

## DETECÇÃO DE PROBLEMAS DE USABILIDADE EM UM MONITOR MULTIPARAMÉTRICO ATRAVÉS DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

G. S. Mendonça\*, A. O. Andrade\*\*, A. A. Pereira\*\* e S. T. Milagre\*\*

\* Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) - Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

\*\* Departamento de Engenharia Biomédica - Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) - Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

e-mail: mendonca.gustavo@hotmail.com

**Resumo:** Atualmente os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) têm incorporado cada vez mais tecnologias modernas. Diante disso, os usuários dos equipamentos eletromédicos se confrontam com interfaces computacionais de alto grau de complexidade, o que pode levá-los ao erro. Assim, pela importância do tema para a área da saúde como um todo, este trabalho teve como objetivo realizar a Avaliação de Usabilidade de um monitor multiparamétrico utilizado no Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) por meio da técnica Avaliação Heurística. A avaliação foi feita por cinco (5) avaliadores que percorreram a interface do monitor aplicando de forma independente o conjunto de heurísticas de usabilidade. Foram detectados no equipamento vinte (20) problemas de usabilidade que violaram setenta e quatro (74) vezes as heurísticas, sendo onze (11) desses problemas com classificação de gravidade igual ou superior a três (3), ou seja, de alta prioridade de correção.

**Palavras-chave:** Usabilidade, Monitor Multiparamétrico, Avaliação Heurística, Avaliação de Tecnologias em Saúde.

**Abstract:** *In present days, Health Care Facilities have increasingly incorporated modern technologies. Thus, the users of electromedical equipments confronts with computer interfaces of a high degree of complexity, which can lead professionals to error. So, considering the importance of the topic to the health care area as a whole, this work aims to make the Usability Evaluation of a multiparameter monitor in use at the Clinical Hospital of the Federal University of Uberlândia through an Heuristic evaluation technique. The evaluation was performed by five (5) evaluators who navigate through the interface monitor independently applying a set of usability heuristics. In the equipment, it were detected twenty (20) usability problems that violated seventy-four (74) times the heuristics, with eleven (11) of these problems with a severity rating equal or above than 3, ie of a high priority fix.*

**Keywords:** *Usability, Multiparameter Monitor, Heuristic Evaluation, Health Technology Assessment.*

### Introdução

Atualmente os EAS têm incorporado cada vez mais modernas tecnologias e se confrontam com equipamentos médico-assistenciais (bombas de infusão, monitores, robôs cirúrgicos “Da Vinci”, bisturis eletrônicos, ventiladores pulmonares, pet-scan) que comportam interfaces operador-equipamento de elevado grau de complexidade. Assim, as novas tecnologias aumentam as possibilidades de tratamento e as capacidades de diagnóstico, mas têm consequências para segurança do paciente, uma vez que pode tornar os equipamentos mais suscetíveis ao erro humano. Em muitos casos esses equipamentos não passaram por um processo de Engenharia de Usabilidade e têm interfaces de operadores que são mal concebidas e difíceis de usar. Dessa forma, os erros de utilização causados pela Usabilidade inadequada de equipamentos médico-assistenciais têm gerado preocupação [1,2,3,4]. Esse tipo de erro é reconhecido como uma das grandes causas de morte de pacientes nos Estados Unidos, como relatado em Zhang et. al [1].

A Engenharia de Usabilidade é a disciplina que visa melhorar o desempenho humano na utilização do equipamento por meio do projeto da interface que seja compatível com as habilidades dos operadores e que os apoiem de forma que possam realizar suas atividades de maneira produtiva e segura. Usabilidade é o conceito utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus operadores. A norma ABNT NBR IEC 62366 define Usabilidade como: “característica das interfaces operador-equipamento que estabelece eficácia, eficiência, facilidade de aprendizagem do operador e satisfação do operador” [5].

Eficácia é a medida da exatidão e completude com as quais os operadores atingem objetivos especificados. Eficiência é a eficácia em relação aos recursos despendidos para alcançá-la. Satisfação é o conforto e aceitabilidade do sistema de trabalho por seus operadores e outras pessoas afetadas por sua utilização [2,5].

A interface é o meio pelo qual operador e equipamento se comunicam. Quando fatores humanos;

que correspondem a um grupo de informações relacionadas com as habilidades, limitações e outras características humanas que são relevantes para um projeto; são considerados, a comunicação operador-equipamento acontece harmonicamente [4,6,7]. Portanto, a interface deve ser fácil de aprender, simples de usar, direta, intuitiva, memorizável, confortável, assim a chance de ser adotada diariamente por profissionais de saúde é maior, uma vez que não dificulta os processos de atendimento médico e de saúde, pois o operador fará bom uso da mesma. Se essas características forem negligenciadas, problemas de usabilidade possivelmente irão ocorrer.

No Brasil, por meio da Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias em Saúde (REBRATS) sob a coordenação do Departamento de Ciência e Tecnologia (DECIT), a Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) vem sendo empregada como uma ferramenta para a tomada de decisões acerca da introdução de novas tecnologias garantindo a segurança dos pacientes. A Avaliação de Usabilidade está inserida na metodologia de ATS [7], mas ainda é pouco conhecida e difundida no país pelos profissionais que exercem a função de Engenheiro Clínico e pelos fabricantes de equipamentos eletromédicos. Dessa forma, quando os dispositivos médicos são adquiridos, os gestores costumam ter informações sobre custo e funcionalidade, mas muito pouca informação sobre a Usabilidade dos sistemas [2].

Vários métodos de Avaliação de Usabilidade estão disponíveis, sendo duas das técnicas mais aplicadas para Avaliação de Usabilidade de equipamentos eletromédicos, a Avaliação Heurística e o Teste de Usabilidade, que são combinadas para se alcançar os melhores resultados [8].

A Avaliação Heurística é um método tradicional de Avaliação de Usabilidade. Consiste em um método de inspeção, onde basicamente avaliadores interagem com a interface e julgam a sua adequação comparando-a com princípios de usabilidade reconhecidos, as heurísticas, que são resultantes da decomposição de eficiência, eficácia, satisfação [1,4,8,9].

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, por meio de Avaliação Heurística, a Usabilidade de um modelo de equipamento de monitorização multiparamétrica de paciente, recentemente adquirido, que está sendo empregado em diversos setores do HCU-UFU.

## Materiais e métodos

**Objeto de estudo** – Nesta pesquisa foi realizada a Avaliação de Usabilidade de um equipamento de monitorização multiparamétrica de paciente, que é um dispositivo modular ou pré-configurado incluindo mais de uma unidade de monitoração fisiológica (pressão arterial, eletrocardiograma (ECG), frequência cardíaca, saturação de oxigênio, temperatura, respiração) sendo projetada para coletar informação de um único paciente e processá-la para fins de monitoração e para gerar alarmes [10]. Os parâmetros fisiológicos são

apresentados em um *display* em forma de curvas e valores numéricos.

A técnica empregada para Avaliação de Usabilidade do monitor multiparamétrico foi a Avaliação Heurística, pois é um método de fácil aprendizagem e rápida execução, detectando os possíveis problemas de usabilidade de um equipamento em tempo hábil. Não há a necessidade de operadores-finais no desenvolvimento da avaliação e nem de dispositivos auxiliares, sendo de alto valor em circunstâncias onde o tempo e os recursos são limitados [1,4,8,9].

As 14 heurísticas de usabilidade de Nielsen-Shneiderman que foram utilizadas nessa pesquisa na identificação dos problemas de usabilidade são listadas a seguir [1,4,8,9]:

**1. Consistência e padrões:** os operadores não devem ter que se preocupar se as palavras, situações ou ações significam a mesma coisa, se for adotado um padrão este deve ser seguido em todos os contextos do sistema;

**2. Visibilidade do estado do sistema:** o sistema deve manter o operador informado do que está ocorrendo, através de *feedback* apropriado, tendo em conta o tempo;

**3. Correspondência entre o sistema e o mundo real:** o sistema deve estar em conformidade com o modo que operador o idealiza, usar conceitos familiares e convencionais, tornando as informações naturais e lógicas;

**4. Design minimalista:** os diálogos devem conter somente a informação necessária para o bom entendimento do operador;

**5. Reconhecer ao invés de lembrar:** os operadores não devem ter necessidade de se lembrar de informação de uma parte para a outra do sistema, além disso, as instruções devem estar visíveis ou fáceis de localizar;

**6. Feedback Informativo:** aos operadores deve ser dado o *feedback* imediato e informativo sobre suas ações;

**7. Flexibilidade e eficiência de uso:** o sistema deve satisfazer tanto os operadores principiantes quanto os experientes. A disponibilização de atalhos é uma forma de ajustamento aos vários tipos de operador;

**8. Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros:** as mensagens de erro devem ser claras, objetivas, definir o problema e sugerir soluções;

**9. Prevenção de erros:** o sistema deve ser desenvolvido de maneira que impeça que os erros aconteçam em primeiro lugar;

**10. Encerramento claro:** cada tarefa tem um começo e um fim. Os operadores devem ser claramente notificados sobre a conclusão de uma tarefa;

**11. Ações reversíveis:** os operadores devem ter permissão para recuperar-se de erros. As ações reversíveis são as que incentivam aprendizagem exploratória;

**12. Linguagem dos usuários:** a linguagem deve sempre ser apresentada de forma compreensível pelos operadores pretendidos;

**13. Controle do utilizador:** o sistema deve ser concebido de tal forma que os operadores iniciem as ações, e não as respondam; o sistema deve evitar ações surpreendentes, resultados inesperados, seqüências tediosas de ações, que aparentam que o operador está sob controle do sistema;

**14. Ajuda e documentação:** o sistema deve facultar ajuda e ter uma forma de pesquisa rápida, focada na tarefa do operador, listando concretamente os passos a serem seguidos, que não devem ser extensos. Deve estar presente nos diversos contextos do sistema.

Quando uma heurística é violada, é dada uma classificação de gravidade considerando-se: a proporção de operadores que fazem uso do equipamento, o impacto que isso terá sobre a sua experiência com o produto, e se o problema de usabilidade será permanente. Um problema persistente com um grande impacto para a maioria dos operadores irá obter a classificação mais alta de gravidade. A escala de gravidade (0-4) que foi utilizada é descrita em [1]:

**0.** Nenhum problema de usabilidade, não se concorda que seja um problema de usabilidade;

**1.** Problema superficial. Não precisa ser corrigido, a menos que haja tempo extra disponível;

**2.** Problema de usabilidade menor. À solução deste problema deve ser dada prioridade baixa;

**3.** Grande problema de usabilidade. Importante para corrigir. Deve ser dada alta prioridade;

**4.** Catástrofe de usabilidade. Obrigatoriedade de correção anterior à sua aplicação.

Para a Avaliação Heurística, recomenda-se o uso de 3-5 avaliadores, esse número de avaliadores é o que será capaz de detectar a maior porcentagem de erros, até 75%, como é relatado em estudos [1,4,8]. A *expertise* dos avaliadores é um fator importante, pois diferentes avaliadores encontram problemas distintos e a experiência exerce grande influência nos resultados de uma avaliação heurística.

Neste estudo cinco avaliadores participaram da Avaliação Heurística do equipamento, três Engenheiros Biomédicos do Laboratório de Engenharia Biomédica (Biolab) mestrandos do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) que possuem familiaridade com a criação de interfaces gráficas, informática e ambientes virtuais. Também participaram dois professores de disciplinas afins ao objetivo do estudo, Interface Homem-Máquina e Avaliação de Tecnologias em Saúde.

Antes da avaliação, os avaliadores receberam artigos sobre avaliações heurísticas conduzidas para outros equipamentos médicos, utilizando o mesmo conjunto de 14 heurísticas, com exemplos claros. Em seguida, foram dadas instruções sobre como conduzir a avaliação pelo primeiro autor deste artigo, que é Engenheiro Biomédico e responsável pela pesquisa.

Os cinco avaliadores percorreram a interface do monitor separadamente, aplicando o conjunto de heurísticas de usabilidade. Assim, identificaram problemas de usabilidade e suas respectivas violações heurísticas. Cada avaliador preencheu uma lista em

formato de tabela onde cada linha continha o local da ocorrência, uma descrição do problema e a heurística violada. Depois de identificados os potenciais problemas de usabilidade pelos avaliadores, suas listas foram unificadas em uma lista principal. Essa lista então foi passada aos avaliadores, que avaliaram de forma independente a gravidade de cada problema. Em seguida foi feita a média aritmética das classificações dos avaliadores.

## Resultados

Foram encontrados vinte (20) problemas de usabilidade que geraram setenta e quatro (74) violações heurísticas, sendo onze (11) desses problemas com média das classificações de gravidade dos avaliadores superior a 3, ou seja, de importante correção. Exemplos de problemas identificados:

**1.** Na interface física a alça destinada para o deslocamento do equipamento não é ergonômica, comportando somente as falanges distais dos dedos das mãos, o que dificulta a portabilidade do equipamento e torna o transporte inseguro por não permitir o fechamento da mão, podendo o equipamento vir a cair após um desequilíbrio. Isso viola principalmente a heurística 9 “Prevenção de erros” e gera somente uma violação heurística.

**2.** No manual há a afirmação de que as figuras presentes no mesmo são meramente ilustrativas e sujeitas a modificações conforme configuração do monitor. Os itens presentes e suas disposições nas figuras do manual não condizem com a interface real do equipamento. Isso viola principalmente a heurística 3 “Correspondência entre o sistema e o mundo real”, pois o operador ao consultar o manual espera encontrar imagens que correspondam ao que ele encontra na interface real do equipamento. Esse problema também viola as heurísticas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, gerando 13 violações heurísticas;

**3.** Informação falsa contida no manual ao afirmar que para rever as mensagens de canal que foram removidas após silenciamento do alarme técnico é necessário apertar a tecla inibe por 2 segundos. Essa opção foi testada e foi verificado que isso não ocorre. Isso viola principalmente a heurística 4 “Design minimalista”, por trazer informação desnecessária, e também a heurística 13 por provocar um resultado inesperado, gerando 2 violações heurísticas;

**4.** Na interface digital do monitor não existe menu ajuda visível na tela principal ou nos canais dos parâmetros fisiológicos, o que viola principalmente a heurística 14 “Ajuda e documentação” por não facultar ajuda e não ter uma forma de pesquisa rápida, focada na tarefa do utilizador, em todos os contextos do sistema. Esse problema também viola as heurísticas 5, 9 e 8. Assim esse problema gerou 4 violações heurísticas;

**5.** No canal funções, presente na interface digital, existe um menu “ajuda”, porém ao escolhê-lo só é mostrado qual versão de software está instalado no equipamento. Isso viola principalmente a heurística 3

“Correspondência entre o sistema e o mundo real”, pois o operador ao acessar um menu ajuda, espera encontrar um suporte para as suas dificuldades. Esse problema também viola as heurísticas 2, 4, 6, 8, 9, 13, 14, gerando assim 8 violações heurísticas;

6. Na interface digital os limites de alarmes altos e baixos ajustados pelo operador não são mostrados continuamente, podendo ocorrer erro de utilização devido aumento perigoso do parâmetro, pois seu limite esta ajustado para um valor elevado e o operador confia no sistema de alarmes. Isso viola principalmente a heurística 2 “Visibilidade do estado do sistema” pois o operador deve ser informado sobre o que ocorre no sistema. Viola também as heurísticas 5 e 9, gerando 3 violações heurísticas;

### Discussão

Como foi demonstrado a Avaliação Heurística possibilitou identificar alguns potenciais problemas de usabilidade no monitor multiparamétrico analisado. Esses problemas foram encontrados distribuídos na interface como um todo, no manual (5 problemas) e nas interfaces física (8 problemas identificados) e digital (7 problemas identificados).

Em geral os problemas identificados não violaram somente uma categoria de heurística, os problemas classificados como de relevância para correção violaram em sua maioria mais de um tipo. As heurísticas mais violadas foram 1, 2, 3, 5, 9 e 13 que foram violadas mais de 6 vezes cada. Isso prova que os problemas identificados não estão em conformidade com vários aspectos de usabilidade.

Os problemas 2 e 6, surpreenderam bastante os avaliadores que foram unânimes em sua detecção. O manual do equipamento é genérico e suas figuras não condizem com a interface real observada pelos avaliadores. Esse problema foi considerado grave, pois se tratando produtos para saúde cada configuração do equipamento exigiria um manual específico para melhor compreensão do operador. Outro problema importante detectado é que os valores de alto e de baixo dos parâmetros fisiológicos não são mostrados continuamente no *display*, o que pode levar a erro de utilização caso os valores ajustados sejam errôneos. Esse erro está descrito na ABNT NBR IEC 62366:2010 como falha de projeto, o que prova que o fabricante não está atento à normatização [5].

### Conclusão

Pode-se perceber que a Avaliação de Usabilidade é capaz de indicar ao fabricante onde estão os erros na interface para que eles possam ser corrigidos e o equipamento aprimorado. Lembrando que o fabricante deve estabelecer, documentar e manter um processo de Engenharia de Usabilidade segundo a normatização vigente [5].

Diante do exposto, a Avaliação de Usabilidade poderá, através de técnicas como a empregada nesse

estudo, se tornar uma ferramenta decisiva auxiliando instituições de ensino, hospitais, órgãos do governo federal e outros, onde tempo, custo e benefícios são essenciais na escolha de qual equipamento médico-assistencial adquirir, pois é um processo rápido, de fácil aprendizado, com baixo custo e que apresenta resultado satisfatório na detecção de problemas de usabilidade que podem gerar erros de utilização.

### Agradecimentos

Agradecemos aos avaliadores e todos que cooperaram nesta parte da pesquisa. Agradecemos também à FAPEMIG, CAPES e CNPq por tornarem possível a realização dessa pesquisa.

### Referências

- [1] Zhang J, Johnson TR, Patel VL, Paige DL, Kubose T. Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices. *Journal Biomedical Informatics*. 2003; 36: 23-30.
- [2] Liljegren E. Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. *Journal Biomedical Informatics*. 2003; 36: 345-352.
- [3] Liljegren E, Osvalder A. Cognitive engineering methods as usability evaluation tools for medical equipment. *Journal Biomedical Informatics*. 2004; 34: 49-62.
- [4] Graham MJ et al. Heuristic evaluation of infusion pumps: implications for patient safety in Intensive Care Units. *Journal Biomedical Informatics*. 2004; 73: 771-779.
- [5] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. “Produtos para a saúde - Aplicação da engenharia de usabilidade a produtos para a saúde”, NBR IEC 62366. 2010.
- [6] Ginsburg G. Human factors engineering: A tool for medical device evaluation in hospital procurement decision-making. *Journal Biomedical Informatics*. 2005; 38:213-219.
- [7] BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência tecnologia e Insumos estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes Metodológicas: Elaboração de Estudos para Avaliação de Equipamentos Médico-Assistenciais. 2013; p. 96.
- [8] Jaspers MWM. A comparison of usability methods for testing interactive health technologies: Methodological aspects and empirical evidence. *Journal Biomedical Informatics*. 2009; 78:340-353.
- [9] Nielsen J. *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann; 1993.
- [10] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. “Equipamento eletromédico, parte 2-49 – Prescrições particulares para segurança de equipamento para monitorização multiparamétrica de paciente”, NBR IEC 60601-2-49. 2003.