

CONFIABILIDADE HUMANA: UMA ABORDAGEM ATUAL DO ERRO HUMANO

SILVA, Bruna Grazielly de Jesus¹; LISBOA, Ainã Pinheiro²; SANTOS, Áurea Haíza Almeida³; SANTANA, Kelyanne Santos⁴; SILVA, Isabelly Pereira⁵

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, brunagrazielly24@gmail.com

² Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, a.lisboa16@gmail.com

³ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, aureahaiza@hotmail.com

⁴ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, kelyanne.santoss@gmail.com

⁵ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, isabelly@ufs.br

Resumo: A confiabilidade humana é uma ciência aplicada em vários segmentos da indústria, que analisa o erro humano e seu impacto sobre indicadores de produtividade, segurança e qualidade, além de estabelecer estratégias para prevenir, mitigar ou eliminar erros. A falha humana é responsável por grande parte dos acidentes ocorridos na indústria, para melhorar a segurança e reduzir eventos indesejáveis, é necessário que equipamentos, operações e ambiente de trabalho sejam compatíveis com as capacidades físicas e cognitivas do homem, e suas limitações. Assim, o artigo tem como objetivo principal compreender a importância da percepção e interpretação dos fatores que afetam o desempenho no trabalho, além dos métodos utilizados para avaliar e gerenciar os riscos com a finalidade de aumentar a performance na realização do trabalho, através de uma revisão bibliográfica, onde foram estudados 4 métodos para análise da confiabilidade, sendo eles: O Método THERP, Método HAZOP, Método ATHEANA e Método Tripod-Delta, onde foram discutidas suas semelhanças, diferenças e particularidades, além disso ficou provado que a utilização das ferramentas e técnicas de confiabilidade humana contribui para a melhoria do desempenho do trabalhador e colabora para melhoria do aumento de disponibilidade, confiabilidade, redução de custos e sucesso operacional das empresas.

Palavras-chave: Confiabilidade, Confiabilidade Humana, Erro humano.

HUMAN RELIABILITY: A CURRENT APPROACH TO HUMAN ERROR

Abstract: Human reliability is a multi-industry applied science that analyzes human error and its impact on productivity, safety and quality indicators also establishes strategies to prevent, mitigate or eliminate errors. Human failure is responsible for most of the accidents in the industry, to improve safety and reduce undesirable events, it is necessary that equipment, operations and work environment are compatible with the physical and cognitive capacities of

man, and its limitations. Thus, the main objective of the article is to understand the importance of the perception and interpretation of the factors that affect the performance in the work, as well as the methods used to evaluate and manage the risks in order to increase performance in the work, through a review of The THERP Method, HAZOP Method, ATHEANA Method and Tripod-Delta Method, where its similarities, differences and peculiarities were discussed, it was also proved that the use of the tools and human reliability techniques contribute to improving employee performance and collaborates to improve the availability, reliability, cost reduction and operational success of companies.

Keywords: Reliability, Human Reliability, Human error.

1 Introdução

O advento da globalização junto com o crescente desenvolvimento tecnológico, resultou em competitividade para as empresas, por um lado com maiores oportunidades de prosperidade econômica e por outro a necessidade de produzir em larga escala e com menor número de falhas, para isso é necessária maior capacitação do profissional, para poder proporcionar maior produtividade e qualidade no trabalho. Nesse contexto, os equipamentos industriais passaram a ser cada vez mais modernos com alto desempenho e faixas operacionais mais estreitas, levando assim a uma maior ênfase no estudo da confiabilidade (FOGLIATTO, 2009).

Segundo Santos (2009) o estudo da confiabilidade é baseado na participação do homem como peça integrante do avanço tecnológico, pois operadores vivem com constantes dinâmicas na execução de seu trabalho, com múltiplas tarefas e dessa forma, adaptam de maneira contínua a sua conduta, elaborando estratégias e construindo um modo de operação que garanta a segurança no processo. As estratégias criadas de forma informal, nem sempre são visíveis para as organizações, mas são elas que asseguram a confiabilidade das empresas.

Inúmeros riscos estão presentes na condução de processos contínuos, e a não ocorrência de acidentes em grande parte deve-se a eficiência da participação humana. Nesse sentido, a confiabilidade humana é uma ciência aplicada em vários segmentos da indústria, que analisa o erro humano e seu impacto sobre indicadores de produtividade, segurança e qualidade, além de estabelecer estratégias para prevenir, mitigar ou eliminar erros (NETO, 2014).

A falha humana é responsável por grande parte dos acidentes ocorridos na área industrial, para melhorar a segurança e, portanto, reduzir eventos indesejáveis, é necessário que equipamentos, operações e ambiente de trabalho sejam compatíveis com as capacidades físicas e cognitivas do homem, bem como suas limitações. Assim, o artigo tem como objetivo principal compreender a importância da percepção e interpretação dos fatores que afetam o desempenho no trabalho, além dos métodos utilizados para avaliar e gerenciar os riscos com a finalidade de aumentar a performance na realização do trabalho, através de uma revisão bibliográfica.

2 Confiabilidade

A operação prolongada e eficaz dos sistemas produtivos de bens e serviços é uma exigência que o mercado demanda. As indústrias passaram a ser cada vez mais complexas, com altos volumes de produção e de alta tecnologia, com sistemas sofisticados, que impõe acuidade, necessidade de conhecer e controlar as possíveis falhas, que possam comprometer a produção. A partir dessa nova demanda, surgiu a criação e desenvolvimento de uma nova ciência, a confiabilidade.

A confiabilidade de um sistema pode ser definida como a probabilidade de funcionamento inserto de falhas durante um período de tempo pré-determinado, sob condições de operação estabelecidas (NBR 5462, 1994).

Nesse contexto, é importante definir o termo falha. A falha é definida como a cessação da função de um item ou capacidade de satisfazer a um padrão de desempenho previsto, podendo ser classificada sob vários aspectos tais como origem, extensão, velocidade, manifestação, criticidade ou idade (SIQUEIRA, 2005).

A partir da definição de confiabilidade percebe-se que ela é definida como função de um período de tempo (FOGLIATTO, 2009), o que implica cinco consequências:

- O analista deve definir uma unidade de tempo para realização das análises;
- Os modelos que descrevem os tempos até falha utilizam a variável aleatória T para descrever o tempo até falha de um item;
- O termo tempo não deve ser interpretado literalmente, pois em muitos contextos o número de ciclos por exemplo pode representar o tempo até falha de um item;
- O conceito de confiabilidade deve ser associado a um período de tempo ou duração de missão;
- A determinação do que deveria ser usado para medir a vida de um item nem sempre é óbvia.

3 Confiabilidade Humana

A partir da necessidade do homem interagir com equipamentos e sistemas complexos surgiram várias abordagens e técnicas para compreender os aspectos que levam ao erro, além das relações homem \times máquina, homem \times ambiente e outras variáveis que interferem no desempenho das atividades. Dessa forma, gradualmente está sendo construída a Confiabilidade Humana ou Análise da Confiabilidade Humana. O conteúdo de estudos e trabalhos tendem a refletir o posicionamento individual dos pesquisadores, as fontes ou bases motivadoras das

análises e objetivos particulares. Tendo como objetivo principal traçar um panorama e identificar os possíveis caminhos e vertentes por onde se orientam os estudos da área.

A confiabilidade humana é definida como a probabilidade de que uma pessoa não falhe no cumprimento de uma ação requerida, quando exigida, em determinado período de tempo, em condições ambientais apropriadas e com recursos disponíveis para executá-las.

Nas pesquisas e trabalhos sobre o tema, inicialmente é mostrado o enfoque do erro humano, definição, classificação, caracterização, mecanismos de ocorrência e diversos estudos para o entendimento dos aspectos psicológicos e investigações sobre cargas cognitivas, buscando entender quais os fatores no erro humano (REASON, 1990).

Outra vertente das pesquisas na área é a construção e desenvolvimento de instrumentos e métodos que pudessem, de alguma forma prever ou medir a probabilidade da ocorrência dos erros ou por outro lado medir o quanto confiável era um sistema, através da aplicação de conhecimentos estatísticos em conjunto com psicologia, sociologia, fisiologia, ergonomia, dentre outras áreas.

Um amplo conjunto de conhecimentos e debates foi construído buscando entender a complexidade e a predição do erro humano indo desde simples classificações dos erros até sofisticados pacotes de softwares baseados nas performances humanas e métodos de simulação (SILVA, 2009).

4 Definição e classificação do erro humano

Existem inúmeras definições para erro humano, por exemplo, segundo Reason (1990), esse tipo de erro acontece quando uma sequência planejada de atividades mentais ou físicas não atingem seus objetivos, sem que a falha possa ser atribuída ao acaso. Dessa forma, conhecer as possíveis situações envolvidas no erro é essencial para evitá-lo, pois, muitos estudos mostram que mais da metade dos acidentes ocorridos nas empresas são causados pelo erro humano (DEKKER, 2002).

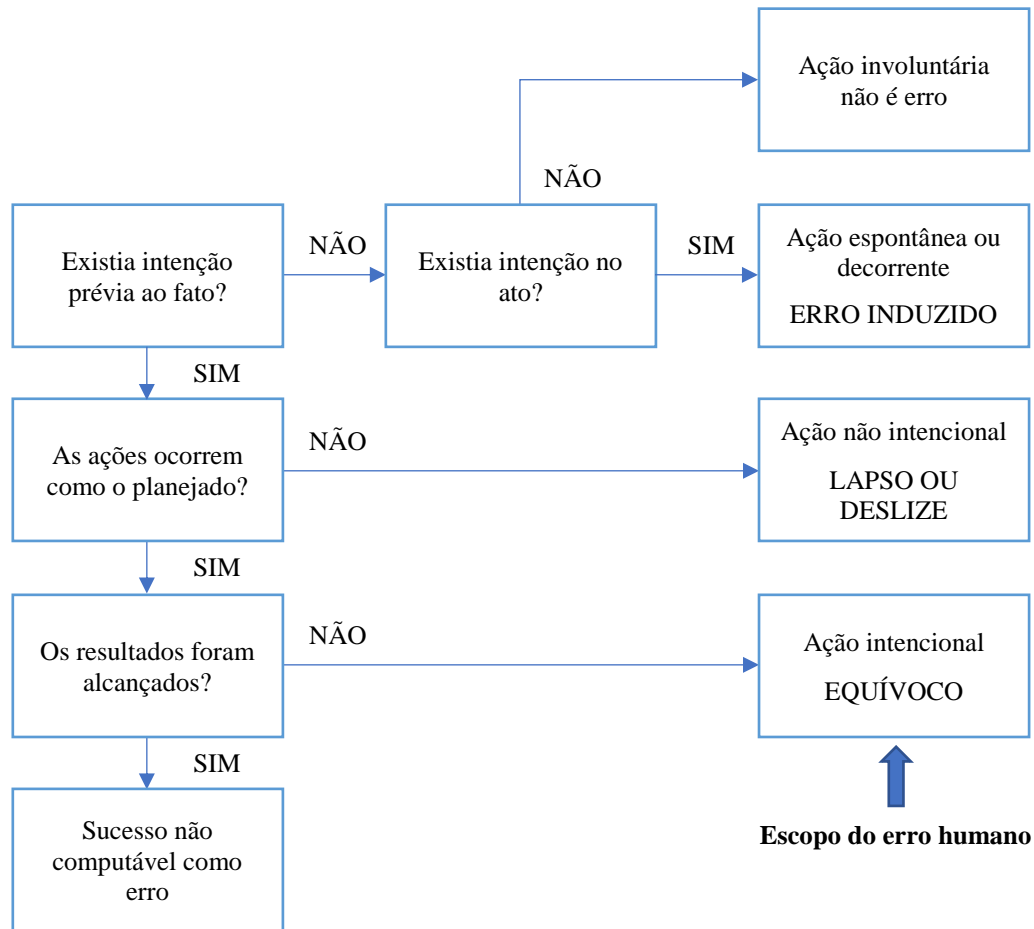
Segundo Dekker (2002) para ter uma explicação para as falhas humanas é necessária uma reconstrução do que ocorreu na perspectiva de quem estava realizando a tarefa, sendo preciso compreender porque as avaliações e ações faziam sentido no momento do erro e não buscar exatamente onde os trabalhadores erraram.

O erro humano no trabalho é uma das maiores preocupações das empresas, devido ao grande número de perdas que ocasionam como prejuízos materiais, financeiros e até mesmo a vida humana. Há uma grande dificuldade de determinar as reais causas das falhas cometidas pelo operador, que podem acontecer devido a distrações, perdas de atenção, lapsos de memória,

dentre outros. Uma série de decisões, atitudes e comportamentos organizacionais criam condições para que o acidente ocorra (REASON, 1990).

Reason (1990) propõe um esquema (Figura 1) para a identificação e classificação dos erros humanos, o objetivo não é de apresentar elementos que permitam punir quem cometeu o erro, mas a possibilidade de compreender a ocorrência de ações que levam a resultados indesejados.

Figura 1 – Esquema para classificação de erros (baseado em REASON, 1990)



Fonte: VIDAL (2008)

De acordo com a Figura 1, convém distinguir ao menos três categorias de erros: os erros induzidos pela situação (contexto), erros superficiais (lapsos ou deslizes) e os erros profundos (equívocos).

Os erros induzidos pela situação, se configuram como ações corretas dentro de uma sequência de atividades de operações equivocadas, pois em um determinado momento aquela ação seria a correta, mas em outras situações aquela não seria a ideal.

Lapsos ou enganos correspondem a algo que não ocorreu dentro de um objetivo, como esquecer de acionar um comando numa sequência de ações (lapso de memória) ou acionar um comando de um dispositivo parecido com o que deveria ser acionado (deslize).

Os equívocos tratam de uma ação equivocada que dá sequência a uma avaliação e um diagnóstico equivocados, levando em questão os conhecimentos, objetivos e raciocínio do operador, pois nem sempre o operador dispõe de formação ou experiência que garantam o sucesso da tarefa.

Como complemento da Figura 1, o Quadro 1 mostra como os erros podem ser agrupados e classificados de acordo com o tipo de comportamento e sua respectiva consequência, em qual estágio cognitivo, tipo de erro apresentado e o nível de desempenho da tarefa.

Quadro 1 – Agrupamento dos tipos de erros

Comportamento	Estágio cognitivo	Tipo de erro	Nível de Desempenho
Ação não ocorre como planejada	Execução	Deslize	Nível de habilidade
	Memória	Lapso	
Plano selecionado não atinge resultado esperado	Planejamento	Engano	Nível das regras
Plano criado/improvisado não atinge resultado esperado	Planejamento	Engano	Nível de conhecimento

Fonte: Guimarães (2004)

5 Fatores que afetam o desempenho

O desempenho humano depende de inúmeros fatores que atuam interagindo entre si de forma dinâmica. Para garantir o desempenho e a segurança é necessário que os fatores influenciados sejam reconhecidos e administrados, além de haver antecipação e o controle de impactos.

Neste contexto, fatores que afetam o desempenho são todos os fatores que afetam a confiabilidade humana do processo. Estes fatores evidenciam a incompatibilidade existente entre as limitações humanas e as condições impostas para o trabalho (MENÊZES, 2005).

Portanto, situações de trabalho adequadamente projetadas, compatíveis com as necessidade, capacidades e limitações humanas, levando em consideração os fatores que afetam o desempenho humano, podem criar condições que otimizem o desempenho do trabalhador e minimizem os erros humanos. Essa abordagem permite identificar e reduzir a frequência dos erros humanos.

Segundo Kantowitz (1983) os principais fatores que afetam o desempenho humano podem ser organizados em cinco categorias principais:

- Fatores operacionais: objetivo do sistema, tempo de operação;

- Fatores relacionados ao projeto: layout do sistema, tempo de operação;
- Fatores relacionados com as tarefas: complexidade, tarefas múltiplas e simultâneas, alta carga de trabalho, etc.;
- Fatores pessoais: treinamento, experiência, motivação, capacitação, fadiga, monotonia, ansiedade, medo, sexo, idade, peso, altura;
- Fatores ambientais: temperatura, iluminação, vibração, umidade, etc.

Outros fatores também podem ocasionar erros humanos: Excesso de tarefas cognitivas, manutenção irregular, prioridades conflitantes: Segurança x Produção, comunicação inadequada, procedimentos deficientes, sinalização inadequada, dentre outros fatores.

Desse modo, as falhas humanas são influenciadas pelos fatores individuais, tecnológicos e organizacionais. O primeiro fator corresponde às características cognitivas humana, o segundo fator está relacionado aos diferentes modos de falhas do sistema, subsistemas e componentes. E por fim, o contexto organizacional, que insere o indivíduo nos objetivos da empresa, com comunicação e políticas efetivas (REASON, 1991).

6 Métodos de análise da confiabilidade

Mediante as normas internacionais e as demandas de seguradoras e de órgãos reguladores, as empresas desenvolveram instrumentos de avaliação e diagnóstico de confiabilidade humana, baseadas na quantificação de problemas e erros existentes (SANTOS, 2009).

Existem algumas ferramentas pró-ativas e reativas, desenvolvidas para avaliar e corrigir fatores que desencadeiam erros, tanto na organização do trabalho quanto na realização do trabalho.

6.1 Método HAZOP

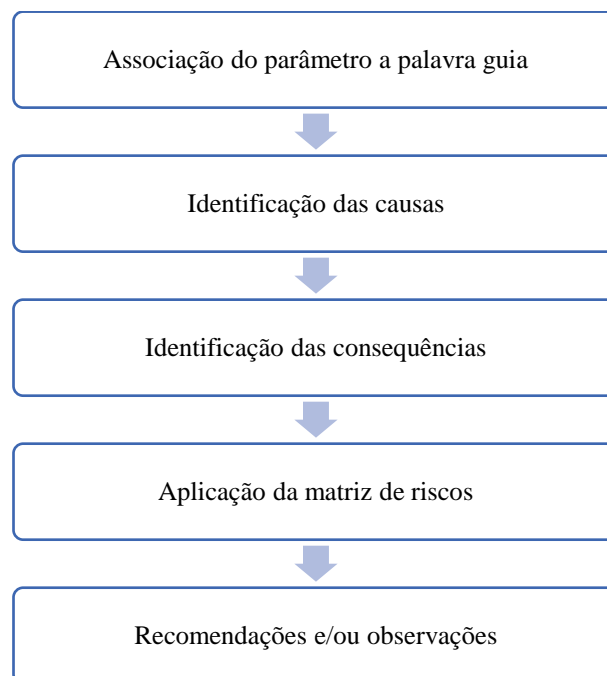
A técnica Hazard and Operability Analysis ou Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) foi utilizada pela primeira vez na década de 60 pela indústria britânica Imperial Chemical Industries, Ltd. A empresa buscava desenvolver um método para analisar perigos no processo a partir das condições básicas de operação, efetuando modificações nos parâmetros e observando as consequências dessas mudanças (NOLAN, 1994).

HAZOP é uma ferramenta de análise de risco que visa identificar os perigos e problemas de operabilidade na instalação de um processo, com um estudo eficiente e completo sobre as variáveis do processo através de uma revisão metódica do projeto da unidade ou mesmo da fábrica como um todo.

Essa ferramenta tem como objetivo principal investigar cada segmento do processo, focando em seus pontos específicos. A finalidade é descobrir todos os possíveis desvios das condições normais de operação, identificando causas e consequências e propondo medidas para solucionar o problema (MARTINS, 2008).

Dessa forma, a abordagem do HAZOP é rever todos os desenhos e/ou procedimentos de processo em uma série de reuniões, durante as quais uma equipe multidisciplinar utiliza um protocolo definido para avaliar metodicamente o significado dos desvios da intenção de projeto. O sucesso do método é devido à metodologia seguir todos os fluxogramas de processo, separando o projeto em seções gerenciáveis, garantindo que todas as partes sejam analisadas. Na Figura 2, é ilustrada a sequência de etapas do desenvolvimento do HAZOP.

Figura 2 – Sequência e desenvolvimento para o desenvolvimento do HAZOP



Fonte: Adaptado SELLA, 2014

A execução do método consiste em utilizar palavras-guias combinadas a parâmetros de processos com o intuito de encontrar possíveis desvios das intenções de projeto ou de operabilidade. Após determinar os desvios, o grupo analisa as possíveis causas e consequências. Para cada par de causa-consequência, devem ser identificadas recomendações. é imprescindível que toda a equipe (equipe multidisciplinar, formada por membros que tenham experiência e conhecimento para responder às questões levantadas sobre a unidade) esteja participando do projeto, recomenda-se reuniões com no máximo três horas de duração e frequência de duas ou três vezes por semana (SELLA, 2014).

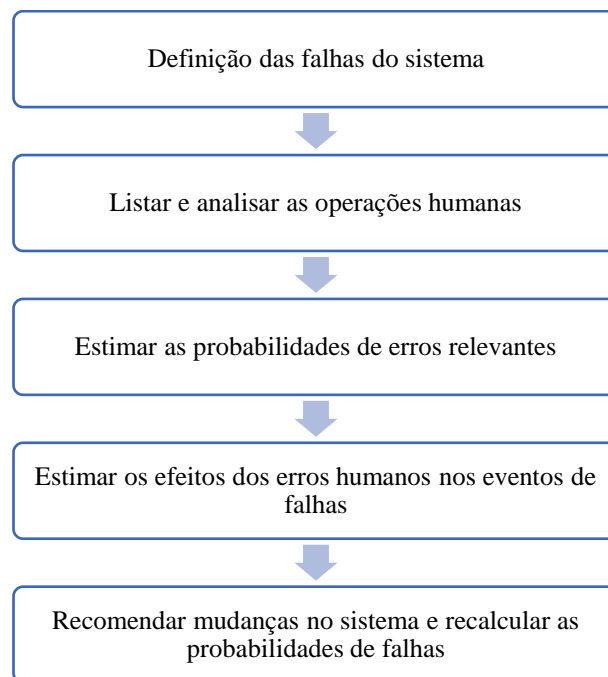
6.2 Método THERP

Technique of Human Error Rate Prediction ou Técnica de Previsão de Taxa de Erro Humano (THERP), é a técnica mais utilizada, sendo um método para prever a probabilidade de erro humano e avaliar a degradação do sistema homem-máquina provável de ser causado somente por erro humano, ou em conexão com funcionamento de equipamentos, procedimentos e práticas operacionais, ou outros sistemas e características humanas que influenciam o comportamento do sistema.

A THERP usa fatores de desempenho para fazer julgamentos sobre situações particulares, em alguns momentos, pode ser difícil acomodar todos os fatores que são considerados importantes.

Sua aplicação envolve os seguintes estágios:

Figura 3 – Sequência e desenvolvimento para o desenvolvimento do THERP



Fonte: Autorial Própria (2017)

Esse método não faz nenhum pressuposto sobre a dependência ou a independência dos comportamentos pessoais.

6.3 Método ATHEANA

O método ATHEANA foi desenvolvido para reduzir as limitações das atuais metodologias de Análise da Confiabilidade Humana, através de um processo estruturado de investigação de eventos de falha humana e atos inseguros, tomando como base os Erro

Induzidos pelo Contexto operacional (EIC), erros de comissão e dependências, principalmente os de interações homem-máquina, em resposta às condições de acidentes (MENEZES, 2005).

ATHEANA integra conceitos de psicologia, engenharia, fatores humanos e análise probabilísticas de erros, permitindo a quantificação dos impactos das diversas áreas. A vantagem desse método é apontar quais as áreas de maior influência dentro de cada contexto operacional.

O método inicia identificando os possíveis Eventos Humanos Falhos (EHF), esses termos são caracterizados em termos de ações inseguras (erros, lapso e enganos). Nessa etapa são considerados os Erros Provenientes do Contexto (EPC) no sistema, os quais são definidos pela combinação de efeitos e das condições que provocam erros humanos. Dessa forma, sendo possível analisar e melhorar as condições da interação entre homem-máquina.

Embora a ATHEANA reconheça vários desenvolvimentos recentes na psicologia cognitiva e na engenharia cognitiva, esta técnica não vai muito longe em termos de esquema de classificação.

6.4 Método TRIPOD DELTA

Esse método é utilizado para atender metas de segurança, criado com base em uma medição regular visando uma medição seletiva de falhas gerais (GFTs). O TRIPOD DELTA é uma abordagem que visa atacar problemas de segurança subjacentes com referência especial ao problema do erro humano, podendo estar relacionada a níveis individuais ou organizacionais.

A filosofia do modelo está baseada no fato de que atos inseguros e acidentes com e sem afastamento nascem da união de dois componentes: GFTs e evento local iniciador. Como somente os GFTs ou as condições latentes associadas, com processos organizacionais específicos, podem ser antecipados e corrigidos antes da ocorrência de acidentes, a eficácia da gestão de segurança está no monitoramento e no controle dos GFTs.

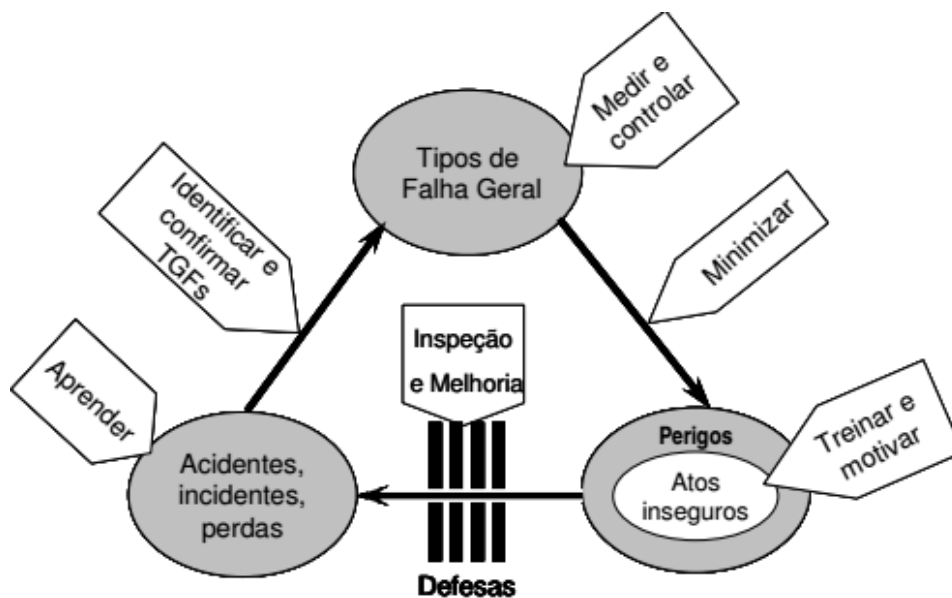
O TRIPOD tem como conceito central o de falha latente, a causa potencial de futuros acidentes, essa ferramenta é desenvolvida para ajudar a identificar problemas antes das falhas latentes tornem-se falhas ativas, para isso é usado uma lista de verificação, com abordagem sugerida de um diagnóstico estruturado que conduz a ações corretivas definidas.

A lista de verificação é constituída por uma série de perguntas e de indicadores, onde o indicador aponta o que poderia ou deve melhorar. Um indicador nem sempre é um item de melhoria, pode ser também a indicação de que algo não esteja funcionando corretamente e devem auxiliar a tomada de decisões imediatas. Como o Tripod-DELTA está voltado para erros latentes desconhecidos, a abordagem não é ter apenas uma lista de perguntas, mas ter um

número de cada tipo geral de falhas. Essa técnica estatística permite aumentar a chance de perguntas sensíveis a problemas inesperados.

A Figura 4 sintetiza os principais elementos da teoria Tripod. Os vértices inferiores do triângulo mostram a ocorrência de atos inseguros em presença de perigo, ocasionando quebra das barreiras de segurança com resultado indesejado (acidentes, incidentes, perdas). A esta abordagem tradicional o modelo Tripod-Delta introduziu a terceira e mais importante dimensão: Os GFTs, que estão representados no vértice superior do triângulo, e estão associados a condições latentes recorrentes, associadas com eventos passados, que por sua vez criam pré-condições que promovem atos inseguros.

Figura 4 – Vértices do Tripod-Delta: TGFs, atos inseguros, resultados negativos.



Fonte: adaptado de Reason (2006)

7 Conclusão

Uma demanda atual e crescente é a necessidade de aperfeiçoar sistemas de produção, desse contexto o desenvolvimento tecnológico e humano se constituem como fundamentais para elevar o nível de segurança e a confiabilidade das operações, justificando-se assim estudos para identificação e minimização dos erros humanos que interferem no desempenho operacional.

O presente estudo abordou a definição e classificação dos tipos de erros humanos, além dos fatores que afetam o desempenho. Visto que os estudos de confiabilidade humana ainda estão em desenvolvimento, sendo uma área recente, mas crescente devido a necessidade prática

de entender como o erro humano pode se manifestar, como pode ser explicado e como pode ser previsto.

Em geral, inicia-se com a avaliação dos efeitos e depois procura-se identificar as causas, para antecipar prováveis erros ou compreender os erros presentes em cada tipo de produção, ambiente ou outras variáveis. Foram sugeridos quatro métodos para o estudo do erro humano, sendo o THERP o mais comum deles, porém é preciso ter clareza na escolha do método utilizado, e de um planejamento a ser elaborado antes da escolha de um deles, pois, cada um é melhor em sua respectiva área, devendo ser aplicado de acordo com sua necessidade específica. Logo, a utilização das ferramentas e técnicas de confiabilidade humana contribui para a melhoria do desempenho do trabalhador e colabora para melhoria do aumento de disponibilidade, confiabilidade, redução de custos e sucesso operacional das empresas.

A padronização de procedimentos e métodos de trabalho deve ser utilizada como uma ação preventiva diante da subjetividade e variabilidade das tarefas, como um complemento aos métodos já citados, mas a percepção e escolha do indivíduo no trabalho são elementos importantes para a solução de problemas que venham a provocar falhas de sistema, mesmo porque a própria padronização já contém o fator humano em sua elaboração. O conhecimento e a percepção dos riscos proporcionam aos colaboradores a possibilidade de redução dos erros e das falhas, e oferecem às organizações elementos suficientes para a melhoria da confiança nos seus atos durante a execução das atividades.

Referências Bibliográficas

DEKKER, S. The field guide to human error investigations. London: Ashgate, 2002.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009

GUIMARAES, L. B. M.; COSTELLA, M. P. Segurança no trabalho: acidentes, cargas e custos humanos. **Ergonomia de Processo**. V. 2, 4ª ed. Porto Alegre: PPGEP/ UFRGS, 2004.

KANTOWITZ, B.H.; SORKIN, R.D. **Human Factors: understanding people-system relationship**. New York: Wiley, 1983, p. 699.

MARTINS, M. P. S. Estudo de fatores humanos e observação dos seus aspectos básicos, focados em operadores do reator de pesquisa IEA-R1, objetivando a prevenção de acidentes ocasionados por falhas humanas, 2008.

MENÊZES, R. C. S. Uma metodologia para avaliação da confiabilidade humana em atividades de substituição de cadeias de isoladores em linhas de transmissão, 2005.

NETO, Manuel Pereira do Nascimento. Proposição de uma sistemática para avaliação de confiabilidade humana em mina a céu aberto, 2014.

REASON, J. **Human Error**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

SANTOS, Venétia. Confiabilidade humana e projeto ergonômico de centros e controle de processo de alto risco. Rio de Janeiro, Synergia: IBP, 2009.

VIDAL, Mario Cesar. **Ergonomia cognitiva: Raciocínio no trabalho** – Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2008. Pag. 109

SIQUEIRA, I. **Patriota de Manutenção Centrada na Confiabilidade: manual de implementação**; 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ, Qualitymark, 2005

NORMAS BRASILEIRAS REGULAMENTADAS (NBR) - N. 5462, **Confiabilidade e Manutenibilidade. Terminologia**, ABNT, SP 1994.

FOGLIATTO, F.S & RIBEIRO, J.L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Elsevier, 2009.

SILVA, J. A. P. MENEGON, N. L. CARVALHO, M.M. Confiabilidade Humana: Revisão de literatura na perspectiva da ergonomia, 2009.

SELLA, B. C. Comparativo entre as técnicas de análise de riscos APR E HAZOP, 2014.

NOLAN, Dennis P. Application of HAZOP and What- If safety reviews to the petroleum, petrochemical & chemical industries. New Jersey, U.S.A: Noyes Publications, 1994.