



METODOLOGIA PARA PROJETO DE INTERFACES E EQUIPAMENTOS NUCLEARES COM ABORDAGEM CENTRADA NOS USUÁRIOS E NA SUA ATIVIDADE

Isaac José Antonio Luquetti dos Santos¹,
Marcos Santanna Farias¹,
Carlos Borges da Silva¹,
Cláudio Henrique dos Santos Grecco¹,
Paulo Victor Rodrigues Carvalho¹

¹Comissão Nacional de Energia Nuclear, Instituto de Engenharia Nuclear, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, 21945-970, Brasil.

Resumo

O projeto de um sistema centrado nos usuários e na sua atividade é um processo realizado com foco nas pessoas, no trabalho realizado e na tecnologia disponível. O envolvimento dos usuários deve trazer importantes benefícios para o desenvolvimento, ligados à qualidade intrínseca e à aceitação do sistema. Esta é a forma mais segura de garantir que o sistema desenvolvido atenda os requisitos explícitos e implícitos dos usuários, e assim, seja por eles aceito. O objetivo principal é garantir a participação dos futuros usuários durante todo o processo de desenvolvimento, enfatizar a aplicação dos conceitos ergonômicos, critérios de usabilidade, seguindo os padrões ergonômicos contidos nas normas e guias de fatores humanos, otimizar a eficiência da interação usuários equipamento e aumentar a confiabilidade operacional. O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para projeto de interfaces e equipamentos nucleares, utilizando uma abordagem centrada nos usuários e na sua atividade.

Palavras chaves

Equipamentos nucleares, projeto centrado nos usuários, ergonomia, fatores humanos, interfaces.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia desempenha um papel importante no desenvolvimento de equipamentos, interfaces e sistemas complexos. Esta complexidade técnica é particularmente destacada na área nuclear. Embora alguns fabricantes já tenham percebido a necessidade de alocar os requisitos de fatores humanos em seus produtos, é necessário que o projeto tenha uma abordagem centrada nos usuários e na sua atividade, possibilitando a diminuição dos erros na operação, a otimização da interação homem-sistema e aumento da confiabilidade operacional (LUQUETTI et al., 2004). Essa abordagem maximiza o envolvimento do usuário, enfoca a aplicação dos princípios e conceitos ergonômicos ao processo, com informações obtidas dos usuários, que são os principais atores do processo de trabalho.

Os fatores humanos correspondem a um grupo de informações relacionadas com as habilidades, limitações e outras características humanas que são relevantes para o projeto de um sistema (NUREG 700, 2002). A engenharia de fatores humanos busca através de experimentos em laboratórios, técnicas de simulação, obter dados sobre as características humanas, com o objetivo de inserir os dados obtidos no projeto de sistemas, interfaces, equipamentos, para uso efetivo pelo ser humano em condições confortáveis e seguras. A ergonomia é o estudo da interação entre as pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar de forma integrada e não dissociada a segurança, o conforto, o bem estar e a eficácia das atividades humanas. O objetivo principal é que sejam desenvolvidos equipamentos, interfaces e sistemas usáveis, seguros, funcionais e adaptáveis às necessidades do usuário.

Uma interface usuário-sistema pode ser definida como parte de um sistema com o qual o usuário realiza contato através do plano físico, perceptivo e cognitivo. Ela é formada por apresentações de informações, de dados, de controles e de comandos em telas de computadores (ISO 11064, 2000). Uma interface define as estratégias para a realização da tarefa, conduz, orienta, recepciona, alerta, ajuda e responde ao usuário durante as interações. Uma interface apresenta implicação significativa para a segurança operacional de um sistema ou equipamento, pois influencia na atividade dos usuários, afeta o modo como os

usuários recebem informações relacionadas com o status dos principais sistemas e determina os requisitos necessários para que os usuários entendam e supervisionem os principais parâmetros. Para que o diálogo homem sistema seja simples e seja estabelecido um ritmo aceitável, harmonioso de interação, os fatores humanos e ergonômicos devem ser alocados durante todas as fases do projeto (VICENTE e BURNS, 1996).

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para projeto de interfaces e equipamentos nucleares, utilizando uma abordagem centrada nos usuários e na sua atividade. Esta metodologia está sendo utilizada pelo grupo de projeto da Divisão de Instrumentação e Confiabilidade humana do Instituto de Engenharia Nuclear no desenvolvimento de interfaces homem-sistema de um simulador de uma planta nuclear, equipamentos médicos nucleares e de análise de minerais contendo urânio. No desenvolvimento dessas interfaces e equipamentos serão considerados os critérios de usabilidade, os requisitos ergonômicos contidos nas normas e guias de fatores humanos, enfatizando a participação dos usuários durante todo o ciclo de desenvolvimento.

2. INTEGRAÇÃO DOS REQUISITOS DE FATORES HUMANOS NO PROJETO DE INTERFACES E EQUIPAMENTOS NUCLEARES

Os seguintes requisitos de um programa de fatores humanos devem ser alocados em cada fase do ciclo de vida do projeto de um sistema nuclear: revisão da experiência operacional, análise das funções, alocação das tarefas, análise das tarefas, programa de treinamento, análise da confiabilidade humana, projeto das interfaces homem-sistema, desenvolvimento dos procedimentos, processo de verificação e validação (NUREG 711, 2002). O objetivo é assegurar que as tarefas dos operadores foram claramente definidas, o número de operadores e sua qualificação são adequados, o projeto das interfaces homem-sistema, procedimentos e treinamento atingem os requisitos de bom desempenho e são consistentes com características cognitivas e fisiológicas dos operadores.

Normas internacionais e guias de fatores humanos determinam que na integração da engenharia de fatores humanos no projeto de sistemas, deve-se considerar o ser humano

como um elemento do sistema em termos de operação, manutenção, produção e treinamento (IEEE 1220, 2005). Normas de interfaces homem-sistema apregoam os princípios que devem ser aplicados no projeto, buscando os objetivos dos usuários e as necessidades das tarefas (ISO 9241, 1994). A norma ISO 11064 especifica os itens a serem seguidos no projeto ergonômico de salas de controle, enfatizando o projeto das interfaces homem-sistema, o uso da experiência operacional e considerando a análise do trabalho dos operadores.

O erro humano tem muitas causas tais como os fatores internos e externos, que modelam o desempenho humano (treinamento, estresse, condições ambientais, etc), fatores organizacionais e o projeto das interfaces homem-sistema (REASON, 1990). Equipamentos nucleares complexos com falhas no projeto das interfaces e na interação homem-sistema podem contribuir para os erros humanos (HYMAN, 1994). A maioria dos projetistas não considera no projeto de um sistema as necessidades do usuário, os requisitos de usabilidade, conforto e segurança, resultando em produtos ou postos de trabalho não adequados às características dos usuários e às tarefas por eles executadas (FRISONI e MORAES, 2000). Métodos têm sido desenvolvidos para maximizar a participação dos usuários no projeto de sistemas, com objetivo de capitalizar seu conhecimento e incorporar as suas necessidades e preocupações ao processo (AXTELL, 1997). O envolvimento do usuário deve trazer importantes benefícios para o desenvolvimento, ligados a sua qualidade intrínseca e a sua aceitação. Esta é a forma mais segura de garantir que o sistema desenvolvido atenda os requisitos explícitos e implícitos dos usuários, e assim, seja por eles aceito (GARMER et al., 2004).

Usabilidade é definida como a capacidade que um sistema interativo oferece para seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas de maneira eficaz e agradável (ISO 9241, 1999). O desenvolvimento de sistemas com boa usabilidade irá impactar a tarefa no sentido de segurança e produtividade da interação (SANTOS et al., 2005). O usuário irá atingir plenamente seus objetivos com menos esforço e mais satisfação. Um importante conceito do projeto centrado nos usuários é que a usabilidade só pode ser assegurada se os

usuários são ativamente incorporados no ciclo de vida do equipamento, desde a fase do projeto conceitual até a fase de utilização pelo cliente. Grupos representativos dos usuários participam dos vários estágios de desenvolvimento, através de simulações, avaliações e entrevistas. As informações obtidas em cada fase do projeto são usadas no aprimoramento do projeto, servindo como entradas para as próximas etapas do ciclo de vida do equipamento.

3. METODOLOGIA PROPOSTA

A norma ISO 13407 determina quais são os requisitos que devem ser inseridos durante o ciclo de vida do projeto de um sistema centrado nos usuários. A incorporação desses requisitos é caracterizada pelo claro entendimento do contexto onde será utilizado o sistema; pela análise dos futuros usuários; pela análise das funções a serem realizadas pelo sistema; por uma apropriada alocação das funções entre sistema e futuros usuários; pela análise das tarefas a serem realizadas pelos usuários; pela análise do trabalho dos usuários. Esta abordagem deve ser implementada na fase inicial de projeto e se estender durante todo o ciclo de vida do sistema, ou seja, na definição do seu escopo, fase do projeto conceitual, fase do projeto detalhado, fase de implementação, fase de testes e fase de avaliação integrada. O que se busca é uma forma de garantir que o sistema desenvolvido atenda aos requisitos dos usuários, de forma que os usuários atinjam seus objetivos com menos esforço, mais satisfação e maior confiabilidade operacional (GARMER et al., 2004).

Algumas técnicas são usadas para garantir o envolvimento dos usuários durante todo o ciclo de vida do sistema e para validar a alocação dos requisitos ergonômicos em todas as fases do projeto. A seguir apresentamos as principais técnicas:

- visitas em empresas, institutos de pesquisas que possuem equipamentos importados similares;
- revisão da experiência operacional dos futuros usuários em sistemas similares (REO);
- talk-throughs; walk-throughs
- entrevistas;
- questionários;
- normas e guias de fatores humanos e ergonomia;

- listas de verificação;
- escalas de opinião subjetivas;
- estudos etnográficos: entendimento das práticas de trabalho dos futuros usuários (análise da atividade dos usuários em sistemas similares);
- ensaios de usabilidade;
- questionário de satisfação dos usuários

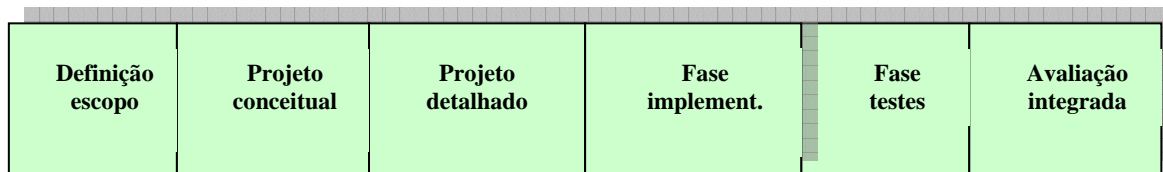
No desenvolvimento das interfaces e equipamentos nucleares está sendo utilizada a seguinte metodologia:

- **Definição do escopo do sistema:** Tornar explícito para todos os envolvidos no projeto, para qual contexto de uso o sistema será desenvolvido. Deverão ser definidos os principais requisitos funcionais, as restrições sobre o desempenho, aspectos de segurança.
- **Análise dos futuros usuários:** Descrição e análise das características dos usuários, como por exemplo: faixa etária, perfil profissional, experiência em tecnologia de informática, experiência em sistemas similares.
- **Análise do futuro ambiente de trabalho:** Durante visitas no ambiente do trabalho, serão coletados dados sobre o contexto da operação de sistemas importados similares. Estes dados serão utilizados no projeto do novo sistema. Citamos como por exemplo, informações sobre a iluminação, temperatura, ruído, do local onde o sistema irá operar.
- **Análise das funções:** Analisar as funções a serem desempenhadas pelo novo sistema.
- **Alocação das funções:** Determinar as funções que serão realizadas pelo sistema (automatizadas), quais serão realizadas pelos usuários e quais serão compartilhadas.
- **Análise das tarefas nos sistemas similares:** É necessário obter informações sobre a representação que os usuários têm do sistema similar importado, das tarefas, dos procedimentos, das restrições e complexidade.
- **Análise da atividade dos futuros usuários nos sistemas similares:** Esta análise é usada para obter informações sobre a operação realizada pelos usuários no sistema similar de referência, que podem ser usadas no

projeto do novo sistema. Com a descrição do trabalho dos usuários no sistema similar, poderemos avaliar quais são seus problemas efetivos, ou seja, nível de complexidade, erros de operação, dificuldade de interação e formas de contorná-los. Serão realizadas observações *in-loco* do trabalho dos usuários e obtidos registros em vídeo, áudio, entrevistas e questionários.

- **Análise das restrições tecnológicas:** Esta análise enfatiza o ambiente tecnológico onde o projeto do sistema será realizado. Serão examinados os tipos de interfaces gráficas e ferramentas computacionais disponíveis. Uma análise criteriosa destes itens irá otimizar a alocação dos requisitos de usabilidade no projeto das interfaces gráficas.
- **Desenvolvimento/Prototipação:** Implementação integrada do projeto mecânico, projeto dos circuitos eletrônicos, do aplicativo computacional e dos elementos das interfaces gráficas que compõem o sistema.
- **Avaliação integrada:** Através da análise da atividade dos usuários interagindo com o novo sistema, iremos verificar as condições gerais de usabilidade, verificar se os recursos oferecidos são realmente suficientes para o cumprimento de cada tarefa, validar a eficácia da interação em função da efetiva realização das tarefas por parte dos usuários, validar a eficiência desta interação face os recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, busca de ajuda, etc.), obter indícios da satisfação ou insatisfação dos usuários. Serão realizadas observações *in-loco* do trabalho dos usuários e obtidos registros em vídeo, áudio. Serão também realizadas entrevistas, aplicados questionários e listas de verificação. A figura 1 apresenta a metodologia proposta.

Nível 1



Nível 2

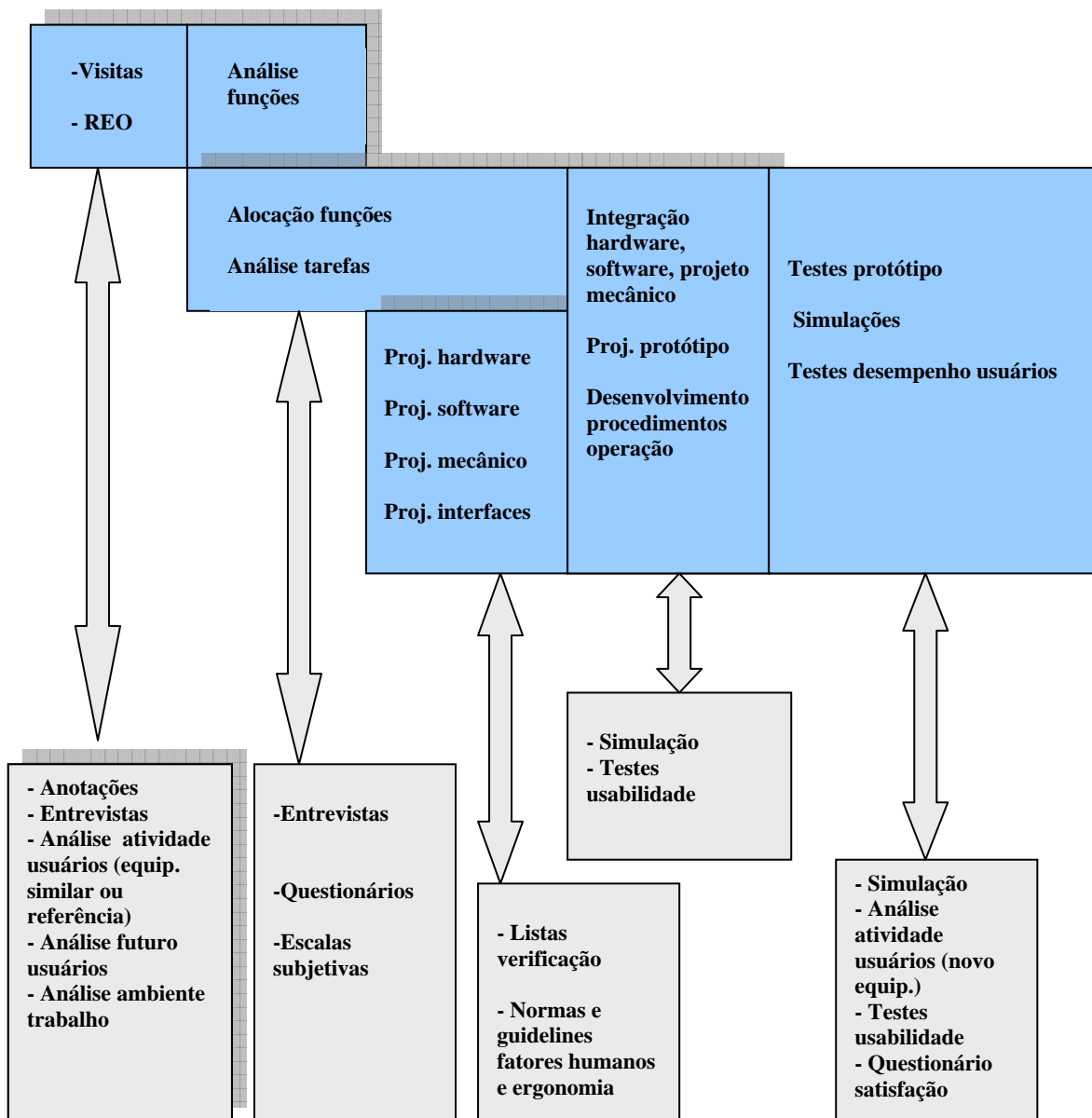


Figura 1: Metodologia da Avaliação Integrada

4. CONCLUSÕES

Desde a década passada, existe um grande interesse em determinar quais são os requisitos relacionados com os usuários, que devem ser alocados durante o desenvolvimento de um sistema, objetivando melhorar a confiabilidade operacional, reduzir os erros humanos e incorporar aspectos relacionados com a usabilidade, tais como: conforto, eficiência da interação, facilidade de uso, treinamento e manutenibilidade.

A metodologia proposta, mostrada na figura 1, enfatiza o uso de métodos e técnicas que garantem a inclusão dos futuros usuários no processo de desenvolvimento de interfaces e equipamentos nucleares. Considerando a abordagem sistêmica de projeto, todas as análises definidas anteriormente levam em consideração os requisitos funcionais do equipamento ou do sistema a ser desenvolvido. Estes requisitos, definidos e estabelecidos nas fases iniciais do projeto, representam o ponto de partida para desenvolvimento do modelo estrutural do equipamento; do modelo funcional com seus objetivos específicos e funções requeridas para os diferentes subsistemas e representam o modelo contextual com a descrição de uso do equipamento. O objetivo final é identificar os fatores que podem afetar o desempenho humano. Fatores adicionais são considerados, tais como a análise da atividade dos usuários em sistemas similares, de modo a enfatizar as práticas de trabalho. As práticas de trabalho e as condições ambientais de uso do equipamento são requisitos fundamentais a serem alocados no desenvolvimento do equipamento, garantindo assim o seu uso com facilidade, segurança e eficiência.

5. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi desenvolvida com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e da Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

6. REFERÊNCIAS

Axtell, C. M.. Problems Integrating User Participation into Software Development

- International J. Human-Computer Studies, v. 47, n. 2, p. 323-345, 1997
- Frisoni, C. e Moraes, A. O Uso de Métodos da Ergonomia no Desenvolvimento de Projetos de Produtos Ergonômicos Segundo Designers e Ergodesigners. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Novo Hamburgo. Anais, 2000.
- Garmer, K., Ylv, J., Karlsson, M. User Participation in Requirements Elicitation: A Comparison of Focus Groups Interviews and Usability Testing as Methods for Eliciting Usability Requirements for Medical Equipment. International Journal of Industrial Ergonomics 33 (2),85 –98, 2004.
- Hyman, W. A. Errors in the Use of Medical Equipment. In: Bogner, M.S.(Ed.), Human Error in Medicine, Lawrence Erlbaum Associates,Inc., London, 1994.
- IEEE 1220, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Standard for Application and Management of the System Engineering Process, 2005.
- ISO 9241, International Organization for Standardization. Usability Requirements, 1994.
- ISO 11064, International Organization for Standardization. Design of Control Centers, 2000.
- ISO13407. Human-Centred Design Processes for Interactive Systems, 1999.
- Luquetti, I. J. A., Silva, C. B., Carvalho, P. V., Vidal, M. C. Usability as a Evaluation Tool For Nuclear Medical Equipment. In: XXII Congresso Brasileiro de Medicina Nuclear, Aracaju, 2004.
- NUREG 700, revision 2. Human System Interface Design Review Guideline. U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2002.
- NUREG 711, revision 1. Human Factors Engineering Program Review Model. U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2002.
- Reason, J. Human Error. Cambridge. University Press, Cambridge, 1990.
- Santos, I. J. A., Carvalho, P.V., Grecco, C. H., Victor, M. and Mol, A. C. A Methodology for Evaluation and Licensing of Nuclear Power Plant Control Rooms. Atlantic Conference, INAC, Santos, SP, Brazil, 2005.
- Vicente, K. and Burns, C. Cognitive Functioning of Control Room Operators. University of Toronto, 1996.