

## **Metodologia Cognitive Walkthrough: uma opção de método analítico para avaliação de usabilidade de bombas de infusão**

Heloísa Ferreira – Universidade Federal de Itajubá. helogf@gmail.com

Clarissa Trzesniak - Universidade Federal de Itajubá. clarissaf@hotmail.com

Renata Custódio - Universidade Federal de Itajubá. renatacustodio@unifei.edu.br

Nathalia F. de Barros - Universidade Federal de Itajubá. nathalia.fb@hotmail.com

Carlos Henrique Mello - Universidade Federal de Itajubá.

carlos.mello@unifei.edu.br

Ana Paula Almeida - Universidade Federal de Itajubá. apssalmeida@unifei.edu.br

### **Resumo**

A Engenharia de Usabilidade e Fatores Humanos traz contribuições significativas ao campo da Ergonomia, pois visa desenvolver sistemas que dão suporte ao trabalho efetivo e seguro, baseando-se na compreensão das limitações e capacidades humanas. Nesse sentido, a realização de avaliações de usabilidade é extremamente necessária, sobretudo no contexto hospitalar no qual é frequente a ocorrência de erros associados à operação de dispositivos médicos. O objetivo do presente estudo foi aplicar uma metodologia analítica de avaliação de usabilidade, nomeadamente o método Cognitive Walkthrough, para identificar problemas de usabilidade em uma bomba de infusão. Por meio dessa avaliação, verificou-se que o tipo de problema mais frequente no equipamento foi “texto e ícone”. A tarefa “executar o preenchimento do equipo”, considerada de máxima importância, foi a que mais apresentou problemas com grau de severidade máxima. Os resultados foram consistentes com estudos anteriores que relataram problemas de usabilidade em bombas de infusão, indicando que o método é adequado para identificar potenciais problemas de usabilidade em equipamentos médicos.

### **1. Introdução e Objetivo**

A complexidade das tecnologias utilizadas em contexto hospitalar tem crescido num ritmo bastante rápido, fazendo com que o usuário esteja em constante processo de adaptação e aprendizagem. Entretanto, não raras vezes, são verificados vários obstáculos que impedem o uso intuitivo de equipamentos médicos. Isso se dá porque a maior parte dos dispositivos não é projetada levando-se em consideração as habilidades e limitações dos seres humanos, acarretando uso incorreto, grande ocorrência de erros, insatisfação do usuário, além de sérios riscos à segurança dos pacientes no contexto hospitalar.

Interfaces homem-computador mal projetadas aumentam os riscos dos usuários cometerem erros e associam-se à ocorrência de eventos adversos em contexto hospitalar. No Brasil, a incidência de eventos adversos numa amostra aleatória de pacientes adultos hospitalizados chegou a 7,6%, índice similar aos encontrados na literatura internacional (MENDES et al., 2009). Nos Estados Unidos, erros na operação de dispositivos médicos foram responsáveis por 2712 mortes em 2006 (BORSCI et al., 2014).

Bombas de infusão são equipamentos geralmente usados por enfermeiros e médicos para administrar medicamentos por via intravenosa com dosagem cuidadosamente regulada e monitorada ao longo do tempo. No entanto, podem ocorrer erros na operação desses equipamentos por conta de problemas na interação usuário-interface, conduzindo a sérios riscos à segurança do paciente (SCHARAAGEN & VERHOEVEN, 2013). Dessa forma, o desenvolvimento de dispositivos seguros com interfaces que previnam erros é de fundamental importância para mitigar riscos potenciais relacionados ao uso dessas tecnologias.

Nesse cenário, a Engenharia de Usabilidade e Fatores Humanos oferece uma abordagem importante e que muito tem a contribuir para a área da Ergonomia, no que tange ao desenvolvimento de sistemas que dão suporte ao trabalho efetivo e seguro, tendo por base a compreensão das

limitações e capacidades humanas (CASSANO-PICHÉ et al., 2015). No contexto da saúde, utilizar tal abordagem significa aumentar as chances de que as tecnologias médicas atenderão às necessidades dos usuários, se encaixarão adequadamente ao ambiente em que são empregadas, minimizarão as chances de erro, bem como promoverão feedback que possibilite aprimoramento contínuo de segurança e qualidade.

Nielsen (1993) define usabilidade focando-se em cinco componentes referentes às propriedades de equipamentos: (1) aprendizibilidade: os equipamentos devem ser fáceis de aprender a usar; (2) eficiência: o uso do equipamento deve possibilitar um alto nível de produtividade; (3) memorabilidade: o uso do equipamento deve ser fácil de memorizar, de forma que se possa utilizá-lo sem ter de lembrar sempre todo o processo, mesmo após ter ficado um período sem usá-lo; (4) erros: o equipamento deve ser desenvolvido de forma a prevenir o máximo possível a ocorrência de erros, ou os erros produzidos devem ser fáceis de serem contornados; (5) satisfação: os usuários devem sentir-se satisfeitos com o uso do equipamento.

Infelizmente, pouca pesquisa tem sido feita sobre como avaliações de usabilidade podem ser integradas ao campo da Ergonomia, bem como há escassez na literatura sobre a aplicação de métodos adequados para a realização dessas avaliações (LILJEGREN, 2006). Considerando que a Engenharia de Usabilidade e Fatores Humanos pode ser utilizada para melhorar a eficácia e eficiência de tecnologias médicas, reduzir o risco de erros, melhorar a segurança de pacientes e aumentar a satisfação dos usuários, pesquisas sobre metodologias de avaliação de usabilidade de equipamentos médicos são extremamente necessárias e podem trazer grandes contribuições para o campo da Ergonomia.

No contexto brasileiro, especificamente, muito pouco ainda tem sido feito em termos de investigações sobre métodos de avaliação de usabilidade e Engenharia de Fatores Humanos a serem utilizados no desenvolvimento de dispositivos médicos. Entretanto, há grandes perspectivas de que esse cenário seja em breve modificado, pois a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) juntamente com o Ministério da Saúde têm enfatizado a segurança como ponto crucial para o desenvolvimento de produtos na área da saúde. A partir de dezembro de 2015, a norma ABNT NBR IEC 60601-1-6 (2011) será exigida para registro de equipamentos médicos no Brasil, especificando que tecnologias utilizadas no contexto da saúde deverão necessariamente passar por algum tipo de avaliação de usabilidade dentro do seu processo de desenvolvimento (ANVISA, 2015). Em outras palavras, os fabricantes desses produtos serão obrigados a analisar, especificar, desenvolver, verificar e validar a usabilidade relacionada à segurança de produtos para a saúde, antes de lançá-los no mercado. Portanto, essa nova legislação também impactará significativamente o campo de Ergonomia no Brasil.

Na literatura internacional, encontram-se alguns relatos sobre aplicação de metodologias de avaliação de usabilidade, as quais podem ser divididas em dois tipos: metodologias analíticas e metodologias empíricas (LILJEGREN, 2006). As metodologias analíticas, tais como Avaliação Heurística e o método Cognitive Walkthrough, apoiam-se em julgamentos de um ou mais avaliadores e não envolvem usuários reais. Já as metodologias empíricas, como os Testes de Usabilidade, apoiam-se em dados provenientes de usuários reais, como, por exemplo, o desempenho e as opiniões desses usuários. Tanto as metodologias analíticas como as empíricas são capazes de encontrar problemas de usabilidade em algum grau. No entanto, essas metodologias avaliam diferentes aspectos de usabilidade bem como fornecem informações distintas. Por essa razão, esses métodos podem ser empregados de forma complementar, dependendo dos objetivos da avaliação de usabilidade e dos recursos disponíveis (SCHARAAGEN & VERHOEVEN, 2013).

Uma opção de metodologia analítica bastante empregada como método de avaliação de usabilidade na literatura internacional é o Cognitive Walkthrough (em português, Passo-a-passo Cognitivo; WHARTON et al., 1994). É um método analítico de inspeção de usabilidade que avalia a facilidade com que o usuário aprende a usar um dispositivo corretamente, focando-se no aspecto da usabilidade relacionado à facilidade de aprendizagem (LILJEGREN, 2006). Esse método se propõe a identificar potenciais problemas relacionados ao design de interfaces que diminuem a probabilidade de que o usuário desempenhe uma tarefa corretamente. Os modelos cognitivos que fundamentam a metodologia buscam prever de que forma o usuário irá se comportar diante de uma determinada interface, considerando as funções cognitivas humanas em operação nesse processo. Estudos internacionais apresentam resultados promissores com relação à capacidade do método de identificar potenciais problemas de usabilidade em equipamentos médicos (BLIGÅRD & OSVALDER, 2013).

Considerando a ocorrência de diversos erros associados à operação de equipamentos médicos que acarretam problemas ao usuário e à segurança dos pacientes, bem como os benefícios que as metodologias de inspeção de usabilidade podem oferecer ao campo da Ergonomia enquanto ciência e prática, sobretudo num momento em que a legislação brasileira caminha para garantir melhores condições de trabalho e mais segurança aos pacientes no contexto da saúde, o objetivo do presente estudo foi aplicar uma metodologia analítica de avaliação de usabilidade, nomeadamente o método Cognitive Walkthrough, visando identificar problemas de usabilidade em uma bomba de infusão.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Objeto de estudo**

A bomba de infusão avaliada no presente trabalho é uma bomba de seringa que realiza infusão de agentes terapêuticos líquidos e anestésicos. Seu princípio de funcionamento é através do impulsionamento de um êmbolo de uma seringa descartável de maneira controlada e programável. O equipamento possui um menu interativo que permite ao usuário navegar e programar suas tarefas e alarmes. O equipamento já se encontra no mercado, entretanto, os resultados da presente análise foram enviados ao fabricante para que o mesmo ficasse ciente das melhorias com relação à usabilidade da bomba, que poderão ser incorporadas nas próximas versões do aparelho.

### **2.2 Participantes**

A avaliação foi realizada por um time composto por quatro especialistas em Engenharia de Usabilidade e Fatores Humanos, que incluiu um engenheiro de produção, uma fisioterapeuta e duas psicólogas.

### **2.3 Procedimento - Metodologia Cognitive Walkthrough**

A aplicação do método envolveu três fases (BLIGÅRD & OSVALDER, 2013): preparatória, avaliativa e compilação dos resultados. Na fase preparatória, foi realizada uma análise hierárquica de tarefas buscando identificar o passo-a-passo das operações no manuseio do equipamento. Essa análise decompõe as tarefas principais a serem desempenhadas pelo usuário em passos ou ações, respeitando um nível hierárquico. Na fase preparatória, foram também definidas as características principais do grupo de usuários. No presente estudo, o grupo de usuários foi definido como sendo profissionais da área de saúde treinados para o uso de bombas de infusão, que atuam em contexto hospitalar (UTIs, centros cirúrgicos, unidades de atendimento de emergências, etc.).

Antes de iniciar a fase avaliativa, foi necessário selecionar quais tarefas representativas seriam analisadas. Para tal, Bligard & Osvalder (2013) recomendam que a importância das tarefas seja atribuída por usuário experiente numa escala de 1 a 5, em que 1 corresponde a um nível mínimo de importância e 5 corresponde a um nível máximo de importância. A Tabela 1 mostra a análise hierárquica de tarefas referente à bomba de infusão juntamente com o grau de importância das mesmas, que foi atribuído por uma enfermeira com experiência no uso de bombas de infusão de seringa.

Nesse trabalho, utilizou-se como critério avaliar as tarefas com grau de importância igual ou superior a 3, totalizando-se assim 23 tarefas. Após a seleção das tarefas representativas, a fase avaliativa foi conduzida pelo time de especialistas. Os especialistas deveriam responder a quatro questões que simulam os processos cognitivos humanos presentes na interação homem-máquina, baseando-se nos seguintes pressupostos (JASPERS, 2009): (1) o usuário estabelece um objetivo a ser alcançado dentro do sistema; (2) determina as ações disponíveis no momento; (3) seleciona a ação que considera que vai fazê-lo progredir em direção ao seu objetivo; e (4) executa a ação e avalia o feedback dado pelo sistema. Tais pressupostos fundamentam as quatro perguntas a serem respondidas pelo time, para cada tarefa (WHARTON et al., 1994): (1) o usuário vai tentar atingir o efeito correto?; (2) o usuário vai notar que a ação correta está disponível?; (3) o usuário vai associar a ação correta ao efeito que está tentando atingir?; (4) se a ação correta for desempenhada, o usuário vai notar que progresso está sendo feito em direção ao cumprimento da tarefa? Cada pergunta foi respondida de acordo com a seguinte escala Likert: 5- Sim, alta probabilidade de sucesso; 4- Sim, sucesso provável;

3- Não sei, impossível decidir se o sucesso é possível ou não; 2- Não, chance pequena de sucesso; 1- Não, chance muito pequena de sucesso. Além disso, o time justificou a escolha da opção de resposta com uma história de sucesso ou fracasso, explicando a presença ou não de algum problema de usabilidade na execução da tarefa. O time nomeou ainda o tipo de problema de usabilidade identificado. Por fim, foi atribuído um grau de severidade aos problemas encontrados, usando uma escala de 1 a 4, em que 1 corresponde a “severidade máxima”, 2 a “severidade alta”, 3 a “severidade média” e 4 a “severidade baixa”.

Na fase final, a compilação dos resultados foi realizada visando identificar quais foram os tipos, a frequência e a severidade dos problemas de usabilidade na bomba de infusão. Também foi verificada a tarefa com maior número de problemas de usabilidade, além dos problemas de usabilidade com grau de severidade máxima.

Tabela 1. Análise Hierárquica de tarefas da bomba de infusão de seringa e grau de importância das tarefas

Tarefas	Subtarefas	Grau de Importância
1. Instalar equipamento	1.1. Fixar a bomba no suporte vertical	3
	1.2. Conectar cabo de energia à tomada	4
2. Instalar seringa no equipamento	2.1. Pressionar o botão de desengate ao mesmo tempo em que desloca o empurrador para a direita	5
	2.2. Levantar o sujeitador e virá-lo a 90 graus à direita ou à esquerda	5
	2.3. Deslocar a haste de fixação para trás	5
	2.4. Encaixar a aba da seringa na ranhura do aparelho	5
	2.5. Ajustar o tamanho da seringa, manipulando a haste, o empurrador e o botão de desengate	5
	2.6. Ajustar o sujeitador à seringa de forma a firmá-la no aparelho	5
3. Ligar equipamento	3.1. Ligar a bomba	3
4. Configurar seringa	4.1. Verificar o volume da seringa	4
	4.2. Selecionar a marca da seringa	2
5. Purgar	5.1. Executar o preenchimento do equipo	5
6. Programar a bomba com a configuração para infusão com vazão e volume limite. Ex.: 20 ml e 80 ml/h	6.1. Selecionar a opção de programar infusão no modo vazão e volume total	3
	6.2. Entrar com dados: 20 ml (volume total) e 80 ml/h (vazão)	5
	6.3. Iniciar infusão	4
7. Parar/interromper infusão anterior e reprogramar o aparelho	7.1. Interromper infusão	4
	7.2. Retornar à tela de programação de infusão	2
8. Programar a bomba com a configuração para infusão com peso concentração e dose. Ex.: 1000 g, 5 mg/ml e 1 mg/kg/min	8.1. Selecionar a opção de programar infusão no modo peso/concentração/dose	3
	8.2. Entrar dados de peso: 1000 g	3
	8.3. Entrar dados concentração: 5 mg/ml	3
	8.4. Entrar dados dose: 1 mg/kg/min	3
	8.5. Confirmar o valor da vazão	4
9. Realizar dose de indução.	9.1. Selecionar opção “sim” para realizar dose de indução	4

Ex. 5 mg/kg/min	9.2. Entrar dados dose de indução: 5 mg/kg/min	2
	9.3. Entrar dados tempo inicial: 10 min	3
10. Selecionar a função bolus	10.1. Pressionar o botão para dar bolus	4
11. Desligar equipamento	11.1. Desligar a bomba	1
	11.2 Remover a bomba do suporte vertical	1

### 3. Resultados

No total, a análise com o método Cognitive Walkthrough identificou 30 problemas de usabilidade na bomba de infusão, em tarefas com nível de importância médio a máximo. Esses problemas foram agrupados em 9 categorias: (1) falta de indicação – a interface não dá indicação se a função está disponível ou como deve ser utilizada; (2) demanda física – a interface estabelece demandas altas para a capacidade física e motora do usuário; (3) texto e ícone – o lugar, a aparência e o conteúdo do ícone ou do texto podem ser facilmente mal interpretados ou não compreensíveis; (4) sequência – as funções e operações têm de ser realizadas numa sequência não natural; (5) demanda cognitiva – a interface estabelece demandas altas para a capacidade cognitiva do usuário; (6) falta de consistência – a interface não fornece dicas consistentes para que o usuário desempenhe as ações corretas; (7) feedback – a interface não dá indicações claras sobre o que o usuário fez ou está fazendo; (8) falta de controle – o usuário não tem total controle para concluir a tarefa desejada; e (9) design – o design de certas peças do aparelho não é intuitivo, dificultando o desempenho da tarefa. A Figura 1 mostra a frequência dos tipos de problemas de usabilidade e os graus de severidade dos mesmos.

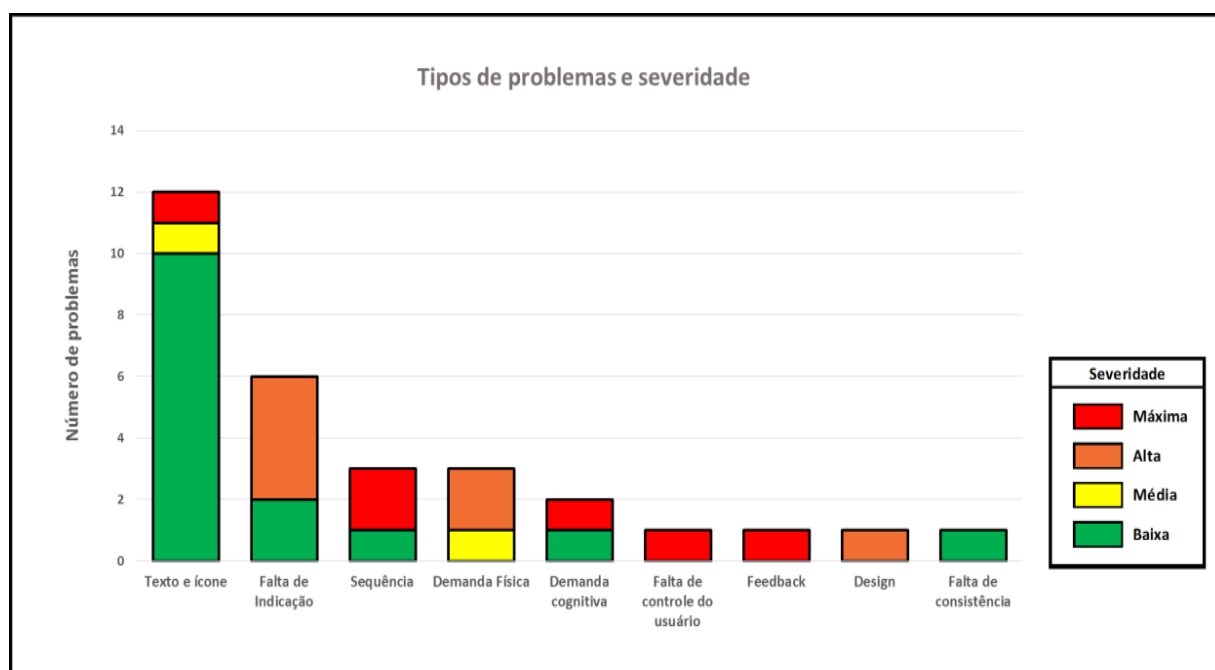


Figura 1. Frequência e severidade dos tipos de problemas de usabilidade em bomba de infusão

Nota-se que “texto e ícone” foi o tipo de problema mais frequente, porém a maioria dos problemas desse tipo apresentou grau de severidade baixo. Por outro lado, “sequência” e “falta de indicação” são as categorias com maior proporção de problemas com severidade máxima e alta, respectivamente.

Neste trabalho, priorizou-se por apresentar apenas os dados dos problemas com severidade máxima, os quais podem ser visualizados na Tabela 2.

Nota-se que 40% dos problemas com severidade máxima são em tarefas com grau máximo de importância. A tarefa 5.1 (Executar o preenchimento do equipo), considerada uma tarefa de máxima

importância, foi a que mais apresentou problemas com grau de severidade máxima. Além disso, “sequência” foi o tipo de problema mais frequente entre os problemas com severidade máxima.

Os resultados obtidos estão em consonância com os encontrados em outras pesquisas que identificaram problemas de usabilidade em bombas de infusão, tais como feedback deficiente para as ações do usuário, bem como ícones e botões projetados de maneira não lógica e não intuitiva (RUKSENAS et al., 2014).

Tabela 2. Problemas de usabilidade da bomba de infusão de seringa com grau de severidade máxima

Tarefa avaliada	Grau de importância	Tipo de problema de usabilidade	Descrição do problema
4.1 Confirmar o volume da seringa	4	Sequência	A interface não fornece uma sequência lógica para esta tarefa. Se o volume da seringa não for correspondente, a interface não oferece a opção de “não confirmar”.
5.1 Executar o preenchimento do equipo	5	Texto e ícone	A mensagem disponibilizada após a realização da ação confunde o usuário sobre qual tecla pressionar para concluir a tarefa.
		Demanda cognitiva	O tempo da tela de feedback que especifica a ação a ser desempenhada não é suficiente para leitura e interpretação do que se deve fazer.
6.2 Entrar com dados: 20 ml (volume total) e 80 ml/h (vazão)	5	Feedback	Não há tela que confirme a entrada dos dados antes de realizar a próxima tarefa. Se o usuário entrar com dados errados, não há como corrigir o erro.
8.2 Entrar dados de peso: 1000 g	3	Sequência	É muito difícil compreender que é preciso digitar primeiramente o valor, apertar o botão de confirmação, e posteriormente ter de selecionar a opção “gramas”, apertando a tecla “seta para baixo”.
9.3 Entrar dados tempo inicial: 10 min	3	Falta de controle do usuário	O usuário tentará entrar com os dados relativos ao tempo e, se ele interrompe essa tarefa por alguns segundos, o aparelho inicia automaticamente a infusão, sem que o usuário possa ter concluído a tarefa de forma adequada.

#### 4. Conclusão

O presente trabalho avaliou interfaces de uma bomba de infusão de seringa quanto a sua facilidade de ser operada pelo usuário, utilizando o método Cognitive Walkthrough, que se baseia num modelo de aprendizagem por exploração. De maneira geral, os resultados foram consistentes com problemas de usabilidade encontrados em bombas de infusão em outros estudos, indicando que o método é adequado para identificar tipos de problemas de usabilidade relacionados à aprendizagem exploratória e ao uso intuitivo de equipamentos médicos. Apesar de consumir tempo e exigir

conhecimento específico do time de avaliadores, o método gera resultados que podem ser facilmente compilados e discutidos, sendo úteis para que os fabricantes aprimorem equipamentos médicos e evitem a ocorrência de erros que comprometem a segurança dos pacientes e o trabalho do usuário.

Embora o objeto de estudo deste trabalho já se encontre no mercado, os resultados gerados com a aplicação deste método poderão ser úteis no processo de desenvolvimento de versões mais aprimoradas de bombas de infusão, contribuindo desta forma para a implementação dos princípios da Engenharia de Usabilidade que cumprem com os requisitos normativos exigidos pela ANVISA para o desenvolvimento de produtos da área da saúde no Brasil.

Recomenda-se que esse método seja aplicado em conjunto com outros métodos de avaliação de usabilidade. Como exemplo, poderiam ser posteriormente empregados testes de usabilidade (metodologias empíricas), em que os problemas identificados pela metodologia analítica fossem validados com usuários reais.

Conclui-se que a Engenharia de Usabilidade e Fatores Humanos tem muito a contribuir para o campo da Ergonomia, uma vez que visa desenvolver sistemas que dão suporte ao trabalho efetivo e seguro, utilizando-se de metodologias que buscam identificar problemas de usabilidade levando-se em conta as capacidades e limitações humanas na interação homem-máquina.

## Referências

ABNT. NBR IEC 60601-1-6: Equipamento eletromédico Parte 1-6: requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial – norma colateral: usabilidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2011.

ANVISA. Instrução Normativa 004 de 24/9/2015 - DOU de 25/09/2015 p.72 - seção 1 nº 184

Bligård, L.; Osvalder, A. Enhanced Cognitive Walkthrough: development of the Cognitive Walkthrough Method to better predict, identify, and present Usability Problems. *Advances in Human-Computer Interaction*, v. 2013, p. 1-17, 2013. <http://www.hindawi.com/journals/ahci/2013/931698/>

BORSCI, S.; MACREDIE, P. D.; MARTIN, J. L.; YOUNG, T. How many testers are needed to assure the usability of medical devices? *Expert Review of Medical Devices*, n. 11, p. 513-525, 2014.

CASSANO-PICHÉ, A.; TRBOVICH, P.; GRIFFIN, M.; LIN, Y. L.; EASTY, T. *Human Factors for Health Technology Safety: Evaluating and Improving the use of Health Technology in the Real World*. Canada: Global Centre for eHealth Innovation, 2015.

Mendes, W.; Martins, M.; Rozenfeld, S.; Travassos, C. The assessment of adverse events in hospitals in Brazil. *International Journal for Quality in Health Care*, p.1-6, 2009. [http://www.gapcongressos.com.br/safety2009/artigos/The%20assessment%20of%20adverse%20events%20in%20hospital%20in%20Brazil\\_Walter%20Mendes%20e%20cols.pdf](http://www.gapcongressos.com.br/safety2009/artigos/The%20assessment%20of%20adverse%20events%20in%20hospital%20in%20Brazil_Walter%20Mendes%20e%20cols.pdf)

Nielsen, J. *Usability Engineering*. São Diego: Academic Press, 1993.

JASPERS, M. W. M. A comparison of usability methods for testing interactive health technologies: Methodological aspects and empirical evidence. *International Journal of Medical Informatics*, n. 78, p. 340-353, mai. 2009. [http://www.ijmijournal.com/article/S1386-5056\(08\)00180-9/pdf](http://www.ijmijournal.com/article/S1386-5056(08)00180-9/pdf)

Liljegren, E. Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n. 36, p. 345-352, 2006.

Wharton, C.; Rieman, J.; Lewis, C.; Polson, P. The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In Nielsen, J., and Mack, R. (Org.). *Usability inspection methods*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, Inc, 1994.

RUKSENAS, R.; CURZON, P.; BLANDFORD, A.; BACK, J. Combining human error verification and timing analysis: a case study on an infusion pump. *Formal Aspects of Computing*, p. 1033-1076, 2014. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00165-013-0288-1>

SCHARAAGEN, J. M.; VERHOEVEN, F. Methods for studying medical device technology and practitioner cognition: The case of user-interface issues with infusion pumps. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 46, p. 181-195, 2013. [http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464\(12\)00159-1/pdf](http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464(12)00159-1/pdf)