

## O FATOR HUMANO NAS OCORRÊNCIAS DE FALHAS COM TECNOLOGIAS MÉDICAS

R. S. Camila\*, A. D. Marjorie\*, A. V. Jhazmin\* e G. Renato\*

\*Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil  
e-mail: camila.reis@ieb.ufsc.br

**Resumo:** O objetivo deste artigo foi identificar a influência do fator humano nos modos de falhas dos processos tecnológicos gerenciados pela engenharia clínica. Para isso, foi desenvolvida uma metodologia para analisar os modos de falhas e ainda identificar por meio de questionários deficiências de usabilidade e de treinamento. Com a avaliação dos resultados é possível sugerir a aplicação de métodos de engenharia de fator humano para reduzir as incidências de falhas humanas. Dois estudos de caso foram realizados em serviços de tomografia e unidades de tratamento intensivo. Analisaram-se características de treinamentos e modos de falhas do processo tecnológico em saúde. O primeiro estudo de caso identificou a necessidade de treinamentos eficientes e periódicos, e permitiu identificar problemas de interface com a tecnologia médica. No segundo estudo de caso os resultados obtidos evidenciaram que o fator humano foi representativo nas ocorrências das falhas, apresentando 26% do total dos modos de falhas no serviço de tomografia e 28% nas unidades de tratamento intensivo. Considerando as evidências foi sugerida a aplicação do teste de usabilidade, que avaliaria a eficiência do treinamento, permitindo sugestões de melhorias, assim como a análise heurística e o método *Shadowing*, que auxiliariam a engenharia clínica a identificar as causas e origens das falhas por recursos humanos.

**Palavras-chave:** Engenharia Clínica, Engenharia de Fator Humano, Tecnologia Médica, Falhas.

**Abstract:** *The aim of this paper was to identify the influence of the human factor in the failure modes of technological processes managed by clinical engineering. For this, a methodology was developed to analyze failure modes and identify usability and training deficiency through questionnaires. With the evaluation of the results is possible to suggest the application of human factor engineering methods to reduce human error. Two case studies were performed in tomography and intensive care units services. It was analyzed the characteristics of training and failure modes of the technological process in health. The first case study identified the need for efficient and periodic training, and allowed to identify interface problems with medical technology. In the second case study the results show that the human factor was representative in the occurrence of failures, with 26% of all failure modes in the computed tomography service and 28% in intensive care units. Considering the evidence was suggested the application of usa-*

*bility testing, to evaluate the efficiency of training and allowing suggestions for improvements, as well as Heuristics and the Shadowing method, which would assist the clinical engineering to identify the causes and sources of failures by human resources.*

**Keywords:** *Clinical Engineering, Human Factor Engineering, Medical Technology, Failures.*

### Introdução

A crescente inserção de tecnologias médicas disponibilizou equipamentos complexos, por sua vez, aumentando a possibilidade de erros de procedimentos e uso incorreto dos mesmos [1], [2]. O ambiente hospitalar torna-se complexo em virtude de vários fatores: uma infraestrutura adequada, uma ampla variedade de tecnologias médicas dimensionadas de acordo com as necessidades clínicas, além de necessitar de recursos humanos capacitados e qualificados.

Nesta concepção, ao se analisar o contexto em saúde está se avaliando a qualidade do processo tecnológico, sustentado por três domínios: infraestrutura, recursos humanos e tecnologia. Essa integração encontra-se fundamentada em um modelo de gestão de tecnologia médico-hospitalar (GTMH) [3]. Nesse modelo, a Engenharia Clínica (EC) busca contribuir para o desenvolvimento de metodologias que gerem impacto direto na segurança, confiabilidade e na efetividade dos processos avaliados.

Nesse propósito, a engenharia de fator humano (EFH) identifica as causas dos erros e aplica métodos para minimizá-los. Alguns dos métodos de usabilidade são: análise heurística, que oferece uma rápida e simples abordagem para avaliação da interface homem-máquina; o método *shadowing* usado com a finalidade de coletar dados qualitativos sobre processos, tarefas ou cenários; análise de tarefas, que descreve e representa processos complexos para melhor compreensão; e o teste de usabilidade, que consiste em simulações de cenários envolvendo a execução de tarefas para avaliar características associadas à usabilidade [4].

O artigo tem o objetivo de desenvolver uma metodologia para avaliar as falhas de recursos humanos dentro do processo tecnológico em saúde, e assim, identificar problemas de usabilidade. A partir dessas evidências é proposta a aplicação métodos de EFH para identificar problemas de usabilidade e auxiliar na redução de falhas por recursos humanos.

## Metodologia

A metodologia descrita foi aplicada em serviços de tomografia e em unidades de tratamento intensivo (UTIs). Trata-se de uma pesquisa descritiva com dados tanto qualitativos como quantitativos. A pesquisa foi submetida aos comitês de ética dos estabelecimentos assistenciais à saúde (EAS) envolvidos e aprovada sob os protocolos 144.421/2012 e 539.304/2014.

Buscando avaliar o processo tecnológico, a metodologia proposta, Figura 1, está dividida em duas etapas: questionários e caracterização dos modos de falhas.

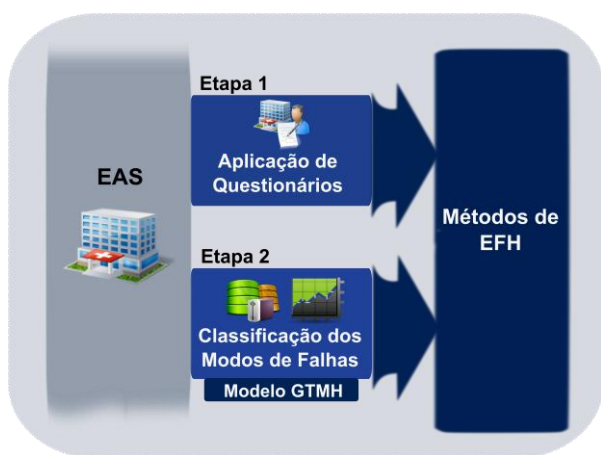


Figura 1: Metodologia para avaliação do processo tecnológico em saúde.

A etapa 1 se iniciou com a coleta de dados por meio de questionários, que segundo a teoria da amostragem deve-se obter uma taxa de resposta de 50% a fim de ter uma amostra significativa [5]. Esta ferramenta permitiu identificar a participação dos profissionais de saúde em treinamentos e problemas de usabilidade com as tecnologias. A Portaria/MS/SVS nº 453 de 01 de junho de 1998 e a RDC/ANVISA nº 07 de 24 de fevereiro de 2010, orientam que os serviços de tomografia e UTIs, respectivamente, devam passar por treinamentos contínuos. Para o levantamento da população das UTIs foi considerado que a cada leito, dois profissionais da saúde estariam incluídos na amostra.

As falhas relacionadas com o processo tecnológico em saúde são decorrentes de interações dinâmicas entre recursos humanos, tecnologia e infraestrutura. Deste modo, na etapa 2, foram coletadas informações dos modos de falhas das tecnologias por meio da base de dados de gerenciamento dos EAS. Os modos de falhas foram classificados com base no modelo de GTMH que o IEB-UFSC utiliza. As falhas de infraestrutura podem se referir às falhas decorrentes de queda de tensão ou por fatores ambientais. Falhas causadas por recursos humanos são ocasionadas principalmente pela falta de informação, treinamento inadequado ou inexistente ou uso impróprio. As falhas relacionadas à tecnologia referem-se ao próprio equipamento, como o caso de falhas mecânicas, elétricas, de *software* ou por desgaste [6]. O sistema de gerenciamento armazena todas as

ocorrências de falhas em ordens de serviços, analisou-se cada uma delas para classificá-las nos domínios do modelo de gestão.

As etapas 1 e 2 permitiram identificar o impacto do fator humano nas ocorrências de falhas e assim, sugerir a aplicação de métodos de EFH, os quais podem auxiliar na redução dessas ocorrências.

## Resultados

Para os dois cenários propostos (UTI e Tomografia) analisaram-se separadamente os resultados para cada etapa da metodologia.

**Etapa 1: Questionários** – Para avaliar a participação dos profissionais do serviço de tomografia foram incluídos quatro EAS públicos. A amostra se constituiu 20 profissionais, entre eles: médicos, enfermeiros e técnicos radiólogos. Deste total, foi obtido um retorno de 80% de questionários válidos. Na avaliação de capacitações, 68% dos profissionais já passaram por treinamentos do tomógrafo, dos quais 62,5% receberam orientação para lidar com situações de acidentes.

Na avaliação dos treinamentos nas UTIs, priorizou-se avaliar treinamentos com ventiladores pulmonares (VTP) e bombas de infusão de seringa (BIF). A amostra se constituiu de médicos, fisioterapeutas, enfermeiros e técnicos de enfermagem. Os profissionais foram questionados quanto a participação de treinamentos, falta de informação, problema de mau uso e de interface referente à utilização das tecnologias.

Na avaliação dos treinamentos foram incluídos 05 EAS públicos e 02 privados, nos quais se identificou 164 leitos ativos de UTIs. Foram aplicados 227 questionários, o que correspondeu a um retorno de 69%. Deste total, 34% representam os EAS públicos e 66% os EAS privados. Foi verificado que apenas 31,8% dos participantes dos EAS públicos participaram de algum treinamento com o VTP e 37,9% com a BIF. Nos EAS privados observou-se 68,2% para o VTP e 62,1% para a BIF.

Uma análise com o  $\chi^2$  (Qui-quadrado) foi realizada para identificar se há relação significativa entre treinamento e o problema de interface, mau uso da tecnologia e a falta de informação entre os participantes da pesquisa. A Tabela 1 apresenta os valores de probabilidade do teste realizado (nível de significância 0,05).

Tabela 1 – Nível de significância das hipóteses testadas.

	Hipóteses Testadas	VTP (p)	BIF (p)
Treina- mento	Problema de interface	0,02	0,05
	Mau uso da tecnologia	0,01	0,77
	Falta de informação	0,25	-

A análise estatística permitiu inferir que existe associação significativa entre os participantes que receberam treinamento com os VTP ao problema de interface e mau uso da tecnologia ( $p \leq 0,05$ ). Para os usuários que

utilizam a BIF, foi possível identificar que existe associação significativa para o problema de interface.

Nessa perspectiva, a realização de um teste de usabilidade permitiria avaliar a efetividade do treinamento a partir da simulação de tarefas propostas relacionadas ao treinamento oferecido. Deste modo, seria possível identificar deficiências do treinamento, e propor sugestões de melhorias para tentar reduzir as falhas provocadas por uso inadequado, o que consequentemente, aportaria na efetividade e confiabilidade do processo em saúde e na qualidade do serviço oferecido ao paciente.

**Etapa 2: Classificação dos modos de falhas** – A classificação proposta refere-se a todas as falhas que possam interferir no correto funcionamento do equipamento dentro do processo tecnológico em saúde, classificadas como falhas de infraestrutura, de recursos humanos e de tecnologia.

Para o serviço de tomografia, a amostra se constituiu de três tomógrafos pertencentes a três EAS. A Figura 2 apresenta os percentuais por modo de falha em cada EAS.

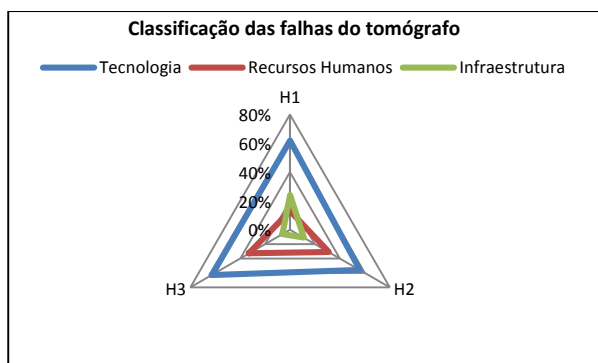


Figura 2 - Percentuais de falhas dos tomógrafos.

As frequências dos modos de falhas apresentadas na Figura 2 indicam que no H1, 62% das falhas referem-se à tecnologia, 14% aos recursos humanos e 24% à infraestrutura. O H2 apresentou ocorrências de 56% para tecnologia, 33% para recursos humanos e 11% à infraestrutura, e, no H3, 63%, 31% e 6%, respectivamente.

Essa análise identificou que aproximadamente 60% dos modos de falhas do serviço de tomografia estão associados aos problemas da tecnologia, 26% aos recursos humanos e 13% à infraestrutura.

Nas UTIs foram identificados os modos de falhas de 127 VTP e 174 BIF utilizados em seis EAS, destes, cinco são EAS públicos. As Figuras 3 e 4 apresentam a classificação proposta.

Para as BIF (Figura 4), os dados revelam que no H1, 60% das ocorrências dos modos de falhas são por recursos humanos, no H3: 30%, no H5: 24%, e no H6: 12%. Para os ventiladores (Figura 3), no H1 observaram-se ocorrências de falhas por recursos humanos de 52% na unidade pediátrica e 38% na unidade neonatal. O H3 também apresentou um percentual mais elevado que os demais, onde foram registradas ocorrências de 36%. No H5, a unidade neonatal apresentou 32% e o H6: 22%.

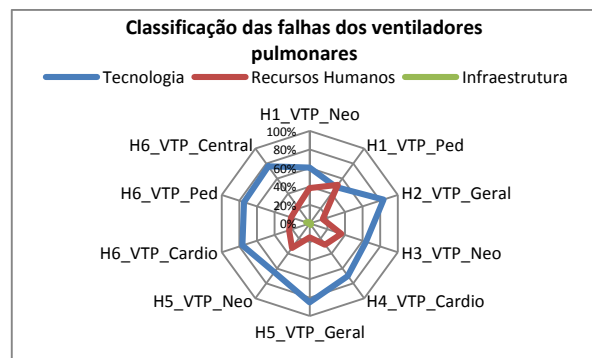


Figura 3 - Classificação das falhas dos VTP.

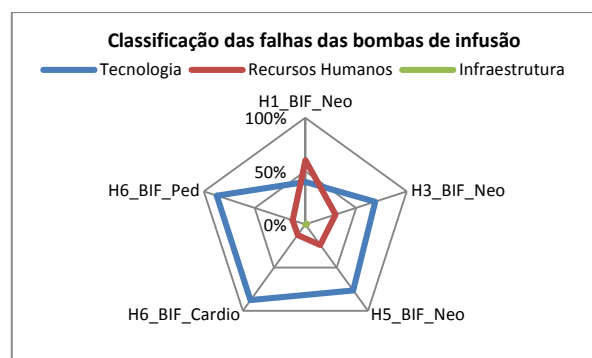


Figura 4 - Classificação das falhas das BIF.

Considerando os modos de falhas das UTIs foi verificado que 70% das falhas estão relacionadas à tecnologia, 28% aos recursos humanos e aproximadamente 2% à infraestrutura.

Para este estudo de caso foram propostos os métodos de análise heurística e *shadowing*. Com o método *shadowing* seria possível reconhecer as causas dos reportes classificados como improcedentes por meio da observação, possibilitando determinar a origem da falha por recursos humanos. A análise heurística permitiria avaliar quais são os problemas de interface que contribuem ao erro humano, e assim, propor adaptações da tecnologia, que auxiliaria na diminuição das ocorrências das falhas.

## Conclusão

Na avaliação dos serviços assistenciais, encontrou-se que do total dos modos de falhas das tecnologias médicas, as pertinentes ao fator humano representaram percentagens de 26% e 28% para o serviço de tomografia e UTI respectivamente. Estas ocorrências se apresentam em proporções elevadas mesmo com os treinamentos oferecidos aos profissionais de saúde. Essa realidade foi identificada nos EAS privados, na qual a análise estatística demonstrou que mesmo os usuários que receberam treinamento apresentaram problemas com a interface dos equipamentos. Dessa maneira, se infere que podem existir problemas de usabilidade atuando na causa dessas ocorrências.

O estudo também demonstrou que embora os EAS privados estejam recebendo mais treinamentos, os índi-

ces de falhas por recursos humanos se apresentam em proporções equivalentes aos EAS públicos. Logo, verifica-se que os treinamentos ministrados devem ser focados na compreensão do princípio de funcionamento da tecnologia médica.

Para reduzir essas ocorrências de falhas e avaliar o possível problema de usabilidade das tecnologias, a EC pode se beneficiar da utilização de métodos de EFH. Essa visão permite sugerir os métodos *shadowing*, o teste de usabilidade e análise heurística em todas as etapas do processo, desde a aquisição dos dados no serviço assistencial até as recomendações de ações para a resolução de problemas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos EAS coparticipantes, a CAPES e ao IEB-UFSC pelo suporte à pesquisa.

### **Referências**

- [1] Ecri. Health Devices: Top 10 Health Technology Hazards, 2013. Disponível em: [https://www.ecri.org/Documents/Secure/Health\\_Devices\\_Top\\_10\\_Hazards\\_2013.pdf](https://www.ecri.org/Documents/Secure/Health_Devices_Top_10_Hazards_2013.pdf). Acesso em: 25 Abril 2013.
- [2] Holsbach L, Kliemann F, Holsbach N. Utilização do instrumento de identificação de conhecimentos para administração segura de medicamentos com o uso de infusão automática. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. 2013; 29(4): 353-362.
- [3] Moraes, L. Metodologia para Auxiliar na Definição de Indicadores de Desempenho para a Gestão da Tecnologia Médico-Hospitalar [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2007.
- [4] Stanton NA, Salmon P, Walker GH, Baber C, Jenkins DP. Human Factors Methods - A Practical Guide for Engineering and Design. Aldershot, UK: Ashgate; 2005.
- [5] Rea LM, Parker RA. Metodologia de Pesquisa do Planejamento à Execução. 2ª ed. São Paulo: Editora Pionera; 2002.
- [6] Reis CS. Metodologia de análise de confiabilidade de equipamentos médico-assistenciais na fase de utilização [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.