



CONFIABILIDADE HUMANA : A UTILIZAÇÃO DOS FATORES DE DESEMPENHO (*PSF – PERFORMANCE SHAPING FACTORS*) NA REDUÇÃO DE ERROS HUMANOS: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO INDUSTRIAL

Vanessa Conceição do Nascimento, Marinilda Lima Souza

Faculdade de Tecnologia e Ciências – Senai Cimatec

E-mails: nessa.wann@gmail.com, marinilda.lima@fieb.org.br

RESUMO

O presente artigo apresenta a análise de um acidente de trabalho que ocorreu em um complexo industrial, mostrando a importância da Confiabilidade Humana nas tarefas a serem realizadas na área da manutenção industrial. A análise foi baseada na norma API-770, onde através dos fatores de desempenho foram identificadas ações para reduzir a ocorrência de novos acidentes. O resultado dessa análise mostra a necessidade da empresa promover um melhor conhecimento e análise dos riscos envolvidos nas tarefas dos funcionários, bem como realizar treinamentos em ferramentas de análise de riscos e em programas que venham a aumentar a conscientização na realização das atividades e nas tomadas de decisão.

Palavras chaves: Acidente, confiabilidade humana, manutenção industrial, fatores de desempenho, análise de riscos.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço dos sistemas tecnológicos nas indústrias, onde ocorreram mudanças em sistemas, equipamentos e ferramentas, o comportamento humano passou a ser analisado de forma mais detalhada, com o objetivo de reduzir o erro humano, pois o trabalhador é uma peça importante do processo industrial. O homem por possuir características únicas, se adaptou a tais mudanças, porém continua a cometer erros, os quais deverão cada vez mais ser reduzidos e gerenciados. Com isso, surgiu a confiabilidade humana, a qual tem como objetivo permitir às organizações a redução do número de falhas humanas em processos, através da análise da confiabilidade. Onde se faz necessário a revisão em procedimentos, em processos e análise dos riscos envolvidos nas tarefas, com o objetivo de modelar o desempenho humano para realizações de tarefas diante das condições ambientais, operacionais, bem como suas ações para o desenvolvimento do sistema.

A API-770 (A Management Guide to Reduce Human Errors 2001) apresenta um guia de Gerenciamento para Redução de Erros Humanos, ou seja, mostra técnicas que permitem uma melhor compreensão das causas básicas dos erros humanos e sugere maneiras de reduzir estes erros, ela estabelece como solução para aumento do desempenho humano nas tarefas de manutenção, o uso de check list e procedimentos



bem desenhados em substituição aos tradicionais modelos narrativos. Ou seja, a melhoria dos procedimentos é uma das principais ações para aumento da confiabilidade humana.

Este trabalho utiliza como referência as três classes de fatores que são apresentados na norma API-770, avaliando a contribuição dos fatores de desempenho sobre acidentes de trabalho ocorridos em uma indústria. Para tanto, são apresentados alguns conceitos.

A Norma Referência de Confiabilidade Humana – API-770 define erro humano e fatores humanos como:

Erro humano – Ação humana ou falta dela, que extrapole um limite de aceitação (tolerância), onde esses limites de desempenho humano são pré-definidos pelo sistema, com o qual o ser humano interage (¹D.K. Lorenzo).

Fatores humanos – Voltados para o projeto de máquinas, ambientes de trabalho e operações, de maneira que estejam sempre de acordo com as necessidades, capacidades e limitações humanas (¹D.K. Lorenzo).

Erros – O erro é muito mais consequência do que causa e suas origens estariam em condições latentes causadas por fatores organizacionais, gerenciais e por falhas ativas, escondidas no sistema. Os erros representam as atividades mentais ou físicas dos indivíduos que falham em alcançar o objetivo pretendido, e são modelados por circunstâncias das tarefas, equipamentos, ferramentas e pelo ambiente de trabalho.

Deslizes – Ocorrem durante a execução de uma tarefa rotineira, quando uma ação não é planejada ou pretendida.

Violação – São desvios que ocorrem intencionalmente quando não se executa as ações de procedimentos, padrões e regras de segurança operacional, tomando atalhos para poupar tempo e esforço, para aumentar a produtividade ou melhorar o resultado. Ocorrem de forma menos frequentes do que os erros e ainda assim produzem acidentes fatais (²Correa).

O objetivo deste artigo é analisar um acidente de trabalho que ocorreu em uma empresa que atua nas áreas de manutenção elétrica, mecânica, automação e limpeza técnica no complexo industrial, bem como, mostrar a importância da Confiabilidade Humana nas tarefas a serem realizadas na área da manutenção industrial. No caso do acidente em questão, se os envolvidos no processo estivessem feito uma análise de risco correta do local onde estava sendo realizada a tarefa, um acidente de trabalho teria sido evitado, com isso, se destaca o impacto da falha humana, quer seja do operador, do mecânico como também da organização, na ocorrência de acidentes.

2. METODOLOGIA

Segundo (³ Souza), fatores de Desempenho (*PSF – Performance Shaping Factors*) são todos os fatores que de alguma forma afetam a confiabilidade humana e contribuem para a probabilidade de o homem errar.

Os fatores de desempenho podem ser divididos em três classes:

- Fatores internos, que agem dentro do indivíduo;
- Fatores externos, que atuam sobre o indivíduo;
- Fatores geradores de Stress – Fadiga (Estressores).

- **Fatores de Desempenho INTERNOS:**

Na tabela 1 retirada da norma API 770, algumas características de fatores de desempenho internos, que são representadas pelas habilidades individuais, experiências e atitudes que um trabalhador pode contribuir para o desenvolvimento de qualquer atividade. Já algumas outras características como, por exemplo, a formação ou até mesmo perturbações emocionais podem ser tratadas pela empresa (¹ D.K. Lorenzo).

FATORES DE DESEMPENHO INTERNO QUE AGEM DENTRO DO INDIVÍDUO
Treinamento/Habilidade
Prática/Experiência
Conhecimento de Padrões de Desempenho Necessário
Stress (Tensão Mental ou Física)
Inteligência
Motivação/Atitude para o Trabalho
Personalidade
Estado Emocional
Sexo
Condição Física/Saúde
Influências da Família e de Outras Pessoas ou Agências Externas
Identificações com Grupos
Cultura

[Tabela 1- Fatores Internos, baseados na Tabela 2 da norma API-770]

- **Fatores de Desempenho EXTERNOS:**

Na tabela 2 estão listados os fatores externos que influenciam o ambiente onde as atividades são realizadas. Os fatores externos são subdivididos em dois grupos: as características situacionais e características processuais de tarefas e equipamentos. As características situacionais incluem fatores de desempenho externos gerais que afetam os mais diversos trabalhos em uma empresa. Já as características processuais se referem a atividades mais específicas dentro do trabalho, como por exemplo, instruções de trabalho (IT), lição de ponto único (LPU) (¹ D.K. Lorenzo).

FATORES DE DESEMPENHO EXTERNOS QUE ATUAM SOBRE O INDIVÍDUO	
CARACTERÍSTICAS SITUACIONAIS	TAREFA, EQUIPAMENTOS E CARACTERÍSTICAS DE PROCEDIMENTO
Características de Arquitetura	Procedimentos (Escritos ou Não Escritos)
Ambiente	Comunicações Escritas ou Orais
(Temperatura, Umidade, Qualidade do Ar,	Cuidados e Advertências
Iluminação, Ruído, Vibração, Limpeza Geral, etc)	Métodos de Trabalho/Práticas de Oficina
Horas de Trabalho/Intervalos de Trabalho	Estrutura de Equipe e Comunicação
Rodízio de Turnos	Necessidades de Percepção
Disponibilidade/Adequação de Equipamentos	Necessidades de Antecipação
Especiais, Instrumentos e Insumos)	Interpretação e Tomada de Decisões
Níveis de Pessoal	Complexidade (Carga de Informações)
Estrutura Organizacional	Carga de Memória de Curto e Longo Prazo
(Autoridades, Responsabilidade, Canais de	Necessidades de Cálculo
Comunicação, etc)	Fatores de Interface de Hardware
Ações desenvolvidas por Supervisores, Colegas,	(Projeto do equipamento de Controle,
Representantes de Sindicatos, e Pessoal de	Equipamento de Teste, Auxílios ao Trabalho,
Regulamentação	Instrumentos, Objetos, etc)
Políticas da Planta	Capacidade de Crítica de Tarefa
	Frequência/Repetitividade

[Tabela 2 - Fatores Externos, baseados na Tabela 3 da norma API-770]

- **Geradores de Stress – Fadiga**

As incompatibilidades entre os fatores de desempenho internos e externos resultam em estresse que degrada a desempenho do trabalhador. Na tabela 3 são listados os estressores psicológicos e fisiológicos (¹ D.K. Lorenzo).

FATORES DE DESEMPENHO GERADORES DE STRESS – FADIGA (ESTRESSORES)	
FATORES DE STRESS PSICOLÓGICOS	FATORES DE STRESS FISIOLÓGICOS
Início Inesperado	Longa Duração do Stress
Alta Velocidade da Tarefa	Fadiga
Carga Pesada da Tarefa	Dor ou Desconforto
Alto Risco de Exposição	Fome ou Sede
Ameaças (de Falha, de Perda do Emprego, etc)	Extremos de Temperatura
Trabalho Monótono, Degradante ou Sem Sentido	Radiação
Períodos de Vigilância Longos, sem Acontecimentos	Deficiência de Oxigênio
Motivos Conflitantes sobre o Desempenho no Trabalho	Exposição Química
Reforço Negativo	Vibração
Privações de Sensibilidade	Constrição de Movimento
Distrações (Ruído, Clarão, Movimento, etc)	Repetição de Movimentos
Sugestões Inconsistentes	Falta de Exercício Físico
Falta de Recompensas, Reconhecimento e Benefícios	Interrupção do Ritmo Circadiano

[Tabela 3 – Fatores geradores de Stress, baseados na Tabela 4 da norma API-770]

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa atua na área de manutenção elétrica, mecânica, automação e limpeza técnica, dentro de um complexo industrial, onde se responsabiliza por toda parte de manutenção. O acidente com afastamento ocorreu em uma das linhas de produção, envolvendo um funcionário da área de mecânica e um equipamento com defeito (Quebra).

Na empresa onde ocorreu o acidente existe um documento chamado “desvio de processos”, que deve ser utilizado a cada desvio ocorrido durante o processo de produção. Seu preenchimento deverá conter dados importantes como data, hora, situação do desvio, riscos envolvidos e ações para a eliminação do desvio e posterior aprovação do coordenador. Medidas disciplinares são aplicadas caso o procedimento não seja seguido, pois alguns dos valores de segurança da empresa são “integridade física não se compromete” e “zero tolerância para toda e qualquer circunstância que envolva a integridade da planta ou do indivíduo”.

Nas linhas de produção existe um equipamento chamado “Carro Transportador de Ferramentas” (*Die Car*), utilizado para substituição de ferramentas (molde das peças) durante troca de produção. O mesmo estava com a esteira porta mangueiras danificada, sendo necessário o acompanhamento do mecânico de manutenção durante a operação, já que, segundo a supervisão de manutenção, não havia peça de reposição para a substituição da esteira e liberação do carro transportador nas condições normais de operação.



Conforme procedimento exigido pela empresa e por se tratar de uma situação anormal do equipamento, havia sido preenchido o formulário de desvio de processo e entregue à coordenação do turno para conhecimento e assinatura.

Depois de dez dias de operação do equipamento citado em condições anormais, o mecânico, como de costume, acompanhava a movimentação do carro de ferramentas guiando as mangueiras de acionamento dos cilindros das garras do (*Push pull*), durante a troca de produção. Onde, por um descuido ou falta de atenção dele e dos demais envolvidos na operação, teve o pé preso entre a base da ferramenta (parte móvel) e o trilho guia (parte fixa) do carrinho de ferramentas, ocasionando uma fratura no pé direito e o afastamento das suas atividades por um período de 60 dias.

• 4. A PROPOSTA DE MELHORIA

Após análise da situação foram destacados alguns eventos “gatilhos” que contribuíram para a falha, são eles:

1. A organização mesmo sendo informada através de documento, “desvio de processos”, que o equipamento estava fora do padrão normal de operação devido à esteira porta estar danificada, não realizou a compra da peça de reposição para a substituição da esteira;
2. O mecânico não seguiu as regras de segurança, posicionando-se em local inapropriado durante a operação;
3. O operador não atentou para a localização inadequada do mecânico, sendo assim deu continuidade a operação;
4. O equipamento que não possui um sistema de segurança (sensor), que efetue o travamento do mesmo caso seja identificado que foi ultrapassado o limite de aproximação da máquina;
5. A área de Segurança do Trabalho não acompanhou em nenhum momento a alteração de procedimento de funcionamento da máquina, no intuito de orientar e prevenir possíveis situações de risco visto à necessidade de intervenção humana num processo automatizado.

No presente estudo foram considerados alguns fatores de desempenho, destacamos os internos como: treinamento, habilidade, prática, experiência, conhecimento de padrões exigidos, stress (tensão mental ou física), os externos como: ferramentas e suprimentos, ações por parte dos supervisores e colegas de trabalho, procedimentos escritos e não escritos, métodos de trabalho, requisitos antecipatórios da tarefa, quanto aos fatores geradores de stress e fadiga consideramos o alto risco da atividade, limitação sensorial e restrição a movimentação.

Com base nos fatores acima mencionados, constantes na norma API 770, foram propostas algumas ações de melhoria para a situação:

- Revisão dos procedimentos de *check-list* do equipamento, a fim de destacar e/ou incluir tarefas que visem à garantia de segurança do operador durante o funcionamento do equipamento;
- Os *check-lists* e procedimentos deverão usar fontes visuais, a fim de aumentar o desempenho humano nas tarefas de manutenção, bem como a Confiabilidade humana de todo o processo, (⁴Figueiroa);

- Realizar treinamento dos funcionários quanto à correta utilização dos procedimentos de *check-list*, tendo em vista que na situação observada o operador não o fez corretamente;
- Melhoria nos procedimentos voltados a área de manutenção, onde o mecânico só poderá proceder à manutenção no equipamento quando o mesmo não estiver pondo a sua segurança em risco;
- Estabelecer na empresa uma política de conscientização e cultura em confiabilidade humana, onde serão priorizados os aspectos de prevenção aos eventos que gerem potenciais riscos ao processo;
- Revisão da norma que define o tratamento de desvios de acordo com o impacto provocado pela parada do equipamento, utilizando-se de métodos que avaliem o risco de utilização de “paliativas” para o retorno da máquina à operação;
- Uso de sinalizações que definam os limites de aproximação das máquinas.

5. CONCLUSÃO

Através da análise dos fatores de desempenho foi possível identificar ações para reduzir a ocorrência de novos acidentes na empresa.

O resultado deste estudo demonstra a necessidade da empresa em promover um maior conhecimento e análise dos riscos associados às atividades e aos processos. Faz-se necessário treinar os funcionários, desde os operacionais aos de gerência e direção, em ferramentas de análise de riscos e em programas que venham a aumentar a conscientização na realização das atividades e nas tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS

¹D.K. Lorenzo, P.E., **API 770** – A Management Guide to Reduce Human Errors – Improving Human Performance in Process Industries. American Institute Petroleum API Publication 770, Março, 2001.

²Correa, C.R.P., Cardoso, M.M.J., Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais, *Produção*, V.17, n.1, p. 186-198, 2007.

³Souza, F.P.S., Firmino, P.R.A., Drouguett, E.L., A análise da confiabilidade humana: Uma revisão comentada da literatura, XLIISBPO.

⁴Figueiroa, C.L.S., Souza, L.S., Confiabilidade humana: A importância da gestão visual nos procedimentos de manutenção, *Enegep* – XXXI Encontro Nacional de engenharia de Produção, 2011.

ANEXOS

- **SIMULADO DO ACIDENTE:**

ÁREA: Estamparia	LOCAL: Linha 03
LESÃO/ DANO: Pessoal	DATA: 14/08/2013
CLASSIFICAÇÃO: LTC (Fratura pé direito)	DIAS PERDIDOS: 60 dias

1. Descrição:

Relata que durante *die set* da linha (troca de ferramenta no interior da linha) o colaborador posicionava mangueiras hidráulicas do *push pull* do carro transportador de ferramentas (*die car*) manualmente, não percebendo a aproximação da base móvel, vindo a prensar seu pé direito entre a base e a estrutura fixa do *die car*.

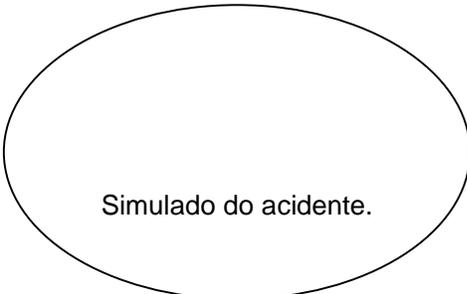
2. Ações imediatas:

1. Paralisação da atividade;
2. Retirado colaborador de dentro da célula;
3. Substituição da Esteira de proteção das mangueiras hidráulicas;
4. Realizado *Safety Stand Down* com os Times de Trabalho em todos os turnos.

3. Causas:

3.1 Condição:

- Operação do equipamento fora de padrões aceitáveis, esteira porta cabos danificada com as mangueiras hidráulicas expostas.



Simulado do acidente.



3.2 Comportamento:

- Negligência aos procedimentos do sistema de manutenção e de segurança. (*Check-list* do *Die Car* apontando todos os itens como “OK” e falta de percepção de risco);
- Falta de percepção de risco tanto do mantenedor como do operador de produção, apesar da baixa velocidade de operação do *Die Car* (0,07 m/s).

4. Ações Corretivas Permanentes:

- Eliminação imediata de condição insegura do equipamento por meio da execução de procedimento de manutenção corretiva (substituição da Esteira).

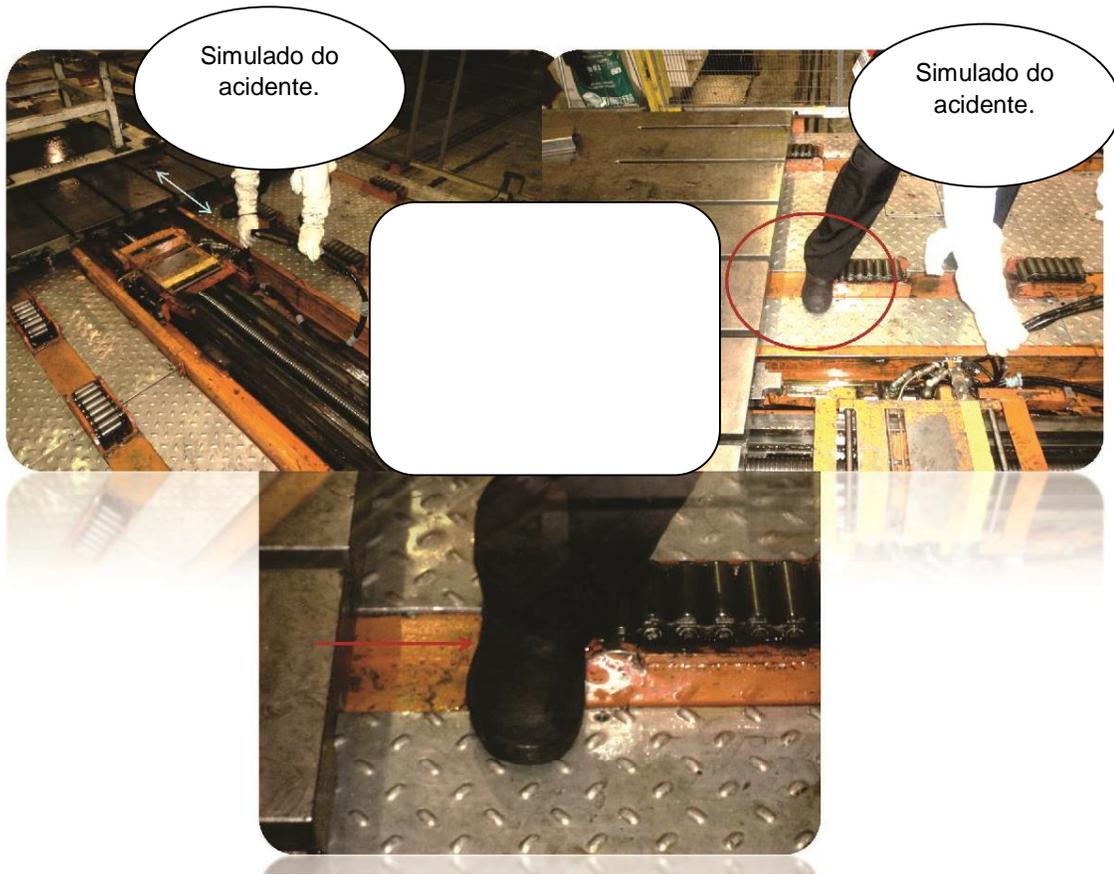
5. Elemento do Programa Afetado:

- Regras e Procedimentos.

6. Procedimento de Trabalho Revisado:

- *Checklist* do equipamento.

7. SIMULAÇÃO DO OCORRIDO:





Esteira Porta Mangueira substituída imediatamente após o acidente.