas na mesa; e uma estação de controle, denominada “Estação de Controle do Instrutor”, na qual são realizadas as configurações dos exercícios de treinamento.

A *tabletop*, descrita neste trabalho, é uma mesa digital sensível ao toque, elaborada a partir de TV de 84 polegadas e um sensor capacitivo, como pode ser visto na Figura 2. As interações dos usuários com o simulador são executadas a partir desse dispositivo, portanto é importante que a interação seja simples e intuitiva, possibilitando que os usuários se concentrem no aprendizado da doutrina. O público-alvo são oficiais militares de diferentes faixas etárias e níveis de conhecimento em computação.



Figura 2. Mesa Tática 2D

### Etapa 1 – Exploratória: Heurísticas de Nielsen

A usabilidade pode se referir a facilidade para utilização do *design* aplicado a diferentes tipos de usuários e ambientes. Para qualificar a usabilidade em um determinado produto, existem alguns critérios que facilitam e auxiliam os desenvolvedores no planejamento da interface tornando-a menos complexa para os usuários.

A norma ISO 9241-11 define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um dispositivo de interação visual em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário [8]. Ela orienta como descrever o contexto de uso do produto e as medidas relevantes de usabilidade de uma maneira explícita. A orientação é dada na forma de princípios e técnicas gerais, em vez da forma de requisitos para usar métodos específicos. A seguir, alguns conceitos abordados pela norma ISO 9241-11.

Contexto de uso – usuários, tarefas, equipamentos (hardware, software e materiais), ambiente físico e social em que o produto é usado. A Figura 3 apresenta a estrutura da usabilidade segundo a ISO 9241-11.

Usabilidade – medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto específico de uso.

Eficácia – precisão com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta, gerando os resultados esperados, dentro de um tempo determinado.

Eficiência – exatidão com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos. Recursos relevantes podem incluir esforço mental ou físico, tempo, custos materiais ou financeiros.

Satisfação – conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos e/ou objetivos. A satisfação pode ser especificada e medida pela avaliação subjetiva em escalas de desconforto experimentado, gosto pelo produto, o uso do produto ou aceitação da carga de trabalho quando realizam diferentes tarefas ou a extensão com os quais objetivos particulares de usabilidade (como eficiência ou capacidade de aprendizado) foram alcançados. Outras medidas de satisfação podem incluir o número de comentários positivos e negativos registrados durante o uso.

Usuário – pessoa que interage com o produto.

Objetivo – resultado pretendido.

Tarefa – conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo.

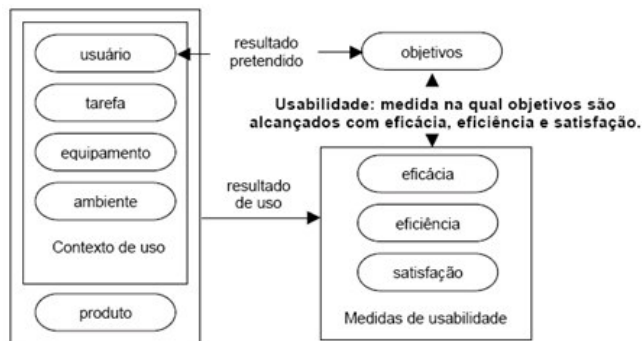


Figura 3. Estrutura da usabilidade segundo a ISO 9241-11

Ao realizar uma avaliação de usabilidade, possibilita obter os resultados descritos a seguir:

- Registrar problemas de usabilidade durante a interação;
- Calcular métricas para eficiência, eficácia e produtividade do usuário na interação;
- Prevenção de dificuldades de aprendizado com o sistema;
- Obter opiniões/sugestões dos usuários com relação ao sistema.

Para identificar problemas de usabilidade de forma eficiente, com resultados confiáveis e com baixo custo benefício, Nielsen [14] elaborou um conjunto de 10 regras/diretrizes, denominadas como as 10 heurísticas de Nielsen. Essas heurísticas podem ser utilizadas durante o projeto e após a execução [10]. No decorrer do projeto, as heurísticas são utilizadas como base para um bom planejamento de interface, focando na interação, navegação e experiência do usuário. Já após a execução, elas são utilizadas para realizar a avaliação da interface, que é efetuada por especialistas em usabilidade, e para identificar problemas no sistema de acordo com cada heurística. O Quadro 1 descreve as 10 heurísticas de Nielsen [14].

Heurística	Descrição
Visibilidade de Status do Sistema	Identificar o estado atual do sistema ao efetuar ações para que o usuário possa saber o que está acontecendo
Relacionamento entre a interface do sistema e o mundo real	A interface precisa estar contextualizada com o domínio de comunicação que o usuário alvo possui
Liberdade e controle do usuário	O usuário deve se sentir no comando podendo desfazer e cancelar ações indesejadas ou retornar facilmente a um estado anterior
Consistência e Padronização	Indicar ações iguais de maneira igual e utilizar o mesmo tipo de linguagem através de toda a interface para facilitar aprendizagem
Prevenção de erros	Ações definitivas (de deletar ou enviar de dados) devem ser acompanhadas por avisos claros e possibilidade de cancelamento
Reconhecimento no lugar de lembrança	Utilizar símbolos contextualizados e em lugares coerentes para que o usuário não precise lembrar o que cada área ou função do sistema executa
Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema precisa ser fácil para usuários leigos, mas flexível o bastante para se tornar ágil aos usuários avançados
Estética e design minimalista	Textos e design simples, diretos e de acordo com a necessidade apenas
Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e resolver erros	As mensagens de erro devem ser claras quanto ao que ocorreu indicando uma saída ou solução construtiva
Ajuda e documentação	Quando necessária, a documentação de ajuda deve ser encontrada facilmente, com linguagem simples e indicação clara dos passos para realizar as tarefas necessárias

**Quadro 1. Lista contendo as 10 Heurísticas propostas por Nielsen [14] para avaliação de usabilidade.**

### Etapa 1 – Exploratória: Adaptação das heurísticas de Nielsen

As heurísticas de Nielsen [14] não são o único conjunto de diretrizes para avaliar o design e a usabilidade de interfaces. Com base nelas, outros pesquisadores elaboraram seus próprios conjuntos de heurísticas. A seguir são apresentadas adaptações de heurísticas feitas por diversos autores.

Shneiderman [21] propôs um conjunto de 8 heurísticas (H) que podem ser reconhecidas em várias diretrizes de interface do usuário, podendo ser utilizada em quaisquer tipos de tecnologias interativas. As heurísticas são: (H1) ofereça retorno informativo, (H2) cuide da usabilidade universal,

(H3) suporte locus de controle interno, (H4) esforço e consistência, (H5) previna erros, (H6) reduza a carga da memória de curto prazo, (H7) projete os diálogos; (H8) permita fácil reversão de ações; e alguns pontos-chaves que devem ser evitados durante o projeto, derivadas da sua experiência, e aplicável na grande maioria dos sistemas interativos após serem devidamente refinados, estendidos e interpretados, notando uma grande semelhança entre este conjunto e o conjunto elaborado por Nielsen [14].

Neto [13] aborda a necessidade de avaliar as interfaces de dispositivos móveis, por isso, investigou o uso de heurísticas para avaliar interfaces tanto para *smartphone*, quanto para *tablet*. Por meio de técnicas como *Brainstorming*, observação de uso dos sistemas e avaliações heurísticas, o mesmo identificou que as heurísticas de Nielsen [14] não apontam de forma objetiva as especificidades de um contexto mais particular, como é o caso dos dispositivos móveis, pois dependem da experiência e conhecimento do avaliador para identificar alguns erros nestes dispositivos, a partir de heurísticas mais gerais de Nielsen [14].

Desta forma, ele propõe um novo conjunto de heurísticas para uma melhor avaliação dos sistemas nos dispositivos móveis. O conjunto proposto por Neto [13] contém 11 heurísticas (H), que são: (H1) bom aproveitamento do espaço de tela, (H2) consistência e padrões de interface, (H3) visibilidade e acesso fácil a toda informação existente, (H4) adequação entre o componente e sua funcionalidade, (H5) adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário, (H6) prevenção de erros e retomada rápida ao último estado estável, (H7) facilidade de entrada de dados, (H8) facilidade de acesso às funcionalidades, (H9) *feedback* imediato e fácil de ser notado, (H10) ajuda e documentação e (H11) minimização da carga de memória do usuário. O autor utilizou como base as heurísticas elaboradas por Nielsen [14], fazendo modificações sutis para o seu contexto, mantendo algumas e criando outras heurísticas.

Inostroza *et al.* [7] identificaram a necessidade de heurísticas específicas para avaliar dispositivos móveis baseados em telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Os autores descrevem que na literatura são encontradas as vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação de usabilidade, mas não como são desenvolvidos novos métodos ou técnicas. A partir das 10 heurísticas tradicionais, elaboradas por Nielsen [14], os autores adaptaram-as para o contexto de dispositivos móveis com telas sensíveis ao toque. Gerando um conjunto específico de 11 heurísticas (H) para avaliar a usabilidade desses dispositivos, sendo elas: (H1) visibilidade de status do sistema, (H2) compatibilidade do sistema com o mundo real, (H3) controle e liberdade do usuário, (H4) consistência e padrões, (H5) prevenção de erros, (H6) minimizar carga de memória do usuário, (H7) personalização e atalhos, (H8) estética e design minimalista, (H9) ajudar usuários a reconhecer diagnosticar e resolver erros, (H10) ajuda e documentação e (H11) interação física e ergonômica.

Para validar e verificar a eficiência do novo conjunto de heurísticas, os autores realizaram uma comparação com o conjunto proposto e as heurísticas de Nielsen [14] em um caso de teste utilizando um dispositivo móvel. Nessa validação, um grupo de avaliadores utilizou somente as heurísticas propostas pelo autor, outro grupo utilizou as heurísticas propostas por Nielsen [14]. Como resultado, foi encontrado um número relativamente maior de problemas de usabilidade utilizando as heurísticas para dispositivos móveis *touchscreen*. No entanto, o autor destaca que ainda é preciso realizar mais experimentos para validação dos resultados. O autor destaca que embora o nome das heurísticas seja bastante semelhante com as heurísticas tradicionais, suas definições são significativamente diferentes.

D'Carlo *et al.* [5] apresentaram um conjunto de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de dispositivos móveis educacionais. Os autores descrevem que sua proposta difere das demais, pelo fato de apresentar um conjunto de heurísticas específicas para avaliar e caracterizar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais. O conjunto de heurísticas proposto pode ser utilizado tanto para avaliar aplicativos já desenvolvidos quanto os que estão em fase de desenvolvimento. O conjunto contém um total de 14 heurísticas, sendo que 7 delas foram adaptadas, 6 novas heurísticas foram criadas e apenas uma heurística foi reutilizada. Para cada, foi denominado um código/nome, descrição e origem. A origem foi separada em três grupos: (1) Heurística Nova (HN): representa heurísticas criadas para o contexto de aplicativos educacionais; (2) Heurística Adaptada (HA): representa heurísticas genéricas adaptadas pelos autores para o contexto educacional; (3) Heurística Reutilizada (HR): estabelece que a heurística não foi alterada. As heurísticas são: (1) consistência e bom aproveitamento do espaço da tela (HA); (2) disponibilidade e portabilidade (HN); (3) facilidade de acesso às funcionalidades (HA); (4) resposta imediata e visibilidade (HA); (5) adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário (HA); (6) prevenção de erros e recuperação rápida ao último estado estável (HA); (7) aprendizado orientado a um objetivo (HN); (8) aprendizagem e recordação no processo de interação (HN); (9) controle de aprendizado e flexibilidade (HA); (10) disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros (HN); (11) aprendizado cooperativo/colaborativo (HN); (12) motivação (HA); (13) consolidação de novos aprendizados (HN); (14) ajuda e documentação (HR). A avaliação do conjunto proposto foi elaborada com a ajuda de especialistas da área e usuários. Os autores concluíram que foi possível evidenciar a eficácia e eficiência das heurísticas propostas avaliação da usabilidade de aplicativos sob o domínio educacional.

Humayoun *et al.* [20] elaboraram um conjunto de 15 heurísticas para avaliação de gestos *multi-touch* em aplicativos móveis, destas 14 foram retiradas de heurísticas propostas por outros pesquisadores. Contudo, essas heurísticas foram adaptadas para avaliar gestos *multi-touch*

em aplicativos móveis. As 15 heurísticas (H) são: (H1) visibilidade de estado do sistema, (H2) correspondência entre o sistema e o comportamento do mundo real, (H3) navegação e controle do usuário, (H4) consistência e padrões, (H5) gerenciamento de erros, (H6) permitir opções e atalhos de configuração, (H7) estética e design minimalista, (H8) ajuda e documentação, (H9) facilidade de utilização, (H10) apreensibilidade, (H11) carga cognitiva, (H12) fadiga, (H13) reconhecimento em vez de lembrar, (H14) não omitir informações do usuário e (H15) orientação de tela.

Como forma de avaliar as heurísticas propostas Humayoun *et al.* [20], foram selecionadas 11 heurísticas para aplicativos móveis de [9], para comparar com o conjunto proposto por [20], investigando quantos problemas de usabilidade, que estão relacionados aos gestos *multi-touch*, podem ser encontrados ao usar ambos os conjuntos de heurísticas. As heurísticas (H) especificadas por [9] são: (H1) use mensagem de boas vindas para novos usuários, (H2) forneça notificação imediata do status do aplicativo, (H3) crie ícones intuitivos, (H4) Permita opções de configuração e atalhos, (H5) use um tema e termos consistentes, bem como convenções e padrões familiares ao usuário, (H6) evite erros sempre que possível, (H7) facilite a entrada de dados sem esforço, (H8) projetar um caminho flexível e claro para a conclusão da tarefa, (H9) Empregue uma interface simples, focada, visualmente agradável e intuitiva, (H10) atender a diversos ambientes móveis, (H11) faça bom uso de sensores. Em um estudo de avaliação preliminar, cinco avaliadores participantes conseguiram descobrir mais problemas de usabilidade usando heurísticas propostas por Humayoun em comparação com as heurísticas para aplicativos móveis propostas por [9].

Masip *et al.* [11] mostraram a necessidade de adaptar heurísticas a sistemas interativos, porque a maioria das heurísticas não satisfazem os recursos de usabilidade de sistemas interativos ou porque as heurísticas definidas até agora não levam em consideração todas as partes de novas interfaces interativas. Ao todo, os autores perceberam que as heurísticas de Nielsen [14] não cobrem todas as características de usabilidade em algumas interfaces interativas, como assistentes virtuais e quiosques públicos. Consequentemente, as heurísticas de Nielsen [14] não são o suficiente para avaliar sistemas interativos que são diferentes de *websites*. Sendo assim, analisaram por um longo período os recursos e definições de heurísticas de usabilidade, detectando dezesseis categorias distintas. Contudo, essas dezesseis categorias não são o suficiente para avaliar todas as características de sistemas interativos. Através de um experimento de avaliação heurística, foi realizada uma comparação entre as heurísticas, apresentando por meio de resultados qualitativos.

Chuan *et al.* [4] relatam que as heurísticas de usabilidade usadas para testes em geral, formalizadas por Nielsen [14], não podem ser adequadas para avaliar o vocabulário de gestos da interação tradicional, encontrada em dispositivos *touchscreen*. O objetivo deste estudo foi criar um conjunto

de heurísticas específicas que complementam as heurísticas gerais de usabilidade existentes. Para isso, foi realizada uma revisão literária sobre a interação gestual e testes de usabilidade, buscando por heurísticas que avaliam os gestos durante a interação com o dispositivo. A partir da revisão literária, foram propostas 4 novas heurísticas específicas para interação gestual. As heurísticas são: (H1) Aprendizagem por gestos, (H2) Carga cognitiva por gestos, (H3) Adaptabilidade ao gesto e (H4) Ergonomia de gestos. O estudo reuniu seis modelos de heurísticas de usabilidade para criar as heurísticas propostas.

Ebrahiminejad *et al.* [6] desenvolveram um protótipo que foi avaliado por seis especialistas, sendo que os dados da avaliação foram recolhidos a partir de um questionário chamado *Heuristic Evaluation Questionnaire* (HEQ), pelo autor. Este questionário foi dividido em 10 itens principais, inspirados nas 10 heurísticas de Nielsen [14], como: (1) visibilidade do estado do sistema; (2) relacionamento entre sistema e o mundo real; (3) controle do usuário e liberdade; (4) consistência e padrões para ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros; (5) prevenção de erros; (6) reconhecimento em vez de recall; (7) flexibilidade e design minimalista (8) estética e design minimalista (10) ajuda e documentação. Para cada item, foram elaboradas algumas questões específicas como: (1) Visibilidade do Estado do Sistema: a) O status de um ícone é claramente indicado? b) Cada exibição começa com um título ou cabeçalho que descreve o conteúdo da tela? c) Um ícone selecionado é claramente visível quando cercado por ícones não selecionados? d) Existe um esquema consistente de design de ícones em todo o aplicativo? (3) Controle do Usuário e Liberdade: a) Eu posso voltar facilmente a um menu anterior? b) Eu posso avançar e voltar entre campos ou opções de caixa de diálogo? c) Eu posso reverter facilmente suas ações?

Cada especialista respondeu às questões baseadas em *checklist*. Para validar os estudos com relação às avaliações das heurísticas de usabilidade, foram escolhidos usuários leigos e também especialistas da área. O objetivo da escolha de dois conjuntos de avaliadores foi tentar encontrar mais problemas de usabilidade do que se fosse avaliado apenas por um grupo de avaliadores, porque nem todos os usuários possuem o mesmo conhecimento do que um especialista da área. Além disso, é possível identificar os pontos fortes e fracos das heurísticas.

Rusu *et al.* [16] propõem um conjunto de 12 heurísticas de usabilidade para avaliar aplicações de *Grid Computing*. *Grid Computing* é uma tecnologia de computação distribuída que é baseada no compartilhamento de diferentes tipos de recursos computacionais. As 12 novas heurísticas propostas pelos autores foram agrupadas em 3 categorias, que são: (1) Design e Estética, (2) Navegação e (3) Erros e Ajuda. As heurísticas são apresentadas por cada grupo. As heurísticas do Grupo 1 são: (H1) - clareza: a interface da aplicação deve ser de fácil compreensão; (H2) - metáforas: a aplicação deve

usar metáforas apropriadas, tornando as possíveis ações de fácil compreensão, por meio de imagens e objetos familiares; (H3) - simplicidade: fornecer as informações necessárias para concluir uma tarefa de maneira clara e objetiva; (H4) - comentários: a aplicação *Grid Computing* deve manter os usuários informados sobre o andamento dos trabalhos de uma forma detalhada; (H5) - consistência: consiste na utilização de linguagens e conceitos. A forma da entrada de dados e de visualização dos resultados deve ser consistente. As heurísticas do Grupo 2 são: (H6) - atalhos: fornecer atalhos, abreviaturas ou linhas de comando para usuários mais experientes; (H7) - baixa carga de memória: manter os comandos principais sempre disponíveis; (H8) - explorabilidade: minimizar a navegação e fornecer maneiras fáceis, claras e naturais para executar as tarefas; (H9) - controle sobre as ações: fornecer maneiras de cancelar uma tarefa em execução ou processo, permitindo desfazer ou alterar as ações. As heurísticas do Grupo 3 são: (H10) - prevenção de erros: impedir que os usuários realizem ações que possam causar erros, evitando confusões durante o uso; (H11) - recuperando-se de erros: fornecer mensagens claras, indicando o erro esperado, causa e a solução de erros; (H12) - ajuda e documentação: fornecer uma documentação de fácil compreensão e completa para ajudar todos os tipos de usuários - experientes ou novatos.

Com a finalidade de adaptar e buscar reduzir problemas de usabilidade, o GQS (Grupo de Qualidade de Software da Universidade Federal de Santa Catarina (GQS/INSCoD/UFSC), elaborou um conjunto de heurísticas de usabilidade – a partir das 10 heurísticas de Nielsen [14] - e um *checklist* para avaliar a usabilidade de sistemas em celulares *touchscreen* [12,18]. Esse *checklist* possui, para cada questão três opções de resposta: Sim, Não e Não se aplica. O mesmo, foi validado através de um estudo empírico no qual foram verificados os resultados de 247 avaliações de heurísticas em aplicativos usando o *checklist*.

Ao analisar os trabalhos citados nesta seção, observou-se que as heurísticas têm potencial para serem aplicadas no contexto de *tabletop*; contudo para que esta aplicação fosse efetiva, a experiência do desenvolvedor seria importante, pois teria que entender e considerar as heurísticas que são descritas para outros dispositivos para tomar as decisões de design em *tabletop*, por isso, a possibilidade de adaptar as heurísticas foi escolhida, pois dessa forma, haveria a possibilidade de contextualizá-las, com informações específicas deste dispositivo para auxiliar desde o planejamento até os testes de sistemas.

Como não foram identificadas heurísticas específicas para *tabletop*, houve a necessidade de investigar trabalhos que relatam o design de sistemas para este dispositivo, com o intuito de coletar informações e experiências, como descritas a seguir.

### **Etapa 1 – Exploratória: Design da *Tabletop***

Trabalhos relacionados a design de interfaces de *tabletops* também foram explorados na etapa 1 deste trabalho. A seguir uma breve descrição destes.

O GIS é uma plataforma *tabletop* que utiliza Sistemas de Informação Geográfica [15]. O autor relata uma dificuldade na adequação da interface para realizar interações mais complexas, limitando a eficiência e a colaboração dos usuários. Contudo, foi realizada uma análise dos requisitos a partir do ponto de vista da semântica operacional referindo-se à interação dos usuários a partir de sequências de operações, que resultaram em um modelo de gerenciamento de interfaces de usuários.

A partir desse modelo, foi criado um novo conjunto de interfaces direcionadas ao GIS, melhorando a usabilidade com ênfase na colaboração e na interação dos usuários. Com o intuito de estabelecer uma colaboração entre os usuários, foram definidos quatro tipos de interação, que são: global, colaborativa, pessoal e compartilhada. A operação global afetará o estado geral da exibição; na colaborativa, os usuários devem solicitar a colaboração da mesa ao usuário atual, não causando alteração na exibição global; a operação pessoal, um único estado é mantido; já na operação compartilhada, todos os usuários podem realizar operações ao mesmo tempo.

O trabalho colaborativo pode, por exemplo, facilitar o diagnóstico por imagem de um time de médicos em um único local, tendo em vista que vários usuários podem utilizar a *tabletop* ao mesmo tempo [22]. Realizaram um estudo de usabilidade sobre as diferentes técnicas de orientação: manual, que trabalha com a orientação independente do conteúdo digital, possibilitando que o usuário tenha uma liberdade para selecionar e manipular as imagens desejadas; e a orientação global, que trabalha com um conjunto de imagens na mesma tela (simultaneamente) possibilitando que todas as imagens necessárias e as informações de texto possam ser apresentadas. Essa técnica também está associada aos mesmos controles interativos mencionados acima para a técnica de orientação manual.

Uma diferença entre as técnicas é que a manual possibilita a manipulação das imagens dinamicamente, facilitando a interação do usuário, e a global é restrita a esse tipo de operação. O autor relata que a orientação manual oferece uma melhor usabilidade do que a técnica global para orientar as imagens, dando a oportunidade para selecionar e manipular as imagens desejadas. Entretanto, a técnica de orientação global, facilita a manipulação de todo espaço de trabalho até mesmo, as imagens não desejadas.

Já [3] apresenta uma aplicação de *tabletop* com um ambiente *multi-display* apoiando militares em treinamentos baseados em simulação. Considera-se que Ormis é uma das poucas aplicações *tabletop* para práticas de apoio e análise colaborativa, planejamento e interação, permitindo que pequenos grupos de usuários possam discutir, analisar e

desenvolver estratégias utilizando mapas digitais. Ormis foi planejada utilizando um processo iterativo envolvendo observação de campo e testes com peritos da área.

A ideia-chave de design era de que esse processo era necessário para resolver a tensão entre simplicidade e funcionalidade, onde houve a necessidade de identificar e disponibilizar os recursos realmente necessários, mantendo a interface mais simples possível, e considerando que a colaboração em torno de mapas não pode ser adequadamente resolvida com uma única forma de *zoom*.

Ainda assim, a *tabletop* compartilhada não é suficiente para apoiar as atividades onde usuários precisam visualizar diferentes partes do mapa em diferentes níveis de detalhe. Para melhorar estes requisitos, foi implementado um conjunto de técnicas de interação, cada uma adaptada a diferentes situações: o mapa principal - proporciona um espaço compartilhado para diversos usuários; lentes bifocais - proporcionam áreas circulares, que pode ser ampliada de forma independente do próprio mapa; *viewports* - fornecem uma área retangular que pode ser deslocada e ampliada independentemente do mapa principal; *tablets* - proporcionam janelas de exibição no mapa compartilhado que são exibidas num dispositivo portátil separado. Ormis foi projetado para substituir simulações em PC's, facilitando a aprendizagem e o trabalho colaborativo entre os usuários. Ormis foi avaliado por especialistas no domínio e por candidatos a oficial em uma universidade militar.

### **Etapa 2: Descritiva – Comparação entre as Heurísticas Identificadas**

Com base nas propostas identificadas nos trabalhos envolvendo adaptação de heurísticas, foi elaborado um quadro comparando essas propostas, e no que as mesmas tangenciam a proposta original elaborada por Nielsen [14], mesmo que de forma parcial ou total, ou o que as mesmas apresentam de inovação em relação a proposta original de Nielsen [14]. Conforme pode se observar no Quadro 2, todos trabalhos possuem suas heurísticas, que os diferem uns dos outros. Cada trabalho está especificado pela letra H (Heurística) seguida do número de cada heurística, se referindo ao trabalho relacionado na seção anterior.

A partir do Quadro 2 houve a necessidade de identificar quais heurísticas seriam utilizadas para avaliar a *tabletop* descrita nesse trabalho, e optou-se por usar como base os trabalhos relacionados no Quadro acima.

### **Etapa 2: Descritiva – Características do Contexto de Design de *Tabletop***

De forma semelhante a comparação feita entre as heurísticas no Quadro 2, o Quadro 3 representa a comparação entre os trabalhos do contexto de *tabletop*, contendo suas características.

Heurística de Nielsen	[7]	[16]	[4]	[5]	[21]	[9]	[13]	[20]
Visibilidade de Status do Sistema	(H1)	(H4)	(H2)	(H4)	(H1)	(H1)	(H9)	(H1)
						(H2)	(H3)	-----
Relacionamento entre a interface do sistema e o mundo real	(H2)	(H1)	-----	(H5)	(H2)	(H3)	(H5)	(H2)
		(H2)	-----					
Liberdade e controle do usuário	(H3)	(H8)	-----	-----	(H3)	(H4)	(H8)	(H3)
		(H9)	-----					(H6)
Consistência e Padronização	(H4)	(H5)	(H3)	(H1)	(H4)	(H5)	(H2)	(H4)
Prevenção de erros	(H5)	(H10)	-----	(H6)	(H5)	(H6)	(H6)	(H5)
Reconhecimento no lugar de lembrança	(H6)	(H7)	(H1)	(H8)	(H6)	-----	(H11)	(H11)
								(H13)
Flexibilidade e eficiência de uso	(H7)	(H6)	(H4)	(H3)	(H7)	(H7)	(H7)	(H9)
				(H9)		(H8)	(H1)	(H10)
Estética e design minimalista	(H8)	(H3)	-----	-----	-----	(H9)	-----	(H7)
Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e resolver erros	(H9)	(H11)	-----	(H10)	(H8)	-----	(H4)	(H13)
Ajuda e documentação	(H10)	(H12)	-----	(H14)	-----	-----	(H10)	(H8)
-----	(H11)	-----	-----	(H11)	-----	(H10)	-----	-----
-----	-----	-----	-----	(H13)	-----	(H11)	-----	-----
-----	-----	-----	-----	(H2)	-----	-----	-----	(H12)
-----	-----	-----	-----	(H7)	-----	-----	-----	(H14)
-----	-----	-----	-----	(H12)	-----	-----	-----	(H15)

Quadro 2. Comparação das heurísticas

[15]	[3]	[22]
Características	Características	Características
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação simultânea e colaborativa</li> <li>• Utiliza uma mesa interativa Samsung SUR40</li> <li>• Blocos podem ser orientados dinamicamente</li> <li>• Possui menu radial</li> <li>• Pode ser utilizada em vários dispositivos simultaneamente</li> <li>• Trabalha com informações geográficas em diferentes ângulos e dimensões</li> <li>• Possibilita desenhar áreas, linhas, medir ângulos e distância</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço compartilhado para diversos usuários</li> <li>• Possui uma <i>tabletop</i> 2D de 55 polegadas</li> <li>• Entradas <i>multi-touch</i></li> <li>• Lentes Bifocais (Zoom)</li> <li>• Planejamento de rotas desenhando polilinhas (waypoint)</li> <li>• Pode ser utilizada em vários dispositivos simultaneamente</li> <li>• Utiliza cartas geográficas</li> <li>• Permite localizações futuras e passadas, linha de rastreamento, visibilidade e alcance de uma unidade militar,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulação de conteúdo digital e imagens</li> <li>• Utiliza uma mesa interativa Samsung SUR40</li> <li>• Espaço colaborativo</li> <li>• Visualização de informações 2D/3D</li> <li>• Interação <i>multi-touch</i>, objetos tangíveis, canetas ou mouse.</li> <li>• Possibilitar dar zoom nos objetos</li> <li>• Resolução de 1920 x 1080</li> <li>• Dimensões de 43.1 x 27.8 polegadas.</li> <li>• Área <i>touchscreen</i> em uma tela de 40 polegadas</li> </ul>

Quadro 3. Comparando as características de interfaces para *tabletop*

### Etapas 3: Correlacional

No decorrer da implementação do simulador virtual tático, foram identificados inúmeros fatores que poderiam ser melhorados levando em consideração as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen [14] e a interação do usuário final com o simulador. O principal objetivo dessa etapa foi avaliar a qualidade da interface em termos de

usabilidade, identificar problemas visando à melhoria e a adaptação das heurísticas para o contexto da *tabletop*.

Com base no estudo sobre técnicas e métodos de avaliação de interface e usabilidade, foi realizada uma observação com um grupo de 5 usuários. Enquanto os usuários interagiam com o simulador, foram identificadas algumas dificuldades no decorrer da interação. A partir dessa observação, melhorias na interação foram propostas. Primeiramente, ao iniciar a interação, foram apresentados os menus e os elementos da interface.

Caso 1: Na Figura 4 pode ser visualizado o menu com as suas respectivas opções. Durante a observação da interação dos usuários com o menu, ao selecionar uma das opções (Figura 5), os usuários ficaram um pouco confusos se a ação do menu era realizada na parte destacada ou se seria no meio do menu, onde está descrito a opção selecionada.

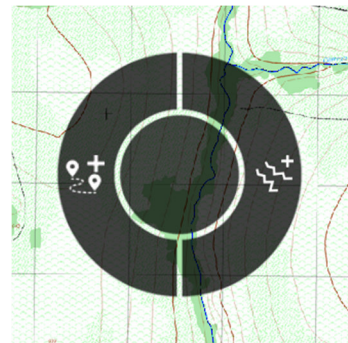


Figura 4. Menu com as opções

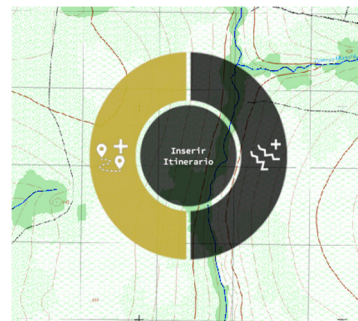


Figura 5. Menu com a opção selecionada e a sua descrição

Caso 2: Como o menu possui mais de um nível de opções, subitens (Figura 6), ao selecionar uma opção, seus subitens podem ser apresentados ao usuário. Primeiramente, o usuário não visualiza que alguma das opções do menu pode ter outros níveis com subitens, causando uma confusão na interação, sendo que algumas opções executam a ação e outras são expandidas para mais opções dos itens no menu.

Caso 3: Outra questão é a sobreposição do menu nos elementos da interface, representada na Figura 7. Ao abrir o menu acima de outro elemento, o mesmo fica sobreposto, dificultando a visualização do elemento que está sendo sobreposto pelo menu.

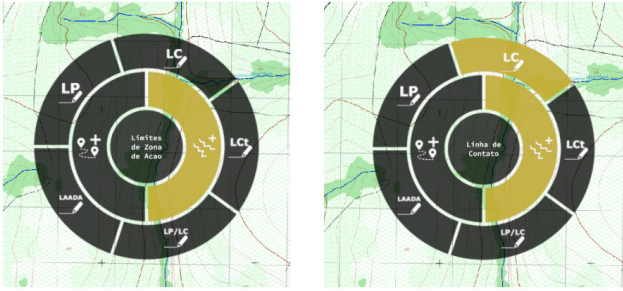


Figura 6. Menu com as suas opções e seus subitens

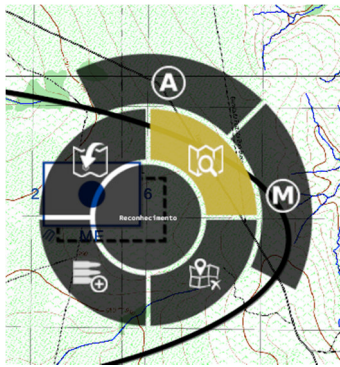


Figura 7. Sobreposição de elementos

Caso 4: Os elementos apresentados para os usuários, na sua grande maioria são interativos, conforme a Figura 8. Ao observar alguns elementos, os usuários ficaram na dúvida se tinha alguma interação, opções de menu ou não.

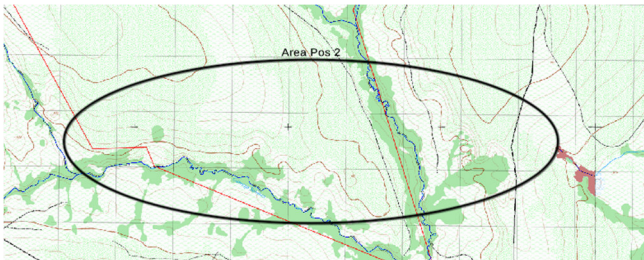


Figura 8. Elementos interativos

Conforme os casos acima apresentados, houve a possibilidade de observar que algumas interações necessitam de adaptações para o contexto da *tabletop*. Caso 1: Uma possível modificação na questão dos itens do menu, na forma de apresentá-los, colocando a descrição do item do menu próximo do ícone, facilitando a visualização da opção selecionada de maneira que não ocorra a confusão do ícone com a sua descrição, pois como foi observado, se o nome do ícone aparece em outro lugar, o usuário tende a pensar que é preciso clicar sobre o nome para confirmar a ação, sendo que o necessário é clicar sobre o ícone. Caso 2: Cada item do menu pode conter subitens. Para isso, uma melhoria na interface poderia ser adaptada, inserindo algum indicativo no item que possui mais de um subitem, diferenciando dos demais. Caso 3: Neste caso, os usuários apresentaram

algumas dificuldades com a sobreposição do menu nos elementos da interface, atrapalhando a visualização da mesma. A sugestão durante a observação foi de abrir o menu sempre ao lado do elemento, sem dificultar a visualização do mesmo. Caso 4: Neste caso, os elementos apresentados deixaram os usuários sem identificar se existe alguma interação com o elemento. A sugestão foi criar algum indicativo, destaque para o elemento, indicando que é interativo, que possui alguma ação.

#### Etapa 4 – Explicativa: Heurísticas Explicativas

A partir da observação dos usuários, foi adaptado para o contexto da *tabletop*, um *checklist* proposto por [12,18] para avaliação heurística. Cada heurística contém algumas perguntas com exemplos voltados para a *tabletop*. Como apresentado no Quadro 4, o *checklist* possui 3 opções como resposta: Sim, Não e Não se aplica.

Heurísticas	Sim	Não	Não se Aplica
<b>Visibilidade do status do sistema</b>			
a) Os componentes interativos selecionados são claramente distintos dos demais? Por exemplo, o estado de botões muda quando são pressionados e destaca a aba do menu, elemento que está sendo visualizada.			
b) As mensagens sobre o status do aplicativo possuem uma linguagem clara e concisa? Por exemplo, os títulos das telas e das mensagens de erro são de fácil compreensão.			
c) Para cada ação do usuário há um feedback na sua interação? Por exemplo: mudança de contraste nas cores da área selecionada			
<b>Mapeamento entre o sistema e o mundo real</b>			
a) Os ícones são autoexplicativos em relação a sua função?			
b) Os gestos necessários para manipular os objetos condizem com o modelo mental do usuário?			
c) Os comandos e ações são autoexplicativos em relação a sua função?			
<b>Controle e liberdade do usuário</b>			
a) As funcionalidades podem ser adaptadas para serem exibidas em diferentes ângulos? Por exemplo, girar uma opção 90° graus para ficar direcionada ao usuário, se por acaso, o direcionamento não for automático.			
b) É possível identificar o número de passos necessários para a realização de uma tarefa? Por exemplo: a quantidade de toques ou passos que o usuário tem que fazer para chegar a uma funcionalidade			
c) O usuário pode cancelar uma ação que está em execução? Por exemplo: cancelar alguma tarefa, funcionalidade que está em execução			
d) O simulador deixa claro qual o próximo passo para realizar a tarefa? Por exemplo: Após finalizar uma tarefa, a próxima tarefa é indicada			
e) Controles e botões se distinguem do restante da interface, deixando evidente que são interativas? Por exemplo: Os elementos indicam que são interativos			

<b>Flexibilidade e eficiência de uso</b>			
a) É possível mais de um usuário utilizar a mesa ao mesmo tempo? Por exemplo: Dois usuários realizarem a mesma função, abrir o menu, por exemplo.			
b) É possível mais de um toque na mesa? Por exemplo: Realizar dois toques na mesa sem interferir nas demais funcionalidades			
c) É possível utilizar duas funcionalidades ao mesmo tempo? Por exemplo: Abrir dois menus simultaneamente.			
d) As funcionalidades aparecem próximas do usuário que está interagindo? Por exemplo: Os elementos da interface aparecem perto do usuário que executou uma ação..			
e) O usuário tem a flexibilidade para girar algum elemento na interface? Por exemplo: Se o menu aparece ao contrário, o usuário poderá girar para posição desejada			
f) As funcionalidades aparecem direcionadas ao usuário que está interagindo? Por exemplo: Os elementos da interface se adaptam a posição do usuário			
<b>Estética e design minimalista</b>			
a) A navegação do menu é intuitiva? Por exemplo: é fácil de chegar a opção desejada			
b) O menu é esteticamente simples e claro? Por exemplo: as opções são fáceis de encontrar, dispostas em uma ordem lógica e com títulos curtos			
c) Os botões, textos e cores possuem contraste em relação ao plano de fundo?			
<b>Reconhecer ao invés de lembrar</b>			
a) Os elementos gráficos e textuais para apresentar cada funcionalidade estão próximos? Por exemplo: Se a funcionalidade tem um título e ícone, o ícone está próximo ao título que o descreve.			

**Quadro 4. Checklist adaptado para o contexto da *tabletop***

## CONCLUSÃO

Em suma, as heurísticas de usabilidade para aplicações *tabletop*, é algo relativamente novo em comparação com as heurísticas propostas para *web* e para dispositivos móveis. Há uma necessidade de novos métodos de avaliação de usabilidade para dispositivo do tipo *tabletop*, pois suas características diferem das demais, por exemplo, ao utilizar um *smartphone* ou *tablet*, o usuário tem a possibilidade de aproximar o dispositivo e ajustá-lo (na vertical ou horizontal) de acordo com a sua preferência; na *tabletop*, devido ao seu tamanho e peso, não há essa possibilidade, por isso, existe a necessidade de ter heurísticas que reportem a importância dos itens da interface aparecerem próximo ao usuário e em sua direção.

Enfim, o objetivo deste trabalho foi identificar possíveis melhorias na usabilidade e interação do simulador tático virtual com o usuário, por meio da fundamentação teórica, aplicação da pesquisa e desenvolvimento. Contudo, embora haja este contexto, estas melhorias podem ser aplicadas em outros sistemas de outros contextos, como educacional, pois houve a preocupação com a usabilidade para ensinar doutrinas aos militares, e esta preocupação pode ser aplicada

para ensinar outras pessoas e outros conteúdos, pois o foco está em como apresentar as informações na interface.

Por exemplo, em qualquer sistema para *tabletop*, como os educacionais, é importante pensar em como os elementos de interface serão apresentados para o usuário, no caso, há um item do checklist informando que as informações, etc., devem estar direcionados ao usuário, para evitar que fiquem ao contrário, considerando a posição do usuário; outro item do checklist é identificar a proximidade que as opções de interface vão aparecer do usuário, pois devido ao tamanho da tela, as opções podem aparecer do lado oposto ou no centro da tela, dificultando a leitura e acesso a elas.

Futuramente, será aplicado o questionário/ *checklist* para identificar mais heurísticas para este contexto, serão adicionadas duas novas etapas para realizar a validação com especialistas e usuários da área e também, realizar o refinamento das heurísticas propostas. A partir disso, poderá ser gerado um novo conjunto de heurísticas para aplicações *tabletop* para auxiliar os desenvolvedores nesse contexto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Exército Brasileiro pelo apoio financeiro por meio do Projeto SIS-ASTROS (813782/2014), desenvolvido no contexto do Prg EE ASTROS 2020.

## REFERENCIAS

- Andrade, M. V. M.; Vianna, A. A.; Coelho, S. L. "Estudo sobre a usabilidade dos portais corporativos direcionados à comunidade universitária". Proceedings - XXII Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE). 2017.
- Barros, J.P; Kanda, J.Y; Vieira, A.C.A.P. Aplicação de Técnicas de Usabilidade Para Avaliação do Aplicativo Móvel Quimi Analysis. Proceedings - XXII Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE), p. 233–238. 2017.
- Bortolaso, M.C. Oskamp, T. C. Graham, D. Brownl. OrMiS: a *tabletop* interface for simulation-based training. Proceedings - ACM Interactive *Tabletops* and Surfaces, pp. 145-154. 2013.
- Chuan, N. K.; Sivaji, A.; Ahmad, W. F. W. Proposed Usability Heuristics for Testing Gestural Interaction. Proceedings - 4th International Conference on Artificial Intelligence with Applications in Engineering and Technology, ICAIET 2014, p. 233–238. 2014.
- D'Carlo, D; Barbosa, G.A.R; Oliveira, E.R. "Proposta de Um Conjunto de Heurísticas para Avaliação da Usabilidade de Aplicativos Móveis Educacionais.". Abakós, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 16-35 - ISSN: 2316-9451. 2017.
- Tehrani, S. E. M; Zainuddin, N. M. M; Takavar, T. Heuristic Evaluation for Virtual Museum on Smartphone. Proceedings - 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USER), n. Vm, p. 227–231. 2014.

7. Inostroza, R., Rusu, C., Roncagliolo, S., Jimenez, C., Rusu, V. Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices. Proceedings - 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. 2012.
8. ISO-9241-11, “Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT’s)”. Proceedings - Part 11: Guidance on Usability. International Organization for Standardization, 1998.
9. Joyce, G. and Lilley, M. Towards the Development of Usability Heuristics for Native Smartphone Mobile Applications. Proceedings - 2014 Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience, pp. 465-474. 2014.
10. Lewis, J. “Usability: Lessons Learned ... and Yet to Be Learned”. Proceedings - International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 30, no. 9, pp. 663-684. 2014.
11. Masip, L., Granollers, T., Oliva, M. A Heuristic Evaluation Experiment to Validate the New Set of Usability Heuristics. Department of computer science and industrial engineering University of Lleida Lleida 25001 (Spain). 2011.
12. MATch - Measuring Usability of Touchscreen Phone Applications. Disponível em: <http://www.gqs.ufsc.br/match-measuring-usability-of-touchscreen-phone-applications/>
13. Neto, O. J. M. Usabilidade da interface de dispositivos móveis: heurísticas e diretrizes para o design. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. (2013)
14. Nielsen, J. “Heuristic Evaluation”, in J. Nielsen and R. Mack, Usability Inspections Method. New York: John Wiley and Sons Inc. 1994.
15. Q. Yang, J. Liu, Y. Qin, C. Yu, Q. Yuan and Y. Shi, "Studying Accessible States of User Interfaces on *Tabletops*". Proceedings - 2014 IEEE 11th Intl Conf on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2014 IEEE 11th Intl Conf on Autonomic and Trusted Computing and 2014 IEEE 14th Intl Conf on Scalable Computing and Communications and Its Associated Workshops, Bali. pp. 402-405. 2014.
16. Rusu, C; Tapia, Gonzalo; Roncagliolo, S; Hayvar, D. “Usability Heuristics for Grid Computing Applications”. Proceedings - 4th International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2011), Gosier, France. 2011.
17. Rusu, C. Rusu, V. Roncagliolo, S. and C, Collazos. “A methodology to establish usability heuristics”. Proceedings - ACHI2011: The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, pp. 59-62. 2011.
18. Salazar, L. H. A.; Lacerda, T. C.; Gresse Von Wangenheim, C.; Barbalho, R. A. Customizando heurísticas de usabilidade para celulares. Proceedings - Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, Cuiabá/Brazil. 2012.
19. Sakamoto G. S, Silva F. L, Miranda C. L. “Identificando Barreiras de Acessibilidade Web em Dispositivos Móveis: Resultados de um Estudo de Caso Orientado pela Engenharia de Requisitos.” Proceedings - Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC'12). Cuiabá, MT, Brasil. Copyright 2012 SBC. ISBN 978-85-7669-262-1 (online). (2012).
20. Shah R. Humayoun, Paresh, H. Chotala, Muhammad, S. Bashir and Achim Ebert. Heuristics for Evaluating Multi-Touch Gestures in Mobile Applications. Proceedings - 31st British Human Computer Interaction Conference (BCS-HCI 2017), University of Sunderland’s St. Peter’s Campus, July 3-6. 2017.
21. Shneiderman, B; Plaisant, C. “Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction”. Proceedings - Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (4th Edition). Pearson Addison Wesley. 653 p. 2004.
22. Madni, T. M.; Y. B. Nayan, S.; Sulaiman, A. Abro and M. Tahir, "Usability evaluation of orientation techniques for medical image analysis using *tablettop* system". Proceedings - 2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS), Kuala Lumpur. pp. 477-482. doi: 10.1109/ICCOINS.2016.7783262. 2016.
23. Tarouco, L. M. R; Roland, L. C.; Fabre, M. J. M.; Konrath, M. L. P. “Jogos educacionais”. In: CINTED – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, 2004. Disponível: <http://www.ueb-df.org.br/Adultos/Reflexoes/Jogos%20Educacioanis.pdf>, Novembro. 2007.