

# Com mais eficiência

*Empresas devem investir na engenharia de fatores humanos para diminuição dos erros*

A engenharia de fatores humanos não é uma ciência exata, mas uma disciplina que aborda a compreensão da interação entre o ser humano e os diversos elementos de um sistema, de forma que o usuário tenha menos chance de cometer erros que possam resultar em um incidente e/ou acidente.

Há alguns termos similares à engenharia de fatores humanos, tais como ergonomia, fatores humanos e engenharia humana, provocando certa confusão na delimitação clara das fronteiras entre eles.

Adotamos o conceito de alguns especialistas, para os quais a ergonomia enfatiza os aspectos fisiológicos e biomecânicos, e a engenharia de fatores humanos, por sua vez, reforça os aspectos comportamentais e cognitivos, orientados a projetos que diminuam as chances de erros dos operadores.

Assim, a engenharia de fatores humanos, aborda o projeto de máquinas, operações e ambientes de trabalho, de modo que possam ser compatíveis com as capacidades e limitações humanas, como meio de reduzir erros e de prevenir incidentes.

Partindo do pressuposto que pessoas não podem ser reprojatadas para se adaptarem às máquinas e equipamentos que elas operam, suas ferramentas e seu ambiente de trabalho devem ser projetados para reduzir erros e acidentes.

O propósito da engenharia de fatores

FLAVIA VALSANI



*Este é o quarto artigo de uma série em que se apresenta a estrutura de um programa de gerenciamento de risco desenvolvido mundialmente na indústria mineral. O projeto G-MFRM é produto de uma parceria iniciada pela mineradora multinacional Anglo American, que reconheceu a necessidade de mudar seu desempenho em segurança.*

humanos é aumentar a eficiência, a qualidade, o conforto, a segurança, a saúde e o bem-estar dos trabalhadores reduzindo o estresse e aumentando a motivação. Desta forma assegura-se que os sistemas estejam projetados de modo que essas interações ocorram com harmonia, buscando uma diminuição dos erros humanos que possam gerar incidentes e/ou acidentes.

Sendo a engenharia de fatores humanos importante para as empresas, por que então ela não é sistematicamente usada em todos os projetos para harmonizar a interface homem/máquina? Algumas razões podem ser a falta de conhecimento sobre a sua extensão, a falta de dados acessíveis sobre ela, os conflitos de prioridades, o orgulho profissional do projetista frente ao seu projeto e os custos percebidos e benefícios não percebidos.

**INTERAÇÃO**

A ênfase em mudar os sistemas de trabalho ao invés de mudar as pessoas torna-se um objetivo extremamente desafiador, pelo fato de que potenciais operadores de máquinas e equipamentos variam consideravelmente em tamanho, habilidades físicas e motoras, além de suas limi-

tações naturais. Por essa razão é que a engenharia de fatores humanos se preocupa com diversos aspectos, tais como: acessibilidade a máquinas e equipamentos (facilidade das entradas e saídas); espaço de trabalho (dimensionamento do posto de trabalho e do local de trabalho); postura (diretamente vinculada aos aspectos ergonômicos); visibilidade (ex.: operadores de equipamentos móveis de grande porte); controles, mostradores, *displays* (ex.: painéis de controle); ambiente de trabalho (ex.: ruído, vibração, umidade, etc.); manutenção de máquinas e equipamentos (facilidades de execução do serviço, acessos, etc.).

De acordo com o modelo proposto por David Meister, ilustrado na figura 1, *Modelo de interação de fatores humanos*, a engenharia de fatores humanos considera seis elementos fundamentais que regem a relação homem/máquina. A cor amarela na figura representa a parte “máquina” e a cor verde representa a parte “homem”, buscando-se uma perfeita interação entre eles.

O modelo de Meister visa uma efetiva interface homem/máquina e reforça que os riscos associados a uma má engenharia de fatores humanos podem ser redu-

zidos consideravelmente por meio de uma implantação já no início do ciclo de vida de um processo. Dessa maneira, as preocupações com os projetos ganham cada vez mais destaque, pois quanto antes forem pensados e avaliados, mais se atuará na prevenção.

Incorporar a engenharia de fatores humanos no projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e/ou processos, em todo o seu ciclo de vida, é colocar em prática a chamada “segurança em projetos”, que elimina as condições perigosas na origem sempre que possível. No projeto de equipamentos, existe uma distinção frequente entre segurança primária (prevenção de incidentes e/ou acidentes), segurança secundária (proteção das pessoas em casos de incidentes, procurando evitar danos pessoais) e segurança terciária (recuperação e assistência dada após a ocorrência de um incidente e/ou acidente). Portanto, a “segurança em projetos”, embora considere esses três níveis (primário, secundário e terciário), deve focar principalmente na prevenção.

**LIMITAÇÕES**

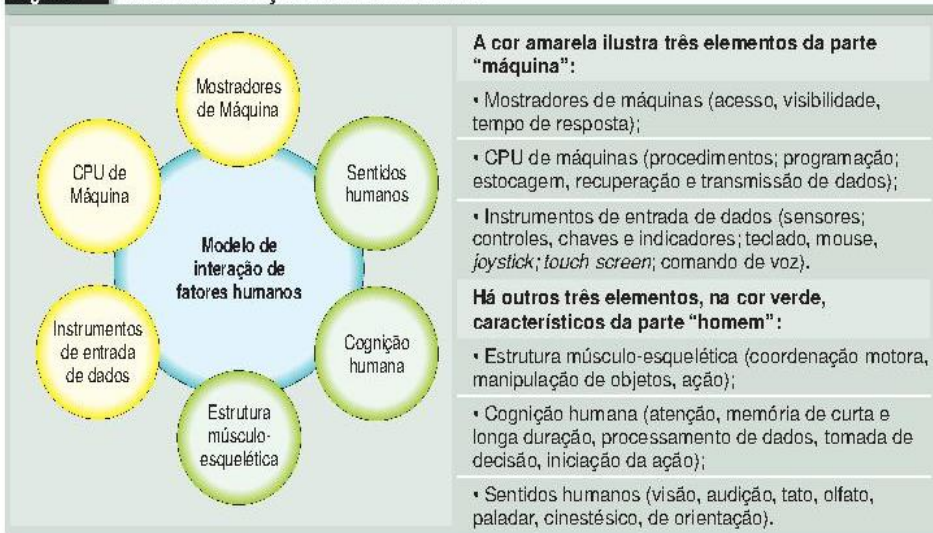
O projeto de salas de controle, plantas e equipamentos pode ter um impacto sig-

nificativo no desempenho humano. Projetar tarefas, equipamentos e postos de trabalho para que estejam adaptados aos seus usuários pode reduzir os erros humanos e, conseqüentemente, incidentes e/ou acidentes, além dos benefícios associados à produtividade e conservação dos ativos.

Uma das possíveis barreiras em relação a essas considerações é que a maioria dos projetistas ainda vê a engenharia de fatores humanos como sendo menos significativa do que os próprios desafios técnicos do projeto como, por exemplo, a confiabilidade de um equipamento. Além disso, existe uma tendência em sistematicamente não se considerar as características da engenharia de fatores humanos no processo de ciclo de vida.

No entanto, pensar apenas nos desafios técnicos pode levar a um esquecimento de itens simples, como por exemplo, os acessos, que quando deficitários podem resultar em danos músculo-esqueléticos devido às posturas inadequadas, bem como em um aumento da probabilidade de escorregões e quedas durante a entrada e/ou saída da máquina ou equipamento. Além disso, acessos e saídas também requerem considerações sobre a altura do

**Figura 1** Modelo de interação de fatores humanos



degrau e das distâncias, considerando as variações físicas dos operadores (peso, altura, comprimento dos membros superiores e inferiores, etc.).

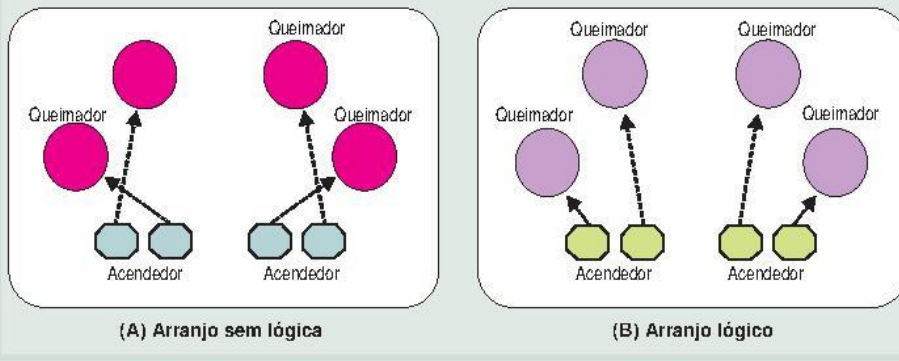
Embora os seres humanos sejam extremamente flexíveis e estejam frequentemente aptos a enfrentar condições de trabalho adversas, existe um preço a ser pago em termos de Segurança e Saúde Ocupacional, quando se insiste em ir além das limitações humanas. No box *Atenção projetistas!*, estão algumas recomendações a

serem levadas em conta pelos projetistas.

**VEÍCULOS**

Levando em consideração que as preocupações com a engenharia de fatores humanos são extremamente relevantes desde as fases iniciais de projeto, empresas de mineração de todo o mundo têm se deparado com a necessidade de garantir que as chamadas “máquinas de movimentação de terra” (veículos de grande porte que circulam fora de estrada) se-

Figura 2 Exemplos de controle



jam projetadas para serem operadas e mantidas sob controle, de forma a não causar danos às pessoas.

De 2004 a 2006, algumas empresas multinacionais de mineração iniciaram uma discussão para desenvolver uma abordagem conjunta a fim de melhorar a engenharia de fatores humanos dessas máquinas de grande porte. Um objetivo comum com os seus fabricantes foi estabelecido: definir o problema ao invés de estabelecer a solução. Essa iniciativa resultou em um grupo formado por diversas empresas, chamado de EMESRT (*Earth Moving Equipment Safety Round Table - Mesa Redonda de Segurança sobre Máquinas de Movimentação de Terra*).

O propósito foi estabelecer uma interação entre os fabricantes de máquinas e as empresas de mineração usuárias dessas máquinas. Por intermédio dessa união, o grupo definiu a operação e a manutenção como os principais desafios de projeto, inserindo esforços para gerenciar riscos nesse sentido. Uma das melhorias que surgiu dessas discussões foi em relação à visibilidade. O tamanho dos veículos frequentemente conduz a uma visibilidade restrita, com a necessidade de adoção de posturas desconfortáveis por parte do operador. Isso aumenta a probabilidade de colisões com outras máquinas ou pessoas. Algumas medidas de melhoria já implementadas para lidar com esta visibilidade restrita foram as câmeras de vídeo e os sistemas de detecção de proximidade.

**CONTROLES**

Outro aspecto que também faz parte da engenharia de fatores humanos é a questão dos controles, seu *layout* e *displays*, que podem influenciar na segurança de um sistema. Alguns dos problemas típicos incluem os botões que podem ser inad-

vertidamente ligados ou desligados; o *layout* do painel de controle que pode ser confuso e difícil de entender; os *displays* que obrigam o operador a se curvar ou a adotar posturas desconfortáveis para lê-los e entendê-los; os *displays* críticos que não estão instalados dentro do campo de visão do operador; os botões de parada de emergência que são de difícil acesso.

Se um operador faz uma leitura incorreta de um *display* projetado inadequadamente e fora de uma sequência lógica, acionando um controle errado ou acionando o controle certo, porém, no sentido contrário, a segurança pode ser afetada.

**Box Atenção projetistas!**

Algumas das limitações humanas a serem levadas em conta pelos projetistas são:

- **Órgãos sensoriais (receptores):** visão, audição, olfato, etc. No caso da visão, o operador deveria ser capaz de ler facilmente os controles, instrumentos e *displays* para prevenir uma provável leitura incorreta e até mesmo a fadiga;
- **Interpretação:** as informações recebidas devem ser organizadas de forma que o sistema de processamento humano possa facilmente entender algo;
- **Postura:** Todos os sistemas e processos de trabalho deveriam ser projetados para permitir posturas confortáveis que diminuam as chances de estresse físico;
- **Layout:** A distribuição dos espaços das áreas de trabalho deveria permitir uma movimentação adequada entre as posições de operação, acesso e saídas de segurança e comunicação visual e oral com demais colegas;
- **Conforto:** Fatores ambientais, particularmente iluminação, ventilação e umidade relativa, deveriam ser oferecidas para o máximo conforto do operador;
- **Fadiga:** Projetos deveriam levar em consideração a fadiga dos operadores e a probabilidade de que cometam erros;
- **Estresse:** Esse desconforto pode ser físico (resultante de ruído, vibração ou temperaturas extremas) ou psicológico (resultante de prazos não factíveis e outras pressões de trabalho).

Em casos como esses muitos relatórios de acidente classificariam o ocorrido como “ato inseguro” quando na verdade tem-se um erro de projeto que induziu a um erro humano. Nesse cenário, treinar novamente esse operador não ajudaria a prevenir recorrências, pois se deveria colocar mais atenção e foco em projetos à prova de erros humanos do tipo deslizes/lapsos, conforme já visto em artigo anterior.

As figuras ao lado ilustram a importância de controles bem projetados, de maneira que seus indicadores e *displays* reduzam significativamente as chances de que o operador cometa um erro.

Na figura 2, *Exemplos de controle*, há um arranjo sem lógica (A) dos botões acendedores que acionam os queimadores de um fogão industrial. Na sequência temos o que seria um arranjo mais lógico (B). Relativo a esse exemplo, um caso famoso foi o da usina nuclear de *Three Mile Island*, com vários painéis de controle apresentando deficiências similares.

Outro exemplo é levar em conta a forma com que a maioria das pessoas de uma determinada cultura espera que as coisas funcionem. Nos Estados Unidos, por exemplo, os interruptores de luz são posicionados para cima para acender as lâmpadas; já no Reino Unido, para acender uma lâmpada, o interruptor deve ser posicionado para baixo. Outro aspecto que varia conforme o local é a luz que indica se uma bomba está funcionando ou não. Nas plantas químicas dos Estados Unidos, a cor verde indica “ligada” e a cor vermelha indica “desligada”. Já no Japão, nas plantas de geração de energia, luz vermelha significa “ligada” (porque está energizada, indicando condição perigosa), enquanto que luz verde significa “desligada”.

Falhas na aplicação da engenharia de fatores humanos podem trazer sérias consequências para uma organização: o sistema se torna menos eficiente com o tempo, acidentes são mais prováveis e os indivíduos podem sofrer impactos na saúde. Assim, a aplicação dos princípios da engenharia de fatores humanos conduz à melhoria da eficiência e da produtividade, com significativa redução das condições perigosas no local de trabalho. Isso é obtido reduzindo-se as oportunidades para os operadores cometerem erros durante a execução de suas tarefas.

Confira no próximo texto da sequência as ferramentas de análise de risco apresentadas no programa G-MIRM.