



ESTUDO DA CONFIABILIDADE HUMANA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM EMPRESAS DE ENGENHARIA

Aluna: Alicia Brito Del Picchia Faria

Orientador: Prof. Dr. Robert Eduardo Cooper Ordonez

PALAVRAS CHAVES: Confiabilidade Humana, TOPSIS, LAWSHE

1. INTRODUÇÃO

O projeto de iniciação científica em questão aborda um estudo de casos a fim de avaliar, através da aplicação de um questionário, o impacto da Confiabilidade Humana dentro do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) em empresas de engenharia. Este questionário de Confiabilidade Humana foi elaborado durante o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Luiz Eduardo da Costa Lino Franco Sampaio em 2018 na Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É importante ressaltar que a aplicação do questionário foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP (CAAE: 93619518.8.0000.5404).

A definição de Confiabilidade Humana (CH) que mais se enquadra à pesquisa foi definida por Swain e Guttman (1983) e esta afirma que a CH é a probabilidade de que uma pessoa execute corretamente alguma atividade exigida pelo sistema em um período necessário (no caso do tempo ser um fator limitador, por exemplo), e de que não realize nenhuma atividade estranha que possa degradar o sistema. Como se trata de uma probabilidade, ela pode ser quantificada e varia de 0% a 100% (valores limites), com uma correspondente probabilidade de falha – PF –, satisfazendo a relação descrita por Pallerosi (2008), onde CH é o índice de confiabilidade humana e PF é a probabilidade de falha:

$$CH = 1 - PF \quad \text{Equação 1}$$

Sabe-se que o estudo da confiabilidade humana é relevante uma vez que sua análise possibilita identificar e quantificar ações humanas errôneas e os impactos associados nas estruturas, sistemas e componentes (LEE et. al., 2011). Assim, as técnicas que quantificam esta confiabilidade determinam os fatores que contribuem para os erros humanos, tornando possível a aplicação de medidas corretivas para reduzir e se possível eliminar a recorrência de erros semelhantes. A medição desses fatores, segundo Aalipour et. al. (2016), tem três funções básicas: a identificação dos erros humanos, a previsão de sua probabilidade e a redução da mesma.

Dessa forma, o questionário tem a finalidade de mensurar a CH e assim analisar o impacto da mesma nos processos de desenvolvimento de produto em engenharia. Com isso, espera-se agregar aos respondentes quais questionamentos e conseqüentemente fatores que levam ao



erro humano são mais críticos dentro das empresas. Assim, é possível contribuir com mudanças internas que possibilitam uma diminuição desses fatores, e posteriormente um aumento da confiabilidade humana.

2. REVISÃO DO PROJETO

O questionário de Confiabilidade Humana explorou fatores que causam os erros humanos e para isso abordou quatro dimensões, descritas a seguir, que analisam a CH a partir do desempenho humano considerando níveis distintos de análise, como questões de ordem pessoal e profissional e questões ligadas ao contexto do trabalho.

Dimensão 1: “Ambiente de Trabalho e Equipamentos”.

Procura compreender e questionar questões ligadas às características do ambiente onde é desenvolvido o trabalho do participante da pesquisa.

Dimensão 2: “Organizacional e Gerencial”.

Diz respeito às questões ligadas a processos técnicos, administrativos e gerenciais da empresa na qual o participante está inserido.

Dimensão 3: “Fisiológica e Background”.

Traz questionamentos sobre itens ligados às competências técnicas e gerenciais dos profissionais, assim como aspectos ligados a sua saúde física e bem estar.

Dimensão 4: “Psicológica”.

Explora pautas mais internas ligadas a saúde mental e psicológica dos funcionários, ou seja, dos participantes da pesquisa.

A primeira oportunidade efetiva de aplicar o questionário foi com os alunos de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP matriculados na disciplina IM583 - Gestão do Ciclo de Vida do Produto. Nessa aplicação foram obtidas 27 respostas de profissionais pertencentes a diferentes empresas de engenharia. Outra aplicação foi realizada com o intuito de obter respostas de pessoas que trabalhem em uma mesma companhia, que possuem experiências profissionais mais semelhantes. Para isso, aplicou-se o questionário com os alunos da Motriz – Empresa Júnior, também da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Nesta aplicação foram obtidas 11 respostas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Pode-se afirmar que o questionário de Confiabilidade Humana tem uma abordagem científica Qualitativa-Quantitativa, de acordo com a publicação de Silva e Menezes (2005), uma vez que existe um aspecto qualitativo, que se refere ao conjunto de variáveis de interesse sobre confiabilidade humana e ao mesmo tempo existe um aspecto quantitativo, já que a aplicação deste questionário resulta em dados quantitativos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, os dados quantitativos providos das distintas aplicações do questionário foram tratados. Para isso, duas diferentes metodologias que têm a



intenção de ranquear e avaliar performances de alternativas foram estudadas e utilizadas. Estas técnicas consistem no método de TOPSIS e na metodologia Lawshe.

3.1. MÉTODO TOPSIS

O método TOPSIS é a abreviação em inglês de “Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution”, que em português significa “Técnica para Ordem de Preferência por Semelhança com a Solução Ideal” (tradução do autor). Este método foi proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981) e seu princípio básico consiste em escolher uma alternativa que esteja tão próxima quanto possível da solução ideal positiva e o mais distante quanto possível da solução ideal negativa. A solução ideal é formada tomando os melhores valores alcançados pelas alternativas durante a avaliação em relação a cada critério de decisão, enquanto a solução ideal negativa é composta de forma similar, tomando os piores valores (KAHRAMAN, 2008).

3.2. MÉTODO LAWSHE

O método de Lawshe, conforme publicado por Silva Freitas (2018), é utilizado com finalidade de elicitação de critérios e pesos implementados aos modelos multicritérios de auxílio à decisão. O método considera múltiplos agentes de decisão levando em consideração a opinião subjetiva de cada decisor, de modo a reduzir a imprecisão na elicitação de pesos. Esse procedimento é fundamentado na aplicação de questionários a especialistas que avaliam cada critério do questionário em uma das três categorias: a) essencial; b) relevante, mas não essencial; c) irrelevante (LAWSHE, 1975). A princípio, as respostas são agrupadas como essenciais ou não essenciais. Segundo Wilson et al. (2012), a metodologia proposta por Lawshe é um procedimento robusto, de fácil utilização e apresenta modelos matemáticos simples. Essa metodologia foi posteriormente revista e aprimorada por Ayre e Scally (2014), sendo que essa foi a referência utilizada no presente trabalho.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que a aplicação do método de Lawshe para as respostas obtidas com os membros da Empresa Júnior Motriz foi bem sucedida. Isso porque o método foi capaz de selecionar três critérios considerados essenciais para os respondentes. Segue abaixo os 3 questionamentos classificados como essenciais, já vinculados com a sua dimensão:

I. “O mobiliário utilizado no projeto é ergonômico, não havendo reclamações?” -

Dimensão 1: Ambiente de Trabalho e Equipamentos

II. “O espaço de trabalho é adequado?” - Dimensão 1: Ambiente de Trabalho e Equipamentos

III. “Fatores físicos como acuidade visual, capacidade motora etc.” - Dimensão 3: Fisiológica e Background

Esse resultado demonstra que um mobiliário ergonômico e adequado é essencial para os trabalhadores da empresa, além da adequação e qualidade do espaço físico do trabalho. Além disso, os membros declararam em sua maioria o quanto acham essencial que as condições físicas dos mesmos estejam em ótimo estado. Neste primeiro momento, foi possível



identificar os aspectos essenciais aos respondentes e possíveis ações para manter a satisfação dos funcionários. É importante ainda definir como esses questionamentos impactam, positiva ou negativamente, a Confiabilidade Humana nas atividades de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).

Nota-se que a nota elevada dada pela maior parte dos respondentes para essas 3 perguntas demonstra que esses aspectos são importantes para os mesmos, e que eles se encontram satisfeitos no momento com esses aspectos, ou seja, os aspectos impactam positivamente a CH dentro do PDP. Isso porque, um mobiliário e um espaço físico adequado, assim como boas condições físicas dos funcionários, garantem uma maior probabilidade de que uma pessoa não cometa falhas no cumprimento de uma tarefa solicitada, dentro de um determinado período de tempo estabelecido, uma vez que ela possui condições ambientais apropriadas e adequadas, além de recursos disponíveis para realizar a tarefa. Essa probabilidade elevada nada mais é do que uma alta CH.

Analisando os resultados obtidos com a aplicação do métodos TOPSIS para as 27 respostas dos alunos de pós-graduação, pode-se dizer que essa aplicação também foi bastante satisfatória. Com esse critério de decisão, classificou-se como essenciais as seguintes perguntas, já vinculadas às suas dimensões:

- I. “O espaço de trabalho é adequado?” - Dimensão 1: Ambiente de Trabalho e Equipamentos.
- II. “Projetos alinhados com valores da empresa, alta administração comprometida.” - Dimensão 2: Organizacional e Gerencial
- III. “Compatibilidade e complexidade das tarefas de acordo com o background (conhecimento e experiência) do executor.” - Dimensão 2: Organizacional e Gerencial

Nota-se que para os 27 participantes a adequação do espaço físico de trabalho também é essencial, valendo o investimento focado na estrutura do ambiente. Além disso, existe uma concordância majoritária com a importância da cultura de valores da empresa e seu alinhamento com as atividades e projetos. Constrói-se então junto aos participantes a ideia do quanto importante são os valores definidos pela liderança das empresas, e o quanto esses precisam ser colocados em prática.

Comparando os dois métodos, o método Lawshe apresenta as seguintes vantagens: não precisa ordenar pesos em cima de critérios definidos; consegue captar a subjetividade do decisor de forma mais concisa ou precisa. Por outro lado, o método TOPSIS possui um algoritmo muito mais robusto e completo. Já os lados positivos de ambos é que eles permitem que cada critério/pergunta seja avaliado individualmente por cada decisor.

Por fim, pode-se dizer que a pesquisa alcançou seu objetivo de realizar um estudo de casos para avaliar através da aplicação de um questionário o impacto da Confiabilidade Humana dentro do Processo de Desenvolvimento de Produtos em empresas de engenharia. A escolha de dois diferentes métodos de decisão, o TOPSIS e o Lawshe, possibilitou esse alcance uma vez que cada método se enquadra a um perfil diferente, um com respondentes pertencentes a diferentes empresa e com diferentes anos de experiência e outro com respondentes integrantes da mesma empresa, com tempo de experiência muito similares.



5. BIBLIOGRAFIA

AALIPOUR, Mojgan; AYELE, Yonas; BARABADI, Abbas. Human reliability assessment (HRA) in maintenance of production process: a case study. International Journal of System Assurance Engineering and Management: Suécia, 2016.

AYRE, C.; SCALLY, A. J., Critical Values for Lawshe's Content Validity Ratio: Revisiting the Original Methods of Calculation, University of Bradford, School of Health Studies, Bradford BD7 1DP, UK., 2014.

FREITAS DA SILVA, F., Métodos de elicitação de pesos para Modelos de apoio multicritério à decisão, Universidade Cândido Mendes, RJ., 2018.

HWANG, C., YOON, K, Methods for Multiple Attribute Decision Making, part of the Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, book series (LNE, volume 186), pp 58-191, 1981.

KAHRAMAN, C. Fuzzy Multicriteria Decision Making - Theory and Applications with Recent Developments. Turkey: Springer Science, 2008.

LAWSHE, C. H., A paper presented at Content Validity II, a conference held at Bowling Green State University. July 18, 1975.

LEE, Woo; KIM, Ar.; HA, Jun.; SEONG, Poong. Development of a qualitative evaluation framework for performance shaping factors (PSFs) in advanced MCR HRA. Annals of Nuclear Energy: Coreia, 2011.

PALLEROSI, Carlos Amadeu. Confiabilidade humana: nova metodologia de análise qualitativa e quantitativa. Simpósio Internacional de Confiabilidade. Florianópolis, 2008.

SAMPAIO, Luiz Eduardo da Costa Lino Franco, Confiabilidade Humana no Processo de Desenvolvimento de Produto em Engenharia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Trabalho de Conclusão de Curso, (2018), 122 pp.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. rev. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SWAIN, A. D.; GUTTMANN, H. E. Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. NUREG CR-1278. Washington, DC. 1983.

WILSON, A. Novel methods for quantifying individual host response to infectious pathogens for genetic analyses, Front. Genet., 14 December 2012.