



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA EVITAR ACIDENTES DO TRABALHO COM MÁQUINAS OPERATRIZES: UM PROJETO DE INTEGRAÇÃO

Samuel Potma Garcias Gonçalves - potma@creapr.org.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEP- CEFET-PR

Av. Monteiro Lobato, s/n

84016-210 – Ponta Grossa- PR

Miraldo Matuichuk - mmatuich@cefetpr.br

Antonio Augusto de Paula Xavier- augustopx@brturbo.com

Luciano Scandelari - luciano@cefetpr.br

***Resumo:** Este artigo apresenta uma proposta de integração entre a Universidade, a sociedade e o mundo do trabalho. Trata-se do projeto de pesquisa “Promoção de Melhorias nas Condições de Trabalho em Máquinas” onde se propõe a utilização da Tecnologia de Informações para eliminar acidentes de trabalho em máquinas operatrizes. O objetivo é dotar de proteção adequada máquinas que forem consideradas obsoletas pelo seu tempo de uso e que, por esta razão, representam risco de acidentes do trabalho para os operadores. O projeto prevê como resultados concretos a produção de protocolos sobre a colocação de sensores previstos na NBR 13761 e a publicação dos protocolos para que sirva de referência em outros casos.*

***Palavras chave:** Tecnologia das informações, Segurança do trabalho, Proteção de máquinas*

1. INTRODUÇÃO

O interesse das empresas por novas tecnologias demonstra a conscientização de que a inovação é fundamental para a competitividade delas. Os mecanismos específicos para a transferência de conhecimentos são em sua maioria desconhecidos, tanto por empresas quanto por universidades, o que leva a uma baixa procura.

A utilização da Tecnologia da Informação e das tecnologias disponíveis na universidade, principalmente, nos cursos de mecatrônica em empresas do setor metal-mecânico é uma proposta de integração da Universidade, sociedade e mundo do trabalho.

Este projeto tem a seguinte metodologia: Será feito um levantamento de informações nas empresas com a aplicação de questionários para saber quais máquinas estão causando acidentes ou apresentam riscos potenciais. Em seguida será desenvolvido um sistema de proteção para as máquinas com a instalação de sensores, atendendo o critério “custo-benefício” e, após análise, será feita a escolha daquela que será prototipada. Após a produção dos protocolos técnicos, eles serão publicados, com objetivo de serem aplicados em casos similares.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta para utilização da Tecnologia da Informação para eliminar os acidentes do trabalho, envolvendo máquinas operatrizes com a

instalação, quando desprovidas, de dispositivos de proteção ao trabalhador, para promover sua saúde e segurança, conforme especificado no projeto.

2. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A Tecnologia da Informação (TI) pode ser definida de uma forma simplificada como os recursos tecnológicos e computacionais para geração, armazenamento e uso da informação (STAIR, 1998). A Tecnologia da Informação utiliza os seguintes componentes: hardware e seus dispositivos e periféricos; software e seus recursos; sistemas de telecomunicações; gestão de dados e informações.

Para Davenport (1994), existem muitos exemplos de investimento em TI ao qual se associam pouca, ou nenhuma, mudança nos processos. As organizações erram em não considerar a visão de conjunto, pois isolam os dados dentro das funções existentes. O autor sugere que os projetos de processos devam ser desenvolvidos em conjunto com a TI e as demais habilidades que possam dar apoio. As informações dão sustentabilidade aos processos, tornando-os mais eficientes e eficazes como, por exemplo, medir e acompanhar o desempenho de processos, integrar atividades dentro e através de processos, personalizar processos para clientes e facilitar o planejamento e a otimização dos processos a longo prazo.

Ceretta, Lima e Lima (2004) apresentam um sistema de segurança do trabalho apoiado na tecnologia da informação para a minimização de acidentes através do relato de incidentes. Neste sistema, os responsáveis pela segurança do trabalho organizam o controle dos relatos de incidência de forma a integrar as principais áreas da empresa. Os benefícios do sistema são: redução da burocracia, redução de custos com a segurança do trabalho, *feedback* em tempo real dos riscos envolvidos, motivação no trabalho e responsabilidade social. Para o autor a integração da TI com a segurança do trabalho promoveu melhorias efetivas no ambiente de trabalho com benefícios para todos.

3. A SEGURANÇA DO TRABALHO COMO DEMANDA DAS EMPRESAS

A segurança do trabalho estuda, através de metodologias e técnicas apropriadas, as possíveis causas de acidentes do trabalho, objetivando a prevenção de suas ocorrências. Para isso deve realizar o planejamento e controle das condições de trabalho existentes na empresa, através da identificação, avaliação e eliminação dos riscos existentes no local de trabalho.

Para Vidal (2002), do ponto de vista da produção, a idéia de confiabilidade como critério de eficiência está contida na idéia de segurança, que a abrange e lhe dá sentido. O princípio que daí deriva é o da produção segura, segundo o qual, o processo de trabalho “deve produzir produtos e saúde”. O desempenho produtivo deve ser integrado com saúde e segurança no trabalho. O princípio da produção segura traz a idéia de que produtividade e segurança não devam ser consideradas como antagônicas de um projeto e, sim, como um compromisso a buscar.

A Segurança do Trabalho dispõe de farta normalização para atingir os seus objetivos, no entanto, segundo a Organização Internacional do Trabalho, o Brasil apresenta uma taxa de mortalidade por número de acidentes de trabalho muito alta e gasta elevados recursos públicos em decorrência de acidentes de trabalho.

Segundo o Boletim Estatístico da Previdência Social (<http://www.mpas.gov.br>), em março de 2005, a quantidade de benefícios concedidos foi de 362 mil no valor total de 182 milhões de reais. Em relação ao mês de fevereiro de 2005, a quantidade e o valor cresceram 39,56% e 38,94%, respectivamente. Nos últimos dez anos, têm sido notificados, em média, 400 mil acidentes de trabalho por ano, com um registro de mortes variando entre 2,8 mil a 4 mil óbitos anuais. Apesar dos esforços e dos avanços já conquistados, o coeficiente de mortalidade em nosso país vem variando de 16 a 20/100.000 trabalhadores, reconhecidamente

muito elevado quando comparado aos índices de países desenvolvidos. Dos acidentes ocorridos, 83,6% correspondem a acidentes típicos, o que demonstra que a grande concentração dos acidentes no Brasil ocorre dentro da própria empresa, no desenvolvimento da atividade laboral. Tal fato indica a necessidade de políticas orientadas fundamentalmente para o ambiente de trabalho, ou seja, para o local onde a atividade profissional é desenvolvida. No Brasil, as máquinas e equipamentos são considerados obsoletos e inseguros pela sua idade e tempo de uso e, apesar disso, ainda persistem no parque industrial; em razão disso, necessitam de uma abordagem coletiva de intervenção para transformar a realidade no quesito segurança. Para Peeters et al. (2003), o modelo brasileiro da segurança se baseia no isolamento do trabalhador das “fontes acidentárias” e não na eliminação destas fontes. As máquinas e equipamentos deveriam ou serem substituídos por outros mais atualizados e seguros, ou os existentes dotados de proteção adequada para o operador. A participação das máquinas em acidentes de trabalho graves é expressiva. As máquinas são responsáveis por 25% de todos os acidentes do trabalho graves ocorridos na região de São Paulo, destacando-se em primeiro lugar as prensas, seguidas em ordem decrescente por “máquinas inespecíficas”, serras, cilindros/calandras, máquinas para madeira, máquinas de costura, impressoras, guilhotinas, máquinas para levantar cargas, esmeris, politrizes, injetoras de plástico, máquinas têxteis, entre outras de mais baixa ocorrência. As prensas sozinhas foram responsáveis por 42% dos casos de esmagamento de dedos ou mão, seguidas das impressoras e guilhotinas. As atividades econômicas que mais se destacaram em termos de incidência de acidentes do trabalho com máquinas graves, foram em ordem decrescente: indústria mecânica e de material elétrico e eletrônico, indústria metalúrgica, comércio varejista, construção civil, indústria de artefatos de plásticos, indústria gráfica e editorial, indústria de produtos alimentícios, indústria têxtil, indústria de papel de papelão e indústria da madeira.

Apesar do estado das máquinas, ao trabalhador é atribuído a causa dos acidentes, numa visão reducionista baseada na teoria da culpa, que nos leva a raciocinar que, se aconteceu um acidente, deve existir um culpado e este culpado na maioria das vezes é o próprio trabalhador.

Vilela (2003), após analisar laudos obtidos das investigações de causas de acidentes graves e fatais do trabalho efetuados pelo Instituto de Criminalística (IC) Regional de Piracicaba, conclui que 80% desses laudos apontam que os acidentes foram causados por atos inseguros dos trabalhadores e que para 15,5 % deles a causa foi a condição insegura, ligada ao ambiente do trabalho. Ele afirma que, a despeito das críticas que tem recebido nas duas últimas décadas no meio técnico e acadêmico e, apesar de estar ultrapassada há décadas em países desenvolvidos, esta concepção mantém-se hegemônica no Brasil, prejudicando o desenvolvimento de políticas preventivas na grande maioria das empresas brasileiras.

No bojo dessa consciência culposa, “mesmo no caso de acidentes de trabalho onde a responsabilidade da empresa é evidente, os acidentados assumem para si essa responsabilidade, inclusive a de trabalhar em uma máquina quebrada ou sem dispositivos de proteção.”

Segundo o autor, após os acidentes, é possível indicar a repetição de um determinado número de eventos precursores que permite pelo menos estimar de maneira razoável a probabilidade do acidente. Para ele, precursor é “qualquer sinal: evento, fato, acontecimento, mudança de situação, aparecimento de um incidente de qualquer natureza, anomalia de funcionamento, defeito, falha”. Esse sinal precursor, utilizado para estimar a probabilidade de um acidente, deve possuir algumas propriedades, tais como: caráter desfavorável, adverso, negativo, contrário à segurança do complexo industrial, repetitivo e potencialmente perigoso.

Para Santos et al (1997), quando acontece um incidente grave, é frequente atribuir ao ser humano o “erro” ocorrido, na medida em que alguém deveria fazer diferente algo que foi feito. Porém “esta situação condicional não permite avançar na análise do incidente”. Se erros foram cometidos, eles são devidos à concepção dos dispositivos técnicos, à organização do

trabalho. A concepção destes dispositivos de proteção nas máquinas operatrizes estão disponibilizados nas universidades através de seus cursos de tecnologia, especialmente os de mecatrônica.

4. A INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE, SOCIEDADE E MUNDO DO TRABALHO.

Para Luna (2002), o pesquisador é um intérprete da realidade pesquisada. Ele espera que a metodologia usada consiga demonstrar, segundo critérios públicos e convincentes, que o conhecimento que produz tem relevância teórica e social.

A globalização de mercados, a queda das barreiras comerciais e a liberação da economia colocam os empresários diante do desafio da competitividade em que é fundamental a incorporação cada vez mais rápida de novos conhecimentos para haver mais inovações em produtos, processos e serviços. Esta é uma demanda para os pesquisadores, dentro da engenharia de produção, normalmente vinculados às Universidades.

Para Reis (2004), as empresas brasileiras necessitam atualmente de conhecimentos e tecnologias já desenvolvidas e disponibilizadas, mas que essas empresas desconhecem. O interesse das empresas por novas tecnologias demonstra a conscientização de que a inovação é fundamental para a competitividade delas. Os mecanismos específicos para a transferência de conhecimentos são em sua maioria desconhecidos, tanto por empresas quanto por universidades, o que leva a uma baixa procura.

O autor afirma que para estabelecer uma verdadeira parceria entre a universidade e a empresa, é necessário suplantar três fases denominadas degraus de parcerias. Estas fases são as de conhecimento, confiança e consolidação. Primeiramente, a fase de conhecimento mútuo com a utilização de mecanismos de aproximação através de visitas de dirigentes universitários às empresas e vice-versa. Em seguida utilizam-se mecanismos de interação como estágios de estudantes e professores, participação em cursos de formação, prestação de serviços, mesas redondas para estabelecer-se a confiança mútua. Na terceira fase são empregados os mecanismos de integração como pesquisa, cursos fechados, objetivando atender às necessidades específicas, caracterizando esta fase da consolidação efetiva da parceria.

5. A SEGURANÇA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A Norma Regulamentadora nº 12 – Máquinas e equipamentos do Ministério do Trabalho, estabelece as medidas de segurança e higiene do trabalho a serem adotadas pela empresa em relação à instalação e manutenção de máquinas e equipamentos, visando a prevenção de acidentes de trabalho.

A NBR 13761/1996 – Segurança de Máquinas - distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores - estabelece as formas de proteção e dispositivos de segurança.

Segundo a NBR 13761, dispositivo de segurança é o que impede o movimento de risco na área associada a uma proteção quando esta estiver aberta. A tabela 1 apresenta os tipos de dispositivos de proteção previstos na norma.

Tabela 1 – Tipos de dispositivos de segurança para máquinas

Dispositivos de segurança	Características
Segurança elétrica	-Dispositivo que detecta a posição de uma proteção e produz um sinal que é usado no circuito de comando. -Pode ser composta por um ou dois sensores de posição (fins de curso, sensores de proximidade, etc).

Segurança hidráulica	-Sistema que deve atuar sobre a unidade de potência, impedindo o movimento de fechamento da máquina injetora, quando a proteção que o comanda estiver aberta, através do desvio do fluxo de óleo para tanque.
Segurança mecânica	-Dispositivo que, quando acionado pela abertura de uma proteção, impede mecanicamente o movimento de fechamento da máquina injetora.

Fonte: NBR 13761 /1996

A proteção das máquinas é feita por dispositivos mecânicos que impedem o acesso às áreas dos movimentos de risco, apresentando-se como descrito na tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de proteção

Tipos de proteção	Características
Fixas	-São aquelas fixadas mecanicamente à injetora, cuja remoção ou deslocamento só é possível com o auxílio de ferramentas. Nas proteções fixas os dispositivos de segurança são desnecessários.
Móveis	-As proteções móveis impedem o acesso à área dos movimentos de risco quando fechadas, podendo, contudo, ser deslocadas e permitir então o acesso a esta área.

Fonte: NBR 13761 /1996

As proteções móveis impedem o acesso à área dos movimentos de risco quando fechadas e, se forem deslocadas, permitirão o acesso à área. A tabela 3 apresenta os níveis de proteção móveis.

Tabela 3 – Níveis de proteção móveis

Proteção móvel	Dispositivos de segurança
Nível 1	-Proteção móvel, sem dispositivos de segurança.
Nível 2	-Proteção móvel dotada de segurança elétrica, com um sensor de posição.
Nível 3	-Proteção móvel dotada de segurança elétrica, com dois sensores de posição, que devem ter acionamento simultâneo, isto é, os dois sensores deverão estar monitorando simultaneamente a posição da proteção (porta), em qualquer posição de seu curso de abertura. O funcionamento correto dos sensores de posição, ou seu efeito na unidade de comando, deve ser monitorado pelo menos a cada ciclo de abertura da proteção móvel, de tal forma que uma falha destes seja imediatamente reconhecida e o movimento de risco impedido, isto é, se um dos sensores de posição estiver mal acionado ou quebrado, a máquina deve reconhecer a falha e interromper o movimento de risco.
Nível 4	-Proteção móvel dotada de segurança elétrica com dois sensores de posição e segurança mecânica.
Nível 5	-Proteção móvel dotada de segurança elétrica com dois sensores de posição e segurança hidráulica.
Nível 6	-Proteção móvel dotada de segurança elétrica, com dois sensores de posição, segurança mecânica e segurança hidráulica.

A seqüência dos tipos de proteção indica o grau crescente de segurança da máquina. Por exemplo, uma proteção do nível 4 é considerada mais segura que uma proteção do nível 2. Os sensores de posição devem estar dispostos de modo protegido, a fim de impedir sua neutralização involuntária. A norma recomenda a utilização de uma caixa de proteção, de modo a impedir o acesso acidental aos sensores.

6. UM PROJETO DE INTEGRAÇÃO

Foi feito um levantamento em 60 empresas de Curitiba e região metropolitana que pertencem ao setor metal-mecânico. Neste levantamento, descobriu-se que as máquinas operatrizes que mais necessitam de proteção por sensores são as prensas de estamparia. Também foi constatado que numa mesma empresa existem prensas de diversas capacidades e diversas marcas, sendo que, cada máquina necessita de um dispositivo de proteção que lhe seja adequado, em função do tamanho das ferramentas de estampagem e das operações que realizam. Em seguida foi organizado o projeto de pesquisa “Promoção de Melhorias nas Condições de Trabalho em Máquinas” que está estruturado conforme as Tabelas 4 e 5 abaixo.

Tabela 4 – Objetivos do projeto

Objetivos	Objetivos específicos
-Pesquisa sobre agravos à saúde dos trabalhadores com acidentes causados por máquinas e equipamentos.	- Estudo epidemiológico dos acidentes causados por máquinas e equipamentos - Levantamento das máquinas e equipamentos que vem causando os acidentes ou que apresentam riscos potenciais.
-Produção de Protocolos técnicos	- Produção de protocolos técnicos sobre proteção de máquinas e equipamentos no setor metalúrgico
-Publicação	- Publicação de protocolos técnicos sobre proteção de máquinas e equipamentos

Fonte: Projeto “Promoção de melhorias nas condições de trabalho em máquinas”

Este projeto terá uma equipe responsável que consta de 2 professores e os alunos de graduação da área de tecnologia (mecatrônica), que terão a responsabilidade de desenvolvê-lo nas seguintes etapas:

Tabela 5 – Etapas do projeto

Número	Descrição das etapas
1	-Levantamento de informações (visitas a centros integradores de manufatura, entrevistas com os operadores de máquinas e equipamentos, aplicação de questionários).
2	-Desenvolvimento de concepções do sistema para proteção de máquinas. (desenvolvimento de alternativas do sistema de proteção mais viável e mais baixo custo que serão submetidas à análise e escolha da que deverá ser prototipada).
3	-Projeto para a manufatura do sistema de proteção. (análise do processo de fabricação disponível. Estudo das soluções mecânicas empregadas. Estudo de processos de fabricação que compatibilizem solução proposta e custos.

- Definição de solução final e processo).
- 4 -Proposta de projeto. (modelagem sólida em componentes da solução proposta).
 - 5 -Projeto preliminar do sistema para proteção de máquinas. Definição de materiais. Análise através da especificação de componentes padronizados.
 - 6 -Projeto detalhado do sistema para proteção de máquinas. (Definição dos desenhos de produto acabado e desenhos de fabricação).
 - 7 -Acompanhamento do desenvolvimento do protótipo do sistema para proteção de máquinas operatrizes. (Atividades relacionadas com a aquisição de materiais e acompanhamento de fabricação).
 - 8 -Emissão de relatórios e documentos
-

Fonte: Projeto “Promoção de melhorias nas condições de trabalho em máquinas”

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas brasileiras necessitam de conhecimento e tecnologia já desenvolvida e que estão disponíveis no meio universitário com pesquisadores e alunos dos cursos da área tecnológica, neste caso, a mecânica e a eletrônica, onde se inclui a tecnologia de informações.

Os acidentes do trabalho, envolvendo máquinas e equipamentos, principalmente, prensas, ocupam lugar destaque negativo na estatística brasileira em razão do estado obsoleto das máquinas (pela idade e tempo de uso) que se encontram em sua maioria.

O projeto de pesquisa “Promoção de Melhorias nas Condições de Trabalho em Máquinas”, apresentado neste artigo, propõe eliminar os acidentes de trabalho através da instalação de sensores, conforme a norma 13761/1996, para impedir o acesso às áreas de movimento de risco.

Com a implantação do projeto, a universidade estará demonstrando por critérios públicos e convincentes que o conhecimento que produz tem relevância teórica e social dentro da engenharia de produção, integrando-se com a sociedade e o mundo do trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; ABNT; Norma NBR 13761 - 1996 – **Segurança de máquinas: distâncias para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.**

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PREVIDENCIA SOCIAL - 2005. Disponível em:<<http://www.mpas.gov.br>> Acesso em: 10 Maio 2005.

CERETTA, P.S.; LIMA, S.R.; LIMA, M.R. Sistemas de informação: minimização de acidentes através do relato de incidentes. In: **Anais: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis- SC, 2004.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos: como inovar a empresa através da tecnologia de informação.** 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

LUNA, S. V. **Planejamento de Pesquisa: uma introdução.** São Paulo: Educ., 2002.

MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e medicina do trabalho** .54. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PEETERS, S. E.; DUARTE, F.J.C.M.; GARRIGOU, A.; PEISSEL-COTTENAS, G.; CHABUT, F.; LELLES, S. Segurança do trabalho: que trabalho é esse? In: **Anais: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Ouro Preto- MG, 2003.

REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica**. Barueri, SP: Manole, 2004.

SANTOS, N. et. al. **Antopotecnologia: A Ergonomia dos Sistemas de Produção**. 1. ed. Curitiba: Genesis, 1997.

STAIR, R. M. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

VIDAL, M.C. **Ergonomia na empresa:útil, prática e aplicada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2002.

VILELA, R. D. G. Teoria da Culpa: a conveniência de um modelo para perpetuar a impunidade na investigação das causas dos AT. In: **Anais: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Ouro Preto- MG, 2003.

USE OF INFORMATION TECHNOLOGY TO AVOID LABOR ACCIDENTS WITH OPERATION MACHINES: AN INTEGRATION PROJECT

Abstract: This article presents a proposal to integration between the university, the society and the labor world. It treats of research project "Promotion of Improvements in the Work Conditions in Machines" that is about the use of Information Technology to avoid industrial accidents in operation machines. The purpose is to became safety with adequate protection the machines that will be considered obsolete by their time use and, essentially, represents risk of labor accidents for the operators. The project foresees as resulted concrete the production of protocols about the use of sensors as well as that foreseen in NBR-13761 and the publication of these protocols will serve of pattern in other cases.

Key Words: Information Technology, Safety work, Protection of machines