

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**ANÁLISE SOBRE SISTEMAS AUTOMATIZADOS QUE VISAM
A SEGURANÇA DO TRABALHO**

Gabriel Augusto Hosoya

TCC-EP-25-2009

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**ANÁLISE SOBRE SISTEMAS AUTOMATIZADOS QUE VISAM
A SEGURANÇA DO TRABALHO**

Gabriel Augusto Hosoya

TCC-EP-25-2009

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador(a): Prof.^(a). Márcia Marcondes Altimari Samed

**Maringá - Paraná
2009**

Gabriel Augusto Hosoya

**ANÁLISE SOBRE SISTEMAS AUTOMATIZADOS QUE VISAM A SEGURANÇA
DO TRABALHO**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^(a) . Márcia Marcondes Altimari Samed
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Prof. Gilberto Clóvis Antonelli
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, outubro de 2009

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a minha família que sempre me deu apoio em todos os momentos da minha vida acadêmica e pessoal. Gostaria de dedicar, também, este trabalho a um grande amigo, que conheço desde o primeiro dia de aula da faculdade, Guilherme Yasuhiro Ito; este que me deu todo o apoio com as pesquisas de estudo de caso. Obrigado pela sua amizade e parceria em todo o desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente Deus, por sempre me favorecer as melhores condições possíveis para estudar e trabalhar.

Também não poderia deixar de agradecer minha orientadora, prof.^a Márcia Samed, por ter me dado todo o apoio e orientação necessária para a realização deste projeto. Sem sua ajuda dificilmente conseguiria obter algo com tal qualidade.

Por fim, gostaria de agradecer minha família por todo o apoio prestado e não menos importante, agradecer as amigadas que obtive durante o curso, e em especial meus amigos que sempre me deram apoio para enfrentar esses anos “trabalhosos” de faculdade: Guilherme (“ô Xapa, vamos fazer o trabalho?!”); Miguel (“vai lá meninão, você consegue!”); Tiago (“você não vai pra aula hoje, né Xapa?”) e Thiago (“i ai Xapiru, deu baum?!”). Obrigado a todos pela amizade e colaboração durante esses anos.

RESUMO

Desde a época da Revolução Industrial que o tema segurança no trabalho vem sendo abordado, hoje em dia com mais enfoque, pois já se perceberam que acidentes com vítimas têm consequências irreversíveis.

Com a automação industrial, vários meios de prevenção de acidentes foram gerados. Neste trabalho serão levantados os sistemas automatizados que visem a segurança do trabalhador, bem como o levantamento do índice de acidentes em uma empresa que produz colchões e os meios que poderíamos prevenir estes acidentes.

Os resultados obtidos por pesquisa de mercado mostraram que com a tecnologia dos dias de hoje, podemos ter processos produtivos muito seguros, que principalmente preserve o bem estar dos trabalhadores.

Palavras-chave: automação industrial, segurança no trabalho, acidente de trabalho, custos.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	1
1.2 SEGURANÇA NO TRABALHO.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 GESTÃO DA AUTOMAÇÃO.....	4
2.2 A EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO.....	5
2.3 BS 8800.....	6
2.4 FUNDAMENTOS DE CONTROLE DE PERDAS.....	7
2.5 CUSTOS DE ACIDENTES.....	8
2.6 TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO APLICADA À SEGURANÇA DO TRABALHO.....	10
2.6.1 <i>Chave Fim de Curso</i>	11
2.6.2 <i>Sensores</i>	12
2.6.3 <i>Relé de Segurança</i>	13
2.6.4 <i>Tapete de Segurança</i>	13
3 DESENVOLVIMENTO.....	15
3.1 ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	15
3.1.1 <i>Apresentando a Empresa</i>	15
3.1.2 <i>Estudo de Caso</i>	15
3.1.3 <i>Processo de Produção</i>	16
3.1.4 <i>Corte de Espuma</i>	18
3.2 COLETA DE DADOS.....	18
3.2.1 <i>Objetivos da Coleta de Dados</i>	18
3.2.2 <i>Tipos de Dados</i>	19
4 RESULTADOS	20
4.1 ANÁLISE DOS DADOS DE PRODUÇÃO.....	20
4.2 ÍNDICES DE ACIDENTES.....	21
4.2.1 <i>Gráfico de Pareto</i>	21
4.2.2 <i>Diagrama de Causa e Efeito</i>	22
4.3 PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO.....	23
4.4 CUSTO OPERACIONAL POR ACIDENTE.....	24
4.5 CUSTO DE INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA.....	24
4.6 CUSTO COM MANUTENÇÃO.....	25
4.7 EFICIÊNCIA DO PROCESSO AUTOMATIZADO.....	25
5 CONCLUSÃO.....	26
6 REFERÊNCIAS	27

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: PIRÂMIDE DE AUTOMAÇÃO (FONTE: GOMIDE, 1986)	1
FIGURA 2: COLCHÃO DE ESPUMA SONOMAR SOLTEIRO 88 (FONTE: FA MARINGÁ, 2009)	16
FIGURA 3: PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COLCHÃO (FONTE: PRÓPRIA).....	17
FIGURA 4: MÁQUINA DE CORTE DE ESPUMAS (FONTE: PRÓPRIA).....	20
FIGURA 5: GRÁFICO DE PARETO PARA ACIDENTES NA MÁQUINA DE CORTE (FONTE: PRÓPRIA).....	21
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA ACIDENTE (FONTE: PRÓPRIA).....	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DADOS RELATIVOS AOS ACIDENTES NA MÁQUINA DE CORTE (FONTE: PRÓPRIA).....	21
TABELA 2: ORÇAMENTO PARA EQUIPAMENTOS (FONTE: ELETRO PAINEL).....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IHM	Interface Homem-Máquina
TLC	<i>Total Loss Control</i>
SST	Segurança e Saúde do Trabalho
NRs	Normas Regulamentadores
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
CPLs	Controladores Lógicos Programáveis
NF	Normalmente Fechado
NA	Normalmente Aberto
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
SPT	Acidente Sem Perda de Tempo
CPT	Acidente Com Perda de Tempo
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
EPI	Equipamento de Proteção Individual
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

1 INTRODUÇÃO

1.1 Automação Industrial

A automação industrial é o conjunto das técnicas e dos sistemas de produção fabril baseado em máquinas com capacidade de executar tarefas previamente executadas pelo homem e de controlar seqüências de operações sem a intervenção humana.

Baseado em dispositivos que consistem em sensores e controladores programáveis, a automação industrial tem capacidade de operar quase independentemente do controle humano (como acontece nos domínios das telecomunicações, da aeronáutica e da astronáutica).

A automação industrial exige a realização de muitas funções. A Figura 1 representa a chamada *Pirâmide de Automação*, com os diferentes níveis de automação encontrada em uma planta industrial.

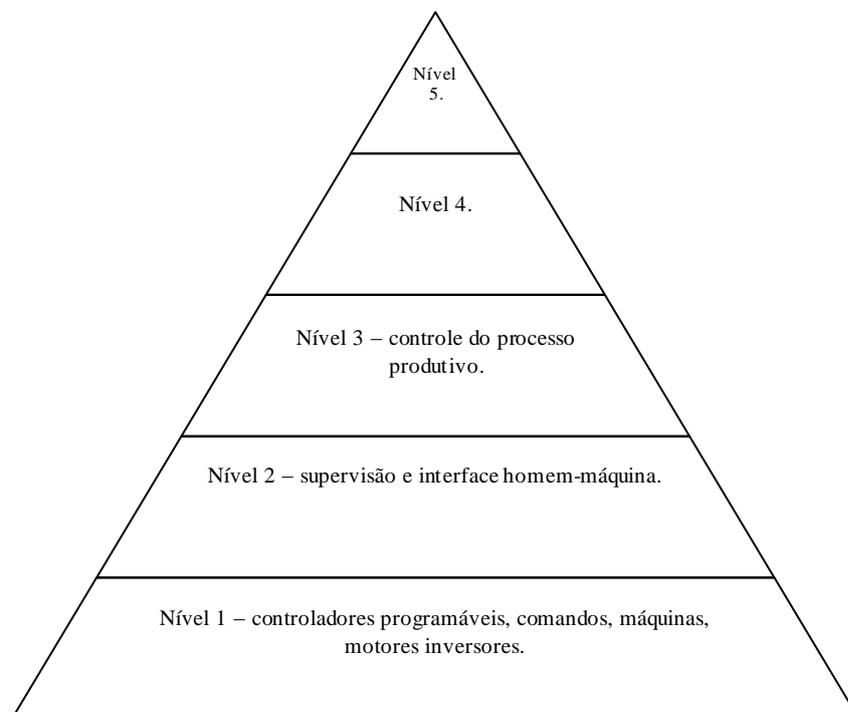


Figura 1: Pirâmide de Automação (Fonte: Gomide, 1986)

Sobre a figura acima, Gomide (1986) cita que na base da pirâmide está freqüentemente envolvido o Controlador Programável, atuando via inversores, conversores ou sistemas de partida suave, sobre máquinas e motores e outros processos produtivos. No topo da pirâmide, a característica marcante é a informatização ligada ao setor corporativo da empresa.

Assim, podemos discorrer sobre os níveis da pirâmide:

- Nível 1: é o nível das máquinas, dispositivos e componentes onde a automação é realizada pelo controlador programável;
- Nível 2: sua característica é ter algum tipo de supervisão associada ao processo. É o nível onde se encontram concentradores de informações sobre o nível 1 e as interfaces homem-máquina (IHM);
- Nível 3: normalmente é constituído por bancos de dados com informações dos índices de qualidade da produção, relatórios e estatísticas de processo, índices de produtividade, algoritmos de otimização da operação produtiva;
- Nível 4 (logística, programação/planejamento, controle de suprimentos): é o nível responsável pela programação e planejamento da produção realizando o controle e a logística dos suprimentos;
- Nível 5 (gerenciamento dos recursos da empresa, vendas, finanças, custos): é o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, em que se encontram os softwares para gestão de vendas e gestão financeira; é também onde se realizam a decisão e o gerenciamento de todo o sistema.

1.2 Segurança no Trabalho

A segurança no trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador (Areaseg, 2009).

Segundo dados tirados da Abraseg (2009), tendo por base os índices de acidentes de trabalho no Brasil, em 1998 houve um total de 414.341 acidentes de trabalho, 387.820 em 1999 e 363.868 em 2000; já no estado do Paraná, nos mesmos anos, esse número chega a 31.046, 27.445 e 24.284, respectivamente. Estas estatísticas mostram que os números de acidentes no

trabalho vêm diminuindo no decorrer dos anos, isso devido ao avanço na tecnologia que garante a segurança do trabalhador.

Tendo em vista a importância da automação, além de tudo, para a segurança do trabalhador, podemos observar claramente os objetivos do trabalho.

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo fazer um diagnóstico sobre a linha de processo de uma empresa em que ocorreu um grande número de acidentes e como podemos evitá-los.

Assim podemos destacar como os objetivos específicos deste projeto:

- Relacionar as novas tecnologias na área de automação industrial voltadas à diminuição ou eliminação destes acidentes;
- Elaborar um levantamento teórico das principais causas de acidentes de trabalho em uma indústria de colchões;
- Levantar os custos para a empresa, associados aos acidentes com seus colaboradores;
- Fazer uma estimativa dos custos de implantação dos sistemas de automatização que visem à segurança, indicando a tecnologia adequada para reduzir os índices de acidente.

1.4 Estrutura do Trabalho

Neste capítulo apresentou-se uma introdução sobre Automação Industrial e Segurança no Trabalho, além dos objetivos mais pertinentes que serão buscados ao longo do trabalho. O Capítulo 2 irá abordar uma questão mais focada na automação, além de fundamentos da segurança do trabalho que ajudarão no desenvolvimento do projeto e os produtos de automação que estão no mercado e que podem ser usados na prevenção de acidentes.

O Capítulo 3 mostrará os métodos que podem ser usados para que os objetivos sejam alcançados, será apresentada a empresa e o estudo de caso que será abordado, com os processos produtivos e para o último capítulo serão apresentados os resultados obtidos em campo, segundo a proposta do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Gestão da Automação

A implantação da automação, assim como as melhorias na planta industrial que podem ser desenvolvidas em sistemas já automatizados (sempre objetivando confiabilidade, repetibilidade, produtividade e segurança), pede um consciencioso planejamento estratégico por parte da administração/engenharia da empresa; em suma, uma gestão da automação.

Moraes (2001) comenta que são necessários quatro macro etapas para a implantação da automação numa planta, como citadas abaixo:

- 1ª etapa: pré-venda – esta tem como objetivo a elaboração de proposta e do documento básico para a avaliação técnica e comercial da automação;
- 2ª etapa: pós-venda – tem como objetivo a elaboração de documentos detalhada referente ao escopo do fornecimento e elaboração do projeto preliminar;
- 3ª etapa: desenvolvimento – tem como objetivo o projeto completo da automação, envolvendo simulação da planta e programação dos controladores; desenvolvimento do sistema supervisor e das telas das Interfaces Homem-Máquina (IHM's) e a configuração da rede de automação;
- 4ª etapa: testes – esta etapa é posta em marcha (*startup*) da planta e tem como objetivo a elaboração de todos os tipos de testes internos, simulações, testes de plataforma e campo, assim como a implantação da automação na planta e participação da operação comercial assistida.

Assim, pode-se dizer que a automação trás benefícios à planta industrial tais como a praticidade e agilidade nos processos; confiabilidade, uma vez que se tem a padronização na linha de produção; maior produtividade e principalmente segurança, pois, em várias etapas do processo onde há maior contato do colaborador com as máquinas, há também uma maior chance de que ocorra um acidente naquele local.

2.2 A Evolução da Segurança e Saúde no Trabalho

Segundo o que diz Cicco (1995), na época da Revolução Industrial, havia fundamentalmente uma preocupação na reparação de danos à saúde e integridade física dos trabalhadores. Praticamente não se pensava em nenhuma ação, atitude ou medida de prevenção. Isso começou a ficar caracterizado por volta de 1926, através dos estudos do famoso H. W. Heinrich, que trabalhava em uma companhia americana de seguros e pode observar com bastante nitidez o alto custo que representava para a seguradora reparar os danos decorrentes de acidentes e doenças do trabalho. Ele então desenvolveu uma série de idéias e de formas desses problemas serem gerenciados dentro das empresas, privilegiando a prevenção acima de tudo.

Em 1966, o também norte-americano Frank Bird Jr. propôs um novo enfoque para as questões de segurança e saúde, a partir da idéia de que a empresa deveria se preocupar não somente com os danos aos trabalhadores, mas também com os danos as instalações, aos equipamentos, aos seus bens em geral (Cicco, 1995). Ele chamou a esse enfoque de *Loss Control*, ou Controle de Danos, com o objetivo de dar uma abrangência maior a tais questões, tendo em vista que as causas básicas dos acidentes eram (e são) as mesmas. Ou seja, um acidente com ou sem lesão provém da mesma origem humana ou material.

Quatro anos depois, melhorando a idéia anterior, o canadense John Fletcher deu outra designação a essas idéias, acrescentando a palavra “total”: Controle Total de Perdas, ou *Total Loss Control*, incrementando o escopo proposto a época no sentido de englobar também as questões de proteção ambiental, de segurança patrimonial e de segurança do produto (Mitroff, 1994). Com a evolução das normas, em 1994 foi criada uma guia (BS 8750) que fornecia orientações sobre os Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SST), a fim de garantir conformidade com políticas e objetivos estabelecidos e como a SST deve estar integrada ao sistema de gestão global da organização. Esta mesma norma sofreu alterações e em 15 de maio de 1996, a nova norma britânica, BS 8800, foi aprovada.

2.3 BS 8800

A BS 8800 é uma guia de diretrizes bastante genéricas que se aplica tanto a indústrias complexas, de grande porte e altos riscos, como a organizações de pequeno porte e baixos riscos (Cicco, 1996). O ponto-chave que atenda as necessidades de todas as partes interessadas são que a BS 8800 auxilia a:

- Minimizar os riscos para os trabalhadores e outros;
- Melhorar o desempenho dos negócios;
- Estabelecer uma imagem responsável das organizações perante o mercado.

Ainda podemos citar sobre a BS 8800, que ela é:

- Simples, de fácil leitura e sem jargões;
- Aplicável a qualquer organização, independentemente de seu tamanho ou natureza do negócio;
- Compatível com as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho;
- Complementar a outros Sistemas de Gestão existentes e, idealmente, integrável às ISO 9001 e ISO 14001.

Cicco (1996) afirma que, para tal norma ser melhor utilizada, devemos levar em consideração o tipo da organização. Para organizações sem nenhum sistema implantado recomenda-se a realização de uma análise crítica inicial da situação. Com isso, pretende-se que elas saibam o que deveriam estar fazendo, onde se encontram atualmente, e o que precisam fazer imediatamente para identificar perigos e para aliviar, priorizar e controlar riscos. Se não houver um Sistema de Gestão da SST adequado, é essencial que a organização comece a controlar, no curto prazo, seus riscos maiores, e a utilizar a parte central da BS 8800 para refinar seus controles e melhorar continuamente, no longo prazo, o desempenho da Segurança e Saúde, baseando-se no monitoramento pró-ativo sugerido no guia.

Para organizações mais sofisticadas ou que já tenham um sistema implantado, a parte central da norma deve ser-lhes mais útil, podendo então o guia ser utilizado como um *checklist*, para apontar eventuais deficiências existentes em seu Sistema de Gestão da SST.

2.4 Fundamentos de Controle de Perdas

O processo pela qual ocorre uma perda por acidente é uma série seqüências de causas e efeitos que resulta em danos aos recursos humanos e materiais ou em descontinuação operacional. Tavares (2004) cita que este se compõe de três fases distintas: condição potencial de perdas, acidente e perda real ou perda potencial.

- Condição potencial de perda – condição ou grupo de condições capaz, sob certas circunstâncias não-planejadas, de causar a perda. Como condição, ela é estática e de equilíbrio instável e, em momento não-previsível, gerada em função de circunstâncias que lhe são favoráveis, pode desencadear o acidente;
- Acidente – acontecimento indesejado e inesperado (não-programado) que produz ou pode produzir perdas;
- Perda real e perda potencial – a perda real é produto do acidente e pode manifestar-se como lesão ou morte de pessoas, danos a materiais, equipamentos, instalações ou edificações ou descontinuação do processo normal de trabalho; a perda potencial, também chamada de *quase perda*, é aquela que, em circunstâncias um pouco diferentes, poderia ter-se transformado em perda real.

Ainda segundo Tavares (2004), as perdas normalmente podem ser avaliadas em termos de custos de reparo do equipamento danificado, despesas médicas e hospitalares, lucro cessante, aumento da taxa de seguro, etc. Isso, porém, torna-se muito discutível quando se refere à vida humana, uma vez que esta não tem preço, embora possa haver estipulação de valor para efeito de indenização de seguro. Como melhor forma de entendimento das circunstâncias que levam as perdas, temos:

- Falta de controle – representa uma falha da administrativa que pode estar ligada a planejamento, a aspectos de organização, a falta de tato diretivo-administrativo e a inexistência, por exemplo, de padrões de controle;
- Causas básicas – advindas da inexistência de um controle técnico-administrativo adequado, devem ser consideradas raízes, causas reais e indiretas e, portanto, aquelas que realmente devem ser analisadas;
- Causas imediatas – derivam da inexistência de atos e condições que transgridem algo preestabelecido e já aceito, do que resultarão perdas na operação industrial.

Os acidentes acontecem quando uma série de fatores se combinam sob certas circunstâncias. Em pouquíssimos casos existe só uma causa que dará origem aquele evento deteriorador, com conseqüências para a segurança, a produção ou a qualidade.

No mesmo conceito anterior, a fim de entender melhor as circunstâncias que originam as causas dos incidentes, convém recordar os quatro elementos a eles relacionados e que interatuam entre si (SHST, 2009):

- Pessoas – o trabalhador é o que está diretamente envolvida na maioria dos acidentes, pois aquilo que faz ou deixa de fazer é considerado fator causal imediato;
- Equipamento – elemento considerado, desde os primórdios da prevenção de acidentes, a fonte principal de incidentes, dando origem a chamada “proteção de máquinas” e a necessidade de se treinar o trabalhador para operar equipamentos;
- Material – elemento que as pessoas usam, transformam e de que se beneficiam, é também fonte principal de causas de incidentes;
- Ambiente – composto por tudo aquilo que rodeia o trabalhador durante o trabalho e, portanto, inclui o próprio ar e as edificações.

2.5 Custos de Acidentes

De acordo com a legislação em vigor, acidente de trabalho é o acidente em que se verifique no local e tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença em que resulte a morte ou a redução na capacidade de trabalho ou de ganho (SHST, 2009).

O Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) é uma organização vertical com acesso a todos os níveis hierárquicos, que lidera o desenvolvimento, a orientação e o controle do programa de segurança, segundo as leis vigentes e a política da empresa. Tal organização costuma referir-se aos custos dos acidentes para justificar investimentos em sua prevenção, porém não tem condições de levantá-lo com exatidão e, portanto, de definir em que porcentagem eles incidem no custo do produto. Uma das razões disso está em que os conceitos tradicionais para levantamento seriam necessários calcular o custo direto, ou segurado, e o custo indireto, ou não-segurado.

Tavares (2005) cita vários fatores são responsáveis por essa ineficácia:

- Dificuldade em assimilar tais conceitos por parte das pessoas-chave das empresas;
- Dificuldade em obter as informações necessárias para a determinação do custo indireto ou não-segurado;
- Não-aceitação dos números ou aceitação com desconfiança;
- Fragmentação das informações e das responsabilidades referentes às conseqüências dos acidentes;
- Discutível aplicação prática da maioria dos métodos conhecidos para o controle do referido custo.

Uma pesquisa feita pelo Ministério do Trabalho e Emprego (Fundacentro), revelou a necessidade de modificar os conceitos tradicionais de custos de acidentes e propôs nova sistemática para a sua elaboração, com enfoque prático denominado *custo efetivo dos acidentes*:

$$C_e = C - i \quad (1)$$

onde:

C_e = custo efetivo do acidente;

C = custo do acidente;

i = indenizações e ressarcimentos recebidos por meio de seguro ou de terceiros (valor líquido).

e:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (2)$$

onde:

C_1 = custo correspondente ao tempo de afastamento (até os 15 primeiros dias) em conseqüência de acidentes com lesão;

C_2 = custo referente aos reparos e reposições de máquinas, equipamentos e materiais danificados (acidentes com danos à propriedade);

C_3 = custos complementares relativos às lesões (assistência médica e primeiros socorros) e aos danos à propriedade (outros custos operacionais, como os resultantes de paralisações, manutenção e lucros interrompidos).

O cálculo de C_1 é fácil. O de C_2 e C_3 depende da organização interna da empresa para seu levantamento.

Toda medida preventiva se traduz por um custo e a sua verdadeira rentabilidade só poderá ser confirmada mediante uma adequada análise custo-benefício.

2.6 Tecnologia de Automação Aplicada à Segurança do Trabalho

Tecnologia nunca esteve mais segura que hoje; onde qualquer contato seja estabelecido entre o homem e a máquina, os sistemas minimizam riscos e perigos, em maquinaria, em plantas industriais, em meios de transporte público e em elevadores (Ace Schmersal, 2009-a). Produtos e dispositivos para proteger o homem e a máquina são desenvolvidos diariamente; são produtos que atendem as exigências estabelecidas das principais normas brasileiras e mundiais.

Ao procurar a liderança tecnológica, cada vez mais são criados sistemas e tecnologias que permitam aos clientes aumentar sua produtividade, bem como, aumentar consideravelmente seu nível de segurança nas suas plantas industriais e transporte. Hoje em dia as empresas que trabalham com tecnologia de segurança buscam o mesmo ideal, "Proteção para homem, máquina e processo produtivo" (Ace Schmersal, 2009-a).

Dentre os produtos de mercado que encontramos nos dias atuais, encontramos botões, sensores inversores e Controladores Lógicos Programáveis (CPL's), chaves rotativas, chaves de posicionamento, botoeiras, gabinetes, produtos de segurança, disjuntores, dentre outros; tudo para compor soluções completas em automação nas fábricas. Neste trabalho realizou-se uma associação com os seguintes produtos: chave fim de curso, relé de segurança, sensores e tapete de segurança.

2.6.1 Chave Fim de Curso

Normalmente as chaves de posicionamento possuem ruptura positiva nos contatos fechados conforme norma, sendo ideais para aplicação em dispositivos de proteção em máquinas e equipamentos, interrompendo com segurança o seu funcionamento.

A ruptura positiva consiste em garantir a abertura dos contatos normalmente fechados (NF), quando a chave é acionada pelo atuador (Metaltext, 2009). Uma chave com ruptura positiva possui um ou mais contatos NF, acoplados ao atuador da chave por meio de dispositivos não resilientes, de modo que a abertura plena destes contatos NF é alcançada quando o atuador é movido através do percurso até o ponto de ruptura positiva, aplicando-se a força estabelecida pelo fabricante.

Dos modelos de chaves mais usadas atualmente podemos citar a Chave de Ação Rápida – Tipo “Z” e “M” e a Chave de Impulso – Tipo “T”. Das quais podemos dizer sobre cada uma:

As Chaves de Ação Rápida devem ser usadas preferencialmente quando contatos NF e normalmente abertos (NA) atuam simultaneamente; quando o contato não deve ser fechado por vibrações de sistema, após desligamento (Metaltext, 2009). Além disso, elas proporcionam inúmeras vantagens:

- Força de atuação na ação rápida independente da erosão dos contatos;
- Constante força de pressão nos contatos devido à independência do sistema de atuação;
- Deve ser usada quando o acionamento é lento;
- Chaveamento seguro mesmo quando o movimento do acionamento é lento;
- Maiores distâncias de abertura de contato imediatamente após o chaveamento.

Por outro lado, as Chaves de Impulso tem velocidade de transferência dos contatos dependentes da velocidade de acionamento e possuem algumas características comuns de ação rápida, como as pontes de contato independentes e isoladas com interrupção dupla (Metaltext, 2009). Por fim, pode-se citar que os contatos são de prata e as chaves podem ser fornecidas com várias combinações de contatos NF e NA; podem ser aplicadas na maioria das instalações automatizadas.

2.6.2 Sensores

Um sensor é um dispositivo condicionado a um estado de presença, a uma determinada temperatura, um valor de pressão, etc. (Ace Schmersal, 2009-b). Um sensor está quase sempre conectado a um controlador, este controlador sentindo a presença um estado como os citados acima, acionará outro dispositivo, chamado de atuador, o qual tem a função de tomar a reação, por exemplo: acender uma luz, disparar um alarme, fechar uma válvula.

O sensor de proximidade, comumente mais utilizado, é um componente de comando eletrônico que se diferencia basicamente de uma chave fim de curso mecânica pelo fato de operar eletronicamente, por aproximação, ou seja, sem contato físico. Por não haver elementos mecânicos que se desgastem, a sua vida útil é praticamente ilimitada; queima do contato e impurezas no contato decorrente de influências ambientais não podem ocorrer.

O sensor de proximidade ainda opera sem ruídos, impactos ou retroações; é insensível a vibrações e não apresenta contatos incertos, como pode ocorrer com elementos de chaveamento mecânico quando acionados lentamente, ou quando operam com baixa corrente. Este sensor também tem um ponto de acionamento constante, o que não acontece com contatos mecânicos que se desgastam, especialmente em corrente contínua (Ace Schmersal, 2009-b). Estes componentes devem ser usados preferencialmente em lugar das chaves fim de curso quando:

- Existirem dificuldades de contato devido a influências ambientais;
- Não houver acionamento mecânico;
- For necessária alta frequência de acionamento;
- Sinal de comutação definido;
- Existir fortes vibrações;
- Um controle eletrônico for instalado adicionalmente;
- Houver chaveamento de baixas correntes;
- A chave não deve emitir forças opositoras;
- Ambientes externos ou internos que necessitam ser lavados constantemente.

2.6.3 Relé de Segurança

Além de elevar a categoria de segurança dos equipamentos, os relés de segurança devem estar de acordo com as normas brasileiras e européias de segurança (Metaltex, 2009). Os relés servem para a monitoração de Chaves de Segurança sem e com travamento em proteções móveis (portas, grades e tampas); parada de emergência em máquinas e equipamentos; batentes de segurança; tapetes de segurança; cortinas de luz; controle de acesso (*Muting*); comando bimanual.

O relé de segurança com *reset* manual e o com *reset* automático são construídos de forma redundante e fazem parte do tapete de segurança. O sinal fornecido pelo tapete é avaliado pelo relé que desliga o movimento de perigo da máquina automaticamente. Ambos os relés de controle permitem a entrada de um sinal de realimentação que monitora o funcionamento dos contadores bem como os cabos de ligação. Eles possuem quatro *light-emitting diodes* (LED) de sinalização e podem ser facilmente fixados em um trilho conectores DIN (Metaltex, 2009).

Ace Schmersal (2009-b) também cita dentre as vantagens do relé, que possui três contatos de liberação, um contato de sinalização, monitoramento de curto-circuito, monitoramento dos cabos de ligação, *bornes* descartáveis, função de início e parada, circuito de realimentação e quatro LED's para sinalização.

2.6.4 Tapete de Segurança

O tapete de segurança protege o operador e o processo produtivo quando identificam a presença de uma pessoa ou máquina nas proximidades da área de risco através do contato físico (Ace Schmersal, 2009-b). Com uma construção robusta, permitem a utilização no ambiente industrial, onde empilhadeiras, caminhões e carrinhos podem se movimentar sem afetar sua vida útil. Sua construção modular permite a instalação nas mais diferentes áreas, obedecendo a contornos específicos.

Ainda segundo Ace Schmersal (2009-b), com a aproximação da pessoa e conseqüente pressão sobre o tapete de segurança, fecha-se o contato, sinalizando sua presença. O relé de controle irá desligar a máquina cessando o movimento de perigo. O correto dimensionamento e

instalação do tapete de segurança em relação à área de risco mais próxima depende exclusivamente da inércia da máquina e da velocidade de acesso do ser humano.

A relação entre velocidades de acesso e distância de segurança são abordadas na norma EM 999. Segurança em máquina: velocidade de acesso para mãos e braços é resumida através da seguinte fórmula:

$$S = K * (T1 + T2) + (1200 - 0,4 * H) \quad (3)$$

onde:

S = distância mínima de segurança medida desde a área de risco até o ponto de início do perfil de alumínio;

K = constante de velocidade em milímetros por segundo, dependente dos dados de velocidade de acesso para o corpo ou parte do corpo (1600 mm/s);

H = altura do chão até o dispositivo de segurança (para tapete $H=0$);

T_1 = o tempo máximo de resposta do dispositivo de segurança desde o seu acionamento até o desligamento do contato do módulo de segurança;

T_2 = tempo de inércia da máquina desde a recepção do sinal de desligamento do relé de segurança até a parada total dos movimentos da máquina.

A distância de segurança será calculada conforme a equação:

$$S = 1600 \text{ mm} / \text{s} * (T1 + T2) + 1200 \text{ mm} \quad (4)$$

Por fim, podemos dizer que o tapete de segurança é composto por duas placas de aço condutoras, separadas por placas de plástico. Ao aplicar uma força sobre o tapete ocorre um curto-circuito entre as placas. Assim, o relé avalia este sinal e desliga a máquina.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Elaboração de Procedimentos de Análise

No estudo de caso, analisou-se uma empresa com grande utilização de processos automatizados.

3.1.1 Apresentando a Empresa

A FA Maringá iniciou suas atividades em 1964, em um barracão de aproximadamente 250 m², produzindo exclusivamente acolchoados. Com o espírito empreendedor seus sócios, já no início dos anos 70 em edificações que totalizavam cerca de 10.000 m², a empresa começou a produzir também produtos de espuma e travesseiros. No início dos anos 80, acompanhando as tendências de mercado, os edredons vieram fazer parte do mix de produtos da FA Maringá substituindo em parte o antigo acolchoado. Nesta fase os complementos de cama (como lençóis e colchas) também começaram a serem produzidos.

Atualmente, a FA Maringá conta com duas unidades industriais em Maringá, ocupando uma área de mais de 47.000 m² construídos e oferecendo uma linha completa de colchões de molejo e espuma, edredons, travesseiros, complementos para cama e também uma linha industrial com espumas de alta qualidade, fibras e mantas de poliéster.

Aliando grandes responsabilidades sociais e ambientais, uma equipe altamente treinada, um moderno parque industrial, a FA Maringá é um exemplo de qualidade, produtividade e bom atendimento.

3.1.2 Estudo de Caso

Na FA Maringá serão analisados os processos de corte de espuma para a produção de colchão. Na pesquisa de campo serão analisadas as variáveis índice de acidentes, eficiência que a máquina trás, custo de afastamento por operador e o custo para implantação do sistema que prevenirá o acidente. Tudo isto focado na máquina de cortar espuma para confecção dos colchões.

3.1.3 Processo de Produção

O trabalho realizado na empresa FA Maringá, abrangerá a corte de espumas para a produção de colchão. A Figura 2 mostra o produto acabado que será estudado, o colchão de espuma Sonomar.



Figura 2: Colchão de Espuma Sonomar Solteiro 88 (Fonte: FA Maringá, 2009)

A Figura 3 mostra a linha de produção do colchão da linha Sonomar Solteiro.

Fluxograma - Colchão Sonomar Solteiro 88

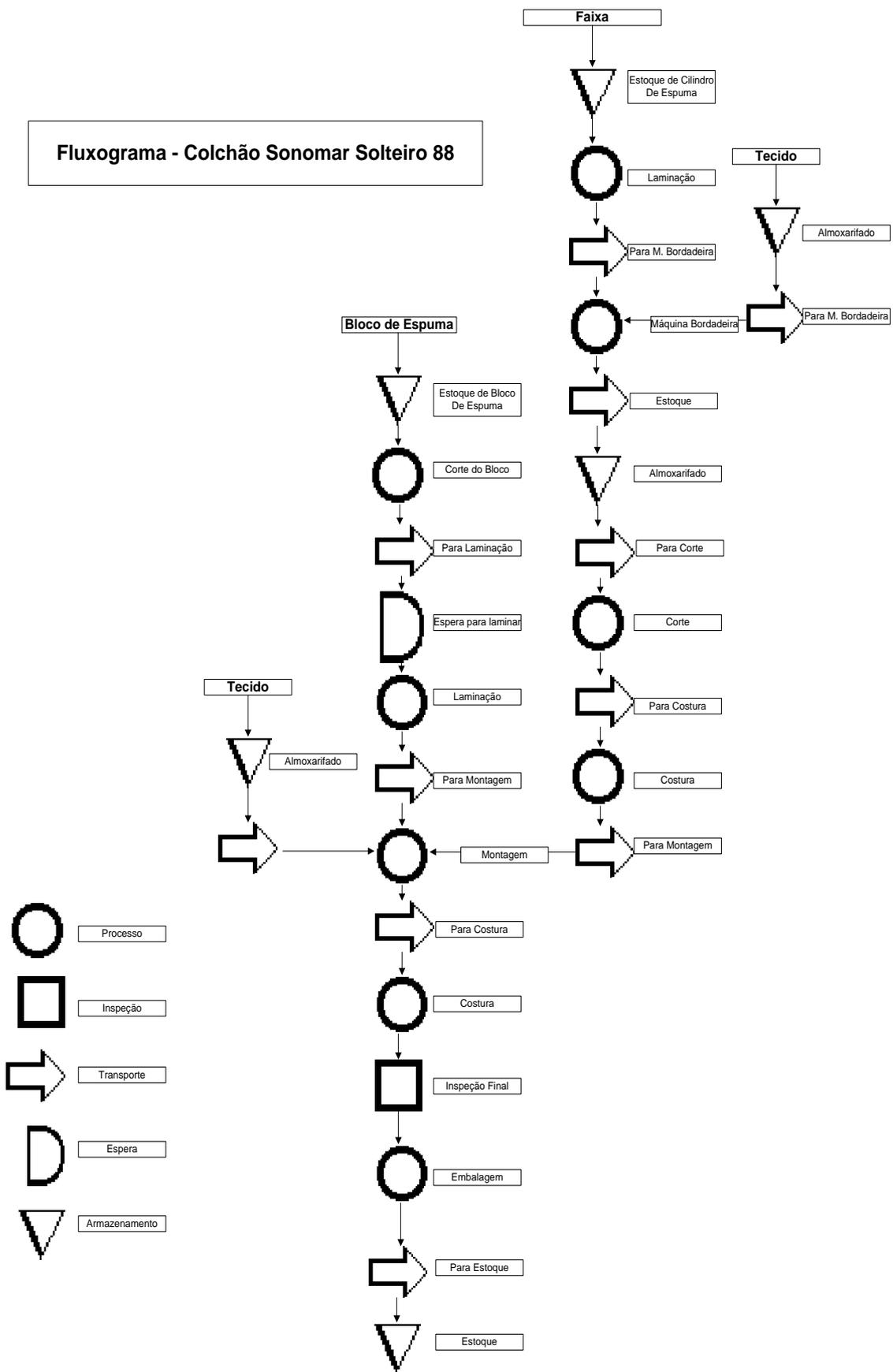


Figura 3: Processo de Produção do Colchão (Fonte: própria)

3.1.4 Corte de Espuma

Como visto no fluxograma da Figura 3, nesta etapa do processo a máquina de corte é alimentada por blocos de espuma após estarem em estado de “cura”.

Estes blocos passam pela primeira máquina que corta cada bloco em blocos menores, passando para outra máquina de corte onde estes bloquinhos são cortados em partes menores ainda, conforme o colchão que será produzido.

Nem sempre os cortes eram feitos com processos automatizados, o que proporcionava uma baixa produtividade e nem sempre uma boa qualidade do produto; antes da automatização os cortes eram feitos com cortadeiras manuais e, como muitos produtos necessitavam espumas finas, ocorriam vários acidentes de corte dos dedos quando um operador segurava o bloco de espuma e o outro cortava; cortes nos pés eram também frequentes quando os operadores não trabalhavam com muita atenção.

3.2 Coleta de Dados

3.2.1 Objetivos da Coleta de Dados

Os dados representam a base para a tomada de decisões confiáveis durante a análise de qualquer problema, Montgomery (2001). Como todo procedimento de obtenção de dados deve ser seguido por algum tipo de ação, é importante ter bem claros quais são os objetivos da coleta de dados, já que estes objetivos indicarão as características que os dados deverão apresentar.

Os principais objetivos da coleta de dados são Desenvolvimento de Novos Produtos, Inspeção, Controle e Acompanhamento de Processos Produtivos e Melhoria de Processos Produtivos. No caso da melhoria de processos produtivos, podem ser empregados dados históricos ou dados provenientes de experimentos planejados.

Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico do Controle e Acompanhamento de Processos Produtivos sobre os sistemas automatizados que melhor se empregam para cada

processo estudado. No que diz respeito à Melhoria de Processos Produtivos, procurou-se buscar as etapas automatizadas que podem conter melhorias, principalmente visando à segurança do trabalhador.

3.2.2 Tipos de Dados

Os dados coletados para o controle da qualidade de produtos e serviços, e para levantamento do referido trabalho, são de dois tipos:

- Dados discretos – aqueles resultantes quando o número de ocorrências de uma característica particular de interesse é contado. Ou mesmo, podemos dizer, as medidas consistem em contar o número de itens do produto que apresentam o atributo de interesse;
- Dados contínuos – são aqueles medidos em uma escala contínua, como a temperatura de um forno, por exemplo, ou mesmo o rendimento de uma reação química.

Pode-se citar como exemplo para Dados Discretos: número de eixos de um lote cujos diâmetros satisfazem as especificações; número de arranhões em certa peça de plástico; número de erros de datilografia cometidos por uma secretária em um dia; número de acidentes de trabalho ocorridos no mês passado em uma fábrica.

Como exemplo de Dados Contínuos tem-se: rendimento de uma reação química; espessura de uma peça; tempo gasto por uma camareira para arrumar um quarto de hotel; tempo de entrega de um produto ao cliente.

Montgomery (2001) ainda cita que, a técnica de análise estatística a ser empregada depende do tipo de dado que foi coletado. Baseado nos números de acidentes da fábrica, custos de afastamento do operador que sofreu o acidente e custos de implantação dos sistemas de automação, podemos dizer que iremos trabalhar com Dados Discretos neste trabalho. Em princípio foram coletados dados pertinentes a acidentes na empresa selecionada, fazendo um levantamento das formas de prevenção e os sistemas automatizados que poderíamos empregar no processo.

4 RESULTADOS

4.1 Análise dos dados de Produção

A produção de colchões na FA Maringá se dá numa linha contínua, em que se tem o tratamento da espuma, corte das mesmas, costura das faixas e tecidos em outro setor e montagem na parte final de produção do colchão, tudo conforme ilustrado anteriormente na Figura 3. A fábrica recebe por dia uma média de 1.400 à 1.500 pedidos de colchões para serem produzidos, incluindo os vários tipos de colchões.

Para a produção do colchão Sonomar, a máquina de corte de espumas (Figura 4), corta em média 500 mantas de espuma por dia; no total são em média 850 mantas por dia devido aos outros modelos.



Figura 4: Máquina de Corte de Espumas (Fonte: própria)

4.2 Índices de Acidentes

Segundo dados da empresa, constatou-se que nos últimos 5 anos de atividades ocorreram 46 acidentes de trabalho; 31 acidentes sem perda de tempo (SPT) e 15 acidentes com perda de tempo (CPT). Dos acidentes CPT's ocorridos na fábrica, 11 foram relacionados com a máquina de cortar espuma, estes dados podem ser mais bem visualizados na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1: Dados Relativos aos Acidentes na Máquina de Corte (Fonte: própria)

Tipo de acidente	Quantidade	Total Acumulado	Porcentagem	% Acumulado
Desatenção	6	6	54,55	54,55
Manutenção	2	8	18,18	72,73
5s	2	10	18,18	90,91
Outros	1	11	9,09	100,00
Total	11		100,00	

4.2.1 Gráfico de Pareto

Baseado na Tabela 1 acima, gerou-se um Gráfico de Pareto conforme a Figura 5 abaixo:

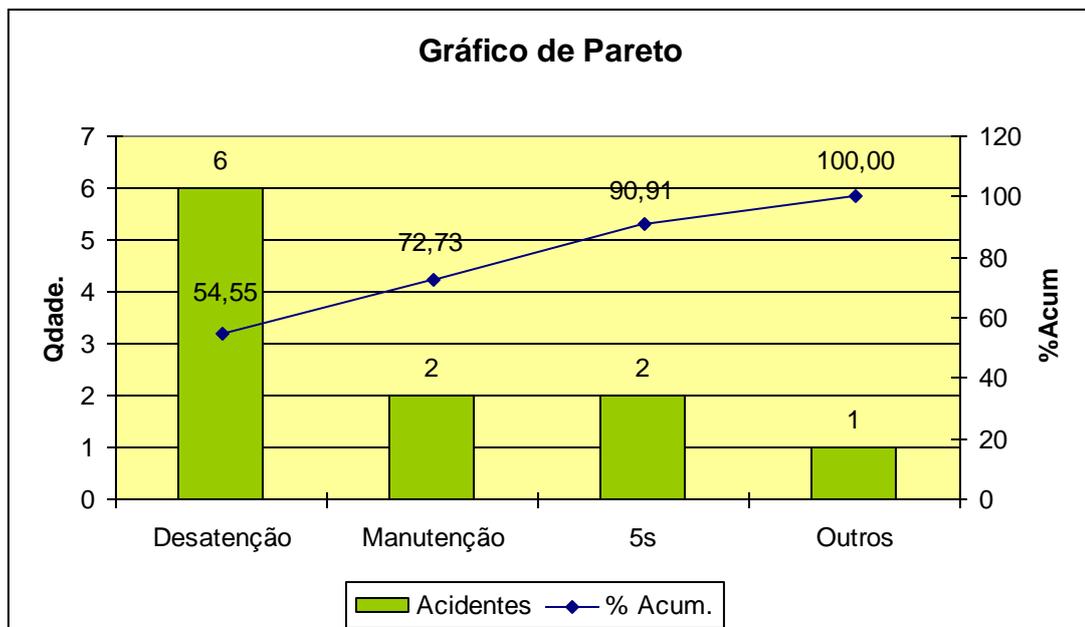


Figura 5: Gráfico de Pareto para Acidentes na Máquina de Corte (Fonte: própria)

O gráfico da Figura 5 mostra que o maior número de acidentes na máquina de corte de espumas ocorre devido à desatenção dos operadores, esta causa representa 54,55% dos acidentes naquela máquina.

As causas da desatenção que levam os operadores a sofrerem os acidentes foram levantadas por meio de um Diagrama de Causa e Efeitos.

4.2.2 Diagrama de Causa e Efeito

Este diagrama é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre o resultado de um efeito e as causas do processo que possam afetar o resultado buscado, demonstrando todos os fatores que condicionam para a causa daquele efeito. Para o efeito de “desatenção” mencionado acima, tem-se a Figura 6 que apresenta as causas:

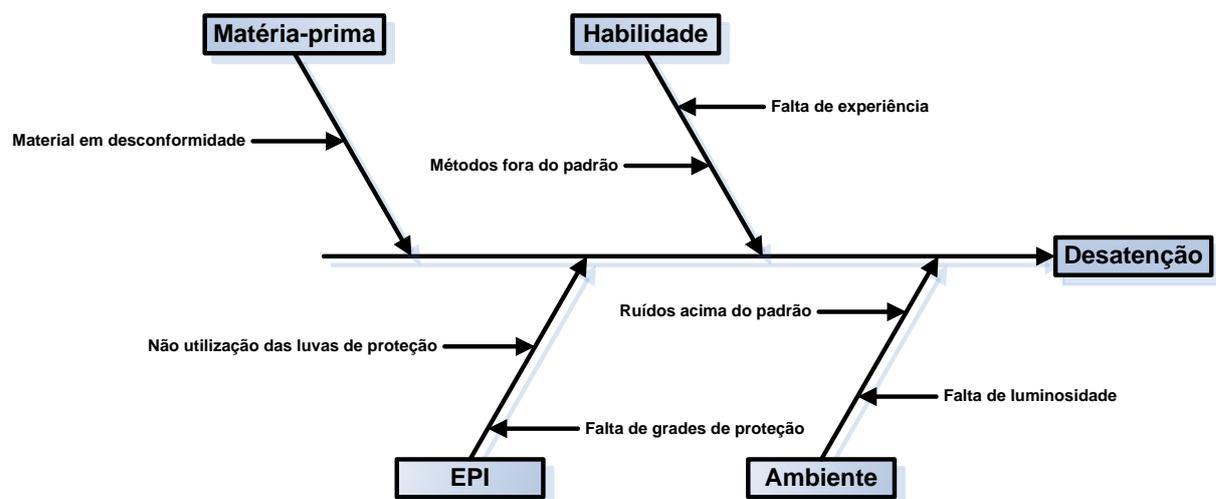


Figura 6: Diagrama de Causa e Efeito para Acidente (Fonte: própria)

Conforme a Figura 6, a “desatenção” é o efeito principal, ou seja, o motivo dos acidentes. Ligados a característica principal, temos as causas principais para aquela característica, habilidade, matéria-prima, ambiente e equipamento de proteção individual (EPI). Para cada causa principal têm-se as secundárias, conforme descritas a seguir.

Com relação à habilidade dos operadores, foi constatado que o motivo dos acidentes seria a falta de experiência, normalmente quando o operador é novo naquela atividade, isto faz com que acidentes possam ocorrer mais facilmente. Outra situação é quando o operador não está obedecendo às normas para execução daquela atividade (cortar espuma), também ocorrem de se cortarem.

No que diz respeito à matéria-prima, o problema encontrado foi quando os blocos de espuma não estavam ainda no ponto certo, após a “cura”; ocasionando assim uma má manipulação do material que chegou até a causar acidente.

Quanto ao ambiente, devido à falta de iluminação e os fortes ruídos que uma ou outra máquina faz, os operadores acabam se distraindo e muitas vezes não percebem quando chegou ao fim do curso de corte. Esta causa de acidente poderia ser muito bem evitada com a instalação dos sensores de aproximação, que não permitiriam a aproximação das mãos dos operadores próxima à faca de corte quando a espuma estivesse chegando ao fim.

Por fim, para o corte de espuma deveria ser usado uma luva especial de proteção, feita com malhas de aço, essa luva protegeria a mão do operador caso este encostasse na faca de corte, mas dificilmente ela é utilizada. Outro ponto a ser adicionado, como os sensores ou mesmo uma grade de proteção ajudaria a manter a distância do operador com a faca de corte e se concentrar na atividade. Estas são medidas que devem ser providenciadas junto a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) da empresa e treinamentos para os colaboradores.

4.3 Proposta de Automação

Para as causas mencionadas no item 4.2.2, os equipamentos de automação que poderiam ser empregados são: o tapete de segurança, este que cobriria uma área de 2m² na parte oposta ao painel de controle da máquina, evitando assim que outros operadores se aproximassem demasiadamente da máquina quando esta estivesse operando.

Outro equipamento que poderíamos aplicar seria o sensor de aproximação; este seria aplicado próximo à lâmina de corte de espuma, para que o operador acompanhasse o bloco de espuma somente até obter a espessura desejada e não aproximasse os dedos perto da lâmina.

4.4 Custo Operacional por Acidente

Segundo informações trabalhistas, quando um colaborador sofre um acidente e tem que se afastar, com até 15 dias de afastamento os encargos do colaborador são pagos pela própria empresa, após este período, este já entra em seguro com o Instituto Nacional de Seguro Social (INSS).

Assim, para um operador da cortadeira que recebe em média R\$760,00, a empresa teria um prejuízo de produção com pelo menos R\$380,00 com afastamento do operador, além da necessidade de realocar outro operador para aquela atividade. Com as paradas de atendimento e tudo mais, há uma grande perda na produtividade dos colchões, pois estes perdem o fluxo normal de produção.

Temos pela equação (2) que $C = C1$, assim o custo mínimo de um acidente seria:

$$C = R\$380,00$$

onde o $C2$ e o $C3$ seriam variáveis conforme o tipo de lesão.

4.5 Custo de Instalação dos Equipamentos de Segurança

Segundo pesquisa feita em mercado, para atender as necessidades de instalação dos equipamentos de segurança, seriam necessários os produtos:

Tabela 2: Orçamento para Equipamentos (Fonte: Eletr o Painel)

PRODUTO	Qtde	Prç. Unit.	Prç. Total
Tapete de Segurança SMS 500 x 1000mm	4	2.840,00	11.360,00
Perfil SMS Barra 1000mm Preto	2	215,80	431,60
Perfil SMS 50-430mm Preto	2	114,50	229,00
Cantoneira para Tapete de Segurança	4	94,50	378,00
Sensor Fotoelétrico FS 88R	1	395,00	395,00
TOTAL			12.793,60

Com relação ao custo de mão-de-obra, para instalação destes equipamentos, o fornecedor dos produtos oferece a mão-de-obra inclusa no preço, pois esta possui colaboradores próprios treinados para a instalação do produto.

4.6 Custo com Manutenção

Segundo manual do fabricante, com o equipamento recém instalado, uma manutenção preventiva será necessária após 6 meses e após esse período, outras serão necessárias a cada 3 meses.

Um técnico licenciado para realizar a manutenção dos equipamentos, cobra em média R\$90,00 por hora. Levando aproximadamente 2 horas para realização completa da manutenção; custo total \pm R\$200,00.

Estes equipamentos possuem baixa probabilidade de falha, além de tudo, ainda vêm com garantia de até dois anos aonde, se por ventura vir a ocorrer algum problema com o produto, o fornecedor repõe o produto imediatamente.

4.7 Eficiência do Processo Automatizado

Em um dia, um operador em condições normais de trabalho corta espuma pra produção de um colchão em até 5 minutos. Em média, quando há algum acidente, o tempo de parada na produção chega à até 2 horas.

Com isso, podemos considerar que, na implantação do sistema de produção, teríamos uma disponibilidade de produção de 120 min., o que levaria o operador a cortar o equivalente a 24 colchões em espuma.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados dois temas distintos, porém que se ajustam e somam-se para atender um mesmo objetivo, trata-se da automação industrial e da segurança no trabalho. Com relação aos objetivos propostos, verificamos que houve uma abordagem sobre as novas tecnologias de automação industrial, voltadas a prevenção de acidentes de trabalho; onde vários produtos foram levantados com pesquisa de mercado e houve, inclusive, um estudo financeiro para implantação dos mesmos.

No estudo de caso foram verificadas as principais causas de acidentes em uma fábrica de colchões, juntamente com o levantamento dos custos por afastamento, por colaborador. Ainda referente a custos, um levantamento sobre os equipamentos de proteção automatizados foi gerado. Assim, verificamos que a implantação destes equipamentos de automação para segurança, não só traria mais produtividade para a planta, pois os operadores trabalham mais motivados por pensarem que a empresa se preocupa com eles; como os custos com afastamento por acidente, que ocorreu na empresa com os 11 colaboradores, poderiam “pagar” pelos equipamentos de segurança e algumas destas pessoas ainda teriam dedos nas mãos.

Por fim, é possível concluir que a segurança das pessoas é mais importante em qualquer processo produtivo, pois nenhuma situação de produção, faturamento, treinamento, etc., podem substituir um ser humano.

6 REFERÊNCIAS

- ABRASEG, **Estatísticas de Acidentes de Trabalho no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abraseg.com.br/estat.htm>> Acessado em: 17 de abril de 2009.
- ACE SCHMERSAL, **Visão e Filosofia da Empresa**. Disponível em: <<http://www.schmersal.com.br/filosofia.php>> Acessado em: 28 de agosto de 2009-a.
- ACE SCHMERSAL, **Divisão na Produção, Automação**. Disponível em: <<http://www.schmersal.com.br/automacao.php>> Acessado em: 28 de agosto de 2009-b.
- AREASEG, **Que é Segurança do Trabalho?** Disponível em: <<http://www.areaseg.com/seg/>> Acessado em: 13 de abril de 2009.
- ATLAS, Manuais de Legislação. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 54^a ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2004.
- CICCO, Francesco De. Manual Sobre Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho. **Introdução aos Sistemas Integrados de Gestão**. Volume 1. São Paulo: Editora Tecnotexto S/C Ltda., 1995.
- CICCO, Francesco De. Manual Sobre Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho. **A Nova Norma BS 8800**. Volume 2. São Paulo: Editora Tecnotexto S/C Ltda., 1996.
- DENISENSOR, **Segurança industrial**. Disponível em: <<http://www.denisensor.com/>> Acessado em: 15 de abril de 2009.
- ELETRO PAINEL, **Produtos**. Disponível em: <<http://www.eletropainel.com.br/produtos>> Acessado em: 23 de outubro de 2009.
- EUROGAM, **Automação Industrial**. Disponível em: <<http://www.eurogam.com.br/index-2.html>> Acessado em: 13 de abril de 2009.
- F.A. Maringá, **Empresa**. Disponível em: <<http://www.famaringa.com.br/empresa.php>> Acessado em: 18 de maio de 2009.
- GOMIDE, F.A. de Campos. NETTO, M.L. de Andrade. **Introdução a Automação Industrial Informatizada**. Campinas: Editora Kapelusz, 1986.
- METALTEX, **Automação**. Disponível em: <<http://www.metaltex.com.br/Automação>> Acessado em: 17 de setembro de 2009.
- MITROF, Hudson de Velasco. **Aplicação do Gerenciamento de Riscos Tomada de Decisão nas Políticas Públicas**. 1994, Tese - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.
- MONTGOMERY, Douglas C.. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4^a ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., 2001.

MORAES, Cícero Couto de. CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. São Paulo: LTC Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., 2001.

SHST, Universidade Aberta. **Causas dos Acidentes**. Disponível em: <<http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/introhsst/uni2/causas.html>> Acessado em: 17 de setembro de 2009.

TAVARES, José da Cunha. **Noções de Prevenção e Controle de Perdas em Segurança do Trabalho**. 3ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.

TAVARES, José da Cunha. **Tópicos de Administração Aplicada à Segurança do Trabalho**. 4ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**