

# PREVENÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

Uma Abordagem Integrada



José Vieira de Figueiredo Junior

**PREVENÇÃO E CONTROLE  
DE PERDAS**  
**Uma Abordagem Integrada**

**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministro da Educação**

Fernando Haddad

**Secretaria de Educação Profissional Tecnológica**

Eliezer Moreira Pacheco

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
do Rio Grande do Norte (IFRN)**

**Reitor**

Belchior de Oliveira Rocha

**Diretor do Campus Central de Natal**

Enilson Araújo Pereira

**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação**

José Yvan Pereira Leite

**Coordenador da Editora do IFRN**

Samir Cristino de Souza

**Conselho Editorial**

Samir Cristino de Souza (Presidente)

André Luiz Calado de Araújo

Dante Henrique Moura

Jerônimo Pereira dos Santos

José Yvan Pereira Leite

Valdenildo Pedro da Silva

**José Vieira de Figueiredo Junior**

**PREVENÇÃO E CONTROLE DE PERDAS**  
**Uma Abordagem Integrada**

**IFRN**  
*Editora* ■■■■■  
**2009**

Prevenção e Controle de Perdas: Uma Abordagem Integrada  
© Copyright 2009 da Editora do IFRN

Todos os direitos reservados

Nenhuma parte dessa publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora do IFRN.

Divisão de Serviços Técnicos.  
Catalogação da publicação na fonte.  
Biblioteca Sebastião Fernandes (BSF) – IFRN

F475p Figueiredo Júnior, José Vieira.  
Prevenção e controle de perdas:  
abordagem  
integrada – Natal : IFRN Editora, 2009.  
185 p. : il.

ISBN 978-85-89571-66-1

1. Segurança do trabalho. 2. Engenharia  
de segurança. 3. Trabalho - Gerenciamento de  
riscos. I. Título.

CDU 614.8

## **EDITORAÇÃO**

Samir Cristino de Souza

## **DIAGRAMAÇÃO E CAPA**

Tuyanne Taynnar Queiroz de Medeiros

## **CONTATOS**

Editora do IFRN

Av. Senador Salgado Filho, 1559, CEP: 59015-000

Natal-RN. Fone: (84)4005-2668/ 3215-2733

Email: editora@cefetrn.br

A DEUS, fonte de todo amor e sabedoria, razão de nossa existência, que me ajudou e orientou em mais este projeto de minha vida.

### **OFEREÇO**

A meus pais, José e Esmeralda, exemplos de alicerce na educação e dedicação à família;

A Ivana, minha querida e adorada esposa, que me ajuda com sua força, entusiasmo, alegria e amor, em minhas conquistas diárias;

Aos meus queridos filhos, Márcio e Vanessa, pelo carinho, compreensão e apoio em todos os momentos da minha vida.

### **DEDICO**



## SUMÁRIO

<b>Prefácio</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
1. INTRODUÇÃO AO PREVENCIÓNISMO.....	13
1.1 Evolução Histórica.....	15
1.2 A Engenharia De Segurança Tradicional.....	25
1.3 Estudos Realizados.....	30
1.3.1. Estudos de H. W. Heinrich e R. P. Blake.....	31
1.3.2. Estudos de Frank Bird Jr.....	33
1.3.3. Estudos da Insurance Company of North America (ICNA).....	40
1.3.4. Estudos de John A. Fletcher e H.M. Douglas .....	41
1.3.5. Estudos de Willie Hammer.....	45
1.4. Considerações Gerais.....	47
<b>CAPÍTULO II</b> .....	49
2. CUSTOS.....	49
2.1. Custo Direto ou Custo Segurado.....	49
2.2. Custo Indireto ou Custo Não Segurado.....	49
<b>CAPÍTULO III</b> .....	53
3. SISTEMA CONVENCIONAL DE ANÁLISE DE ACIDENTES.....	53
3.1. A Gravidade dos Acidentes do Trabalho.....	55
3.2. Tabela de Dias Debitados.....	57
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	59
4. CONTROLE DE PERDAS.....	59
4.1. Política.....	59
4.1.1. Política de segurança.....	59
4.1.2. Escala de avaliação.....	60
4.1.3. Quadro de avaliação.....	60
4.1.4. Itens básicos de um plano de ação.....	61
4.2. Fatores.....	61

4.2.1. Fator humano.....	61
4.2.2. Instalações, máquinas e equipamentos.....	62
4.2.3. Materiais.....	62
4.2.4. Processos de produção.....	63
4.3. Organização.....	63
4.4. Programação.....	64
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>65</b>
5. AVALIAÇÃO TOTAL DAS PERDAS NUM PROCESSO.....	65
5.1. Determinação das Perdas de Acordo Com a Causa de Origem.....	65
5.1.1. Por fator humano.....	65
5.1.2. Por controle de qualidade.....	66
5.1.3. Por paralisação de equipamento.....	66
5.2. Perda Totais.....	67
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>73</b>
6. SEGURANÇA PATRIMONIAL.....	73
6.1. Introdução.....	73
6.2. Itens Básicos.....	73
6.3. O Serviço de Vigilância.....	74
6.3.1. O perfil do vigilante.....	75
6.3.2. Ronda interna e perimetral.....	75
6.3.3. O que a empresa espera da vigilância patrimonial.....	76
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>79</b>
7. INSPEÇÃO DE SEGURANÇA.....	79
7.1. Áreas Básicas para a Inspeção de Segurança.....	79
7.1.1. Ordem e limpeza.....	80
7.1.2. Proteção de máquinas / equipamentos.....	80
7.1.3. Proteção contra incêndio e explosões.....	82
7.1.4. Proteção ambiental.....	83
7.2. Áreas Básicas de Desperdícios.....	83
7.2.1. Desperdício de mão-de-obra.....	83

7.2.2. Desperdício de equipamentos.....	84
7.2.3. Desperdício de materiais.....	86
7.2.4. Desperdício de transporte.....	87
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>89</b>
8. PERMISSÃO DE TRABALHO (PT).....	89
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	<b>95</b>
9. ANÁLISE DE SEGURANÇA DO TRABALHO E PROCEDIMENTO DE TRABALHO.....	95
9.1. Análise de Segurança do Trabalho.....	95
9.1.1. Método da observação.....	98
9.1.2. Método de debates.....	100
9.1.3. Método da lembrança e verificação.....	101
9.2. Procedimento de Trabalho.....	101
<b>CAPÍTULO X.....</b>	<b>103</b>
10. OBSERVAÇÃO PLANEJADA DO TRABALHO (OPT).....	103
10.1. Introdução.....	103
10.2. OPT.....	103
10.2.1. Elaboração da OPT.....	104
10.2.2. Benefícios da OPT.....	106
10.2.3. Importância da OPT.....	106
<b>CAPÍTULO XI.....</b>	<b>109</b>
11. ANÁLISE DE RISCOS.....	109
11.1. Evolução Histórica.....	110
11.2. Gerenciamento de Riscos.....	114
11.2.1. Fases do processo de gerenciamento de riscos.....	117
11.3. Conceitos Básicos.....	120
11.4. Técnicas de Análises de Riscos.....	126
11.4.1. Série de riscos.....	133
11.4.2. Análise Preliminar de Riscos (APR).....	137
11.4.3. Técnica de Incidentes Críticos.....	144

11.4.4. Análise de Modos de Falhas e Efeitos.....	152
11.4.5. Análise de Árvore de Falhas.....	161
<b>CAPÍTULO XII.....</b>	<b>175</b>
12. CONFIABILIDADE.....	175
12.1. Definição.....	175
12.2. Cálculo da Confiabilidade.....	177
12.3. Sistema de Componentes em Série.....	179
12.4. Sistema de Redundância Paralela.....	180
12.5. Melhoria da Confiabilidade.....	183
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>185</b>

## Prefácio

---

Há algum tempo, a segurança e saúde do trabalho vem sendo considerada uma preocupação para a sociedade, mas permanentemente surgem novos desafios para empresas, trabalhadores e especialistas dessa área, em função das mudanças vivenciadas pelos meios de produção, a cada dia mais automatizados e competitivos. Essa realidade por si mesma aponta para a necessidade de revisitar o tema da prevenção dos acidentes e das doenças decorrentes do trabalho e de suas consequências.

Eis o que nos propõe, com uma ênfase na prevenção e controle de perdas, a leitura deste livro do Prof. José Vieira de Figueiredo Junior, cuja autoridade no assunto se apoia na vasta experiência de quem integra a equipe pioneira de docentes da então Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte (ETFRN) – hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – que implantou em 1990 o curso técnico de Segurança do Trabalho.

Ao repassar importantes conceitos e terminologia da área, o livro destaca-se por compilar ensinamentos de diversas fontes, organizados de forma resumida e integrada com detalhes didáticos inovadores, contemplando princípios e ferramentas efetivas de segurança, o que o credencia a se constituir num excelente instrumento de estudo e pesquisa para a comunidade acadêmica, bem como para profissionais militantes do campo de segurança do trabalho e saúde ocupacional.

Por tudo isso, aliado ao fato de também ter integrado essa mesma equipe, no seio da qual se plasmou esta obra, é com muita satisfação que atendemos ao pedido do autor para prefaciá-la, desejando que ela chegue a cumprir seus objetivos e possa servir de guia a quantos se ocupem em tornar o ambiente de trabalho mais protegido e saudável.

Francisco das Chagas de Mariz Fernandes

Professor do IFRN e Pró-Reitor de Planejamento e  
Desenvolvimento Institucional



# Capítulo I

---

## 1. INTRODUÇÃO AO PREVENCIÓNISMO

*“ Agora é tarde mas se antes tivesse ouvido.... Não posso negar que nunca fui alertado e quando aconselhado ria, satirizava, não dava atenção e até debochava daquele profissional de segurança que se mostrava preocupado com o meu bem estar e a minha integridade física. Não estava preocupado com histórias de que era importante usar algum EPI. Normalmente agredia o profissional de segurança com palavras pesadas, estas mesmas que vocês estão pensando, enquanto ele estava preocupado comigo. Sempre dizia que no final do expediente, eu precisava voltar para casa, para minha família (esposa, namorada, filhos, pais) e o tinha como inimigo. Criticava dizendo que ele ganhava muito e não fazia nada, tachando-o de chato. Hoje descobri que tudo que o profissional de segurança havia dito era de fato verdade e se fazia necessário, pois agora no meu estado, o que mais me dói não é estar desse jeito, e sim saber que fui alertado e não dei ouvidos. Estar mutilado das pernas e cego não é nada, duro é ter que passar o resto da minha vida ouvindo na minha consciência aquela voz me dando conselho sobre a forma correta de se desenvolver o trabalho. Amigo trabalhador se você pensa como eu pensava, esqueça! Ouça quem se dedica a fazer segurança para que seu fim não seja o mesmo que o meu”.*

Quantas vezes já foram ouvidas palavras ou depoimentos deste tipo? Para a maioria dos funcionários de uma empresa, a área de segurança não tem o seu devido valor até que um acidente aconteça.

Há algum tempo, quando se pensava em segurança no trabalho, a idéia era distribuir alguns protetores auriculares, comprar meia dúzia de capacetes, calçar o pessoal com botas e estava tudo resolvido. A CIPA ( Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), do ponto de vista dos empregados era apenas um

meio de garantir a estabilidade no emprego e, do ponto de vista do empregador era uma perda de tempo uma vez que haviam “coisas mais importantes a fazer”.

A contratação do pessoal habilitado tais como: técnicos, engenheiros e médicos do trabalho era tratada como mera formalidade, apenas com o objetivo de cumprir a legislação e, mesmo assim, o trabalho desses profissionais era desviado para outras atividades tais como segurança patrimonial, administração de refeitório, serviços gerais, etc ... O resultado desse descaso está gravado nas estatísticas oficiais que, mesmo sem considerar ocorrências não comunicadas, chegam a conclusões alarmantes.

Felizmente, graças ao empenho de profissionais da área, a maturidade administrativa de alguns executivos e a formação contínua de uma legislação específica para o assunto, podemos vislumbrar a reversão desse quadro sombrio. Isto em virtude da mudança gradativa na conceituação básica, baseada na prevenção de acidentes, com foco na eliminação ou neutralização dos riscos e dedicando tratamento científico, pesquisa, métodos, procedimentos e técnicas específicas aplicadas à segurança do trabalho desde o projeto até a operação nos processos produtivos.

Ficou claro, com o passar dos anos, que o desenvolvimento do tratamento objetivo à segurança, depende mais e mais do comprometimento real da direção das empresas em colocar este assunto entre as prioridades, definindo diretrizes, traçando metas, estabelecendo prazos, cobrando soluções com a mesma importância dedicada a produção, vendas, marketing, preços, prazos, qualidade, recursos humanos, logística e manutenção.

O trabalho de conscientização para segurança é uma tarefa de ombro a ombro onde as gerências atuam, incentivam e dão o exemplo. As supervisões orientam e treinam e os colaboradores praticam o trabalho com segurança.

Paralelamente é executado todo um processo técnico de gerenciamento de riscos, identificação e neutralização de causas potenciais, escolha adequada de EPI's (Equipamento de

Proteção Individual), indicação de EPC's (Equipamentos de Proteção Coletiva), eliminação de condições inseguras, sugestão, implantação e consolidação de procedimentos e principalmente treinamento. É nesse ambiente que se destaca a atuação profissional dos técnicos de segurança, engenheiros de segurança e médicos do trabalho.

## **1.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA**

Inicialmente, em diversos países, surgiram e evoluíram ações tendentes a prevenir danos as pessoas decorrentes de atividades laborais. Foram elaboradas normas e disposições legais, enfim, toda uma legislação social de “reparação” de danos (lesões).

Dessa forma, o Seguro Social (Previdência Social) realizava, e realiza, ações assegurando o risco de acidentes.

Por outro lado, estudiosos como H.W. HEINRICH e ROLAND P. BLAKE apontavam a necessidade de ações tão ou mais importantes, que deveriam tender a prevenir os acidentes, além de assegurar também o risco de lesões.

O risco é uma característica inevitável da existência humana. Nem o homem, nem as organizações e sociedade aos quais pertence podem sobreviver por um longo período sem a existência de tarefas perigosas.

Desde as épocas mais remotas, grande parte das atividades às quais o homem tem se dedicado, apresentam uma série de riscos em potencial, freqüentemente concretizados em lesões que afetam sua integridade física ou sua saúde.

Assim, o homem primitivo teve sua integridade física e capacidade produtiva diminuídas pelos acidentes próprios da caça, da pesca e da guerra, que eram consideradas as atividades mais importantes de sua época. Depois, quando o homem das cavernas se transformou em artesão, descobrindo o minério e os metais, conseguiu facilitar seu trabalho pela fabricação das primeiras ferramentas, conhecendo também, as primeiras doenças do trabalho, provocadas pelos próprios materiais que utilizava.

Após a revolução industrial, as relações entre o homem e seu trabalho sofreram drásticas mudanças. O homem deixou o risco de ser apanhado pelas garras dos animais, para submeter-se ao risco de ser apanhado pelas garras das máquinas.

Junto com a evolução industrial proporcionada pelas novas e complexas máquinas, surgiram os riscos e os acidentes da população trabalhadora. Face às exigências de melhores condições de trabalho e maior proteção ao trabalhador, são dados os primeiros passos em direção à proteção da saúde e vida dos operários. A Engenharia de Segurança toma forma e com os estudos de Ramazzini - o Pai da Medicina do Trabalho -, passando por Heinrich, Fletcher, Bird, Hammer e outros, evolui e muda conceitos, ampliando sua abordagem desde as filosofias tradicionais até nossos dias.

O processo tradicional de segurança baseado em trabalhos estatísticos, que servem para determinar como o trabalho afeta o elemento humano, através de um enfoque altamente filosófico, mas sem tomar atitudes concretas frente ao alto índice de acidentes, dá lugar a novos conceitos, e os acidentes deixam de se tornar eventos incontroláveis, aleatórios e de causas inevitáveis para tornarem-se eventos indesejáveis e de causas conhecidas e evitáveis.

Sem desmerecer as filosofias tradicionais, pois elas são um instrumento valioso e o passo inicial para buscar eficazmente não apenas a correção mas a prevenção dos acidentes, torna-se imperativo para o desenvolvimento e crescimento social e econômico de uma nação, que tanto os órgãos governamentais quanto à iniciativa privada vejam no homem sua riqueza maior e compreendam que investir em segurança é um ótimo negócio.

As atividades laborativas nasceram com o homem e sempre existiram condições e atos inseguros. O problema dos acidentes e doenças profissionais acompanha o desenvolvimento das atividades do homem através dos séculos. Partindo da atividade predatória, evoluiu para a agricultura e o pastoreio, alcançou a fase do artesanato e atingiu a era industrial, sempre acompanhado de novos e diferentes riscos que afetavam e ainda afetam sua vida e saúde.

Na época atual, o trabalho humano vem se desenvolvendo sob condições em que os riscos são em quantidade e qualidade mais numerosos e mais graves do que aqueles que há mais de cem anos eram ameaça ao homem na sua busca diária de prover a própria subsistência.

O homem pré-histórico procurava proteção contra animais ferozes adestrando-se na caça e vivendo em cavernas. Inicialmente, a maneira com a qual subsistia e enfrentava os perigos era devida à sua astúcia, inteligência superior e uso de suas mãos. Com a descoberta do fogo e das armas e a própria organização tribal com maior planejamento e ação grupal, o homem evoluiu cientificamente e obteve maior proteção, porém, novos riscos foram introduzidos. A invenção do machado de pedra, um avanço para assegurar alimentação para si e sua família, incorria em graves acidentes devido a práticas inseguras em seu manejo. Portanto, tanto o homem pré-histórico quanto o da Idade da Pedra já estavam constantemente expostos a perigos na vida diária, em sua luta pela existência.

Correr riscos é, pois, uma história antiga.

Antes da Revolução Industrial, com o artífice individual e ainda quando a força usada era em geral a humana ou a tração animal, os acidentes mais graves eram devidos a quedas, queimaduras, afogamentos, lesões devidas a animais domésticos. Com a aplicação da energia hidráulica à manufatura, seguida da aplicação da máquina a vapor e eletricidade, ocorreu uma evolução grandiosa na invenção de novas e melhores máquinas que acompanhassem a industrialização, incorporando novos riscos e tornando os acidentes de trabalho maiores e mais numerosos. Mesmo assim, pouco se falava em saúde ocupacional.

O desenvolvimento tecnológico e o domínio sobre forças cada vez mais amplas deram nascimento a uma extensa gama de situações perigosas em que a máquina, as engrenagens, os gases, os produtos químicos, a poeira, etc., vem envolvendo o homem de tal forma que obrigam-no a agir com cautela enquanto trabalha, uma vez que está suscetível, a qualquer momento, de sofrer uma lesão irreparável ou até mesmo a morte.

Juntamente com a evolução industrial, as pessoas e empresas passaram a ter uma preocupação maior com o elevado índice de acidentes que se proliferava. Nos tempos modernos, uma das grandes preocupações nos países industrializados é com respeito à saúde e proteção do trabalhador no desempenho de suas atividades. Esforços estão sendo direcionados para este campo, visando uma redução do número de acidentes e efetiva proteção dos acidentados e dependentes.

Não é sem motivos que as nações vem se empenhando em usar meios e processos adequados para proteção do homem no trabalho, procurando evitar os acidentes que o ferem, destroem equipamentos e ainda prejudicam o andamento do processo produtivo.

Embora como citado, o trabalho, os riscos inerentes a ele e os acidentes tenham surgido na Terra junto com o primeiro homem, as relações entre as atividades laborativas e a doença permaneceram praticamente ignoradas até cerca de 250 anos atrás. Foi no século XVI que algumas poucas observações começaram a surgir, evidenciando a possibilidade de que o trabalho pudesse ser causador de doenças.

As primeiras referências escritas, relacionadas ao ambiente de trabalho e dos riscos inerentes a eles, datam de 2360 a.C., encontradas num papiro egípcio, o "Papiro Seller II", que diz: "Eu jamais vi ferreiros em embaixadas e fundidores em missões. O que vejo sempre é o operário em seu trabalho; ele se consome nas goelas de seus fornos. O pedreiro, exposto a todos os ventos, enquanto a doença o espreita, constrói sem agasalho; seus dois braços se gastam no trabalho; seus alimentos vivem misturados com os detritos; ele se come a si mesmo, porque só tem como pão os seus dedos. O barbeiro cansa os seus braços para encher o ventre. O tecelão vive encolhido - joelho ao estômago - ele não respira. As lavadeiras sobre as bordas do rio são vizinhas do crocodilo. O tintureiro fede a morrinha de peixe, seus olhos são abatidos de fadiga, suas mãos não param e suas vestes vivem em desalinho". Em 460 a.C. Hipócrates, considerado o Pai da Medicina, também fala dos acidentes e doenças de trabalho.

Em 1556 George Bauer publicou o livro "De Re Metallica", onde foram estudados os problemas relacionados à extração de minerais argentíferos e auríferos e à fundição de prata e ouro. Ele discute os acidentes do trabalho e as doenças mais comuns entre os mineiros, em destaque a "asma dos mineiros", que segundo o autor era provocada por poeiras corrosivas, cuja descrição dos sintomas e rápida evolução da doença demonstraram tratar-se de silicose, mas cuja origem não ficou claramente descrita.

Onze anos após a publicação deste livro aparece a primeira monografia sobre as relações entre trabalho e doença, de autoria de Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim - o famoso Paracelso -, intitulada "Dos ofícios e doenças da montanha", onde foram realizadas numerosas observações relacionando métodos de trabalho e substâncias manuseadas, com doenças. Fala, na sua obra, da silicose e das intoxicações pelo chumbo e mercúrio sofridas pelos mineiros e fundidores de metais.

Apesar da importância destes estudos, os mesmos permaneceram ignorados por mais de um século, não sendo feito nada a respeito da proteção e saúde do trabalhador.

Foi apenas em 1700, com a publicação da obra "De Morbis Artificum Diatriba" do médico italiano Bernardino Ramazzini que o assunto de doenças do trabalho começou a ter maior repercussão. Ramazzini, considerado o Pai da Medicina do Trabalho, descreveu uma série de doenças relacionadas à cerca de 50 profissões, alertando para a desinformação quanto ao risco das inúmeras doenças que qualquer trabalhador poderia estar sendo alvo.

Mesmo sendo um marco para a Engenharia de Segurança, o trabalho de Ramazzini foi praticamente ignorado por quase um século, pois na época ainda predominavam as corporações de ofício com número pequeno de trabalhadores, com sistema de trabalho peculiar e, por este motivo, com pequena incidência de doenças profissionais.

Com o aparecimento da primeira máquina de fiar, a Revolução Industrial Inglesa entre 1760 e 1830 veio a mudar

profundamente toda a história da humanidade. O advento das máquinas, que fiavam em ritmo muitíssimo superior ao do mais hábil artífice, a improvisação das fábricas e a mão-de-obra destreinada, constituída principalmente de mulheres e crianças, resultou em problemas ocupacionais extremamente sérios. Os acidentes de trabalho passaram a ser numerosos, quer pela falta de proteção das máquinas, pela falta de treinamento para sua operação, pela inexistência da jornada de trabalho, pelo ruído das máquinas monstruosas ou pelas más condições do ambiente de trabalho. A medida que novas fábricas se abriam e novas atividades industriais eram iniciadas, maior o número de doenças e acidentes, tanto de ordem ocupacional como não-ocupacional.

Diante do quadro apresentado e da pressão da opinião pública, criou-se no Parlamento Britânico, sob a direção de sir Robert Peel, uma comissão de inquérito, conseguindo em 1802 a aprovação da primeira lei de proteção aos trabalhadores, a "Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes", estabelecendo a jornada diária de doze horas de trabalho, que proibia trabalho noturno, obrigava os empregadores a lavar as paredes das fábricas duas vezes por ano e tornava obrigatória a ventilação destas. Esta lei foi seguida de diversas outras complementares, mas mesmo assim, parcela mínima do problema foi resolvida, pois as leis, devido à forte oposição dos empregadores, geralmente tornavam-se pouco eficientes.

Em 1830, o proprietário de uma fábrica inglesa, descontente com as condições de trabalho de seus pequenos trabalhadores, procurou o médico inglês Robert Baker - que viria a ser nomeado pelo parlamento britânico como Inspetor Médico de Fábrica-, para auxiliá-lo quanto a melhor forma de proteger a saúde de seus operários. Baker, conhecedor da obra de Ramazzini e há bastante tempo estudando o problema de saúde dos trabalhadores aconselhou-o a contratar um médico para visitar diariamente o local e estudar a influência do trabalho sobre a saúde dos pequenos operários, que deveriam ser afastados de suas atividades quando notado que estas estivessem prejudicando a saúde dos mesmos. Era o surgimento do primeiro serviço médico industrial em todo o mundo.

O fato acima veio a culminar em 1831 com um relatório da comissão parlamentar de inquérito, sob a chefia de Michael Saddler, que finalizava com os seguintes dizeres: "Diante desta comissão desfilou longa procissão de trabalhadores - homens e mulheres, meninos e meninas. Abobalhados, doentes, deformados, degradados na sua qualidade humana, cada um deles era clara evidência de uma vida arruinada, um quadro vivo da crueldade do homem para com o homem, uma impiedosa condenação daqueles legisladores, que quando em suas mãos detinham poder imenso, abandonaram os fracos à capacidade dos fortes". Em 1833, com o impacto deste relatório sobre a opinião pública, foi baixado o "Factory Act, 1833", a Lei das Fábricas, a primeira legislação realmente eficiente no campo da proteção ao trabalhador, o que junto com a pressão da opinião pública, levou os industriais britânicos a seguirem o conselho de Baker. Neste mesmo ano, a Alemanha aprovava a Lei Operária. Criaram-se assim, os primeiros esforços do mundo industrial de reconhecimento à necessidade de proteção dos operários, fruto das reivindicações dos operários.

Em 1842, na Escócia, com James Smith como diretor-gerente de uma indústria têxtil, houve a contratação de um médico cujas incumbências iam desde o exame admissional e periódico até a orientação e prevenção das doenças tanto ocupacionais como não ocupacionais. Passaram então a existir as funções específicas do médico na fábrica.

A partir daí, com o grande desenvolvimento industrial da Grã-Bretanha, uma série de medidas legislativas passaram a ser estabelecidas em prol da saúde e segurança do trabalhador. Desde a expansão da Revolução Industrial em diversos países do resto da Europa, houve o aparecimento progressivo dos serviços médicos na empresa industrial, sendo que em alguns países, sua existência passou de voluntária, como na Grã-Bretanha, a obrigatória.

Nos Estados Unidos, os serviços médicos e os problemas de saúde de seus trabalhadores não tiveram atenção especial, apesar do acentuado processo de industrialização a partir da metade do século passado. Os primeiros serviços médicos de empresa industrial começaram a surgir no início do

presente século, a partir do aparecimento da legislação sobre indenizações em casos de acidentes de trabalho.

O objetivo básico dos empregadores era então reduzir o custo das indenizações, sendo que nas últimas décadas houve tal ampliação no programa, que os serviços médicos passaram a existir não somente nas indústrias cujo risco ocupacional fosse grande, mas também naquelas cujo risco era mínimo. Excelentes resultados foram obtidos neste país, levando os serviços médicos industriais a serem voluntariamente instalados nas fábricas, sendo que em 1954 deu-se origem aos princípios básicos que devem guiar o funcionamento desses, estabelecidos pelo Council of Industrial Health da American Medical Association e revistos em 1960 pelo Council on Occupational Health da mesma associação.

A conscientização e os movimentos mundiais com relação à saúde do trabalhador não poderiam deixar de interessar à Organização Internacional do Trabalho (OIT) e à Organização Mundial da Saúde (OMS). Desta forma, em 1950, a Comissão conjunta OIT-OMS sobre Saúde Ocupacional, estabeleceu de forma ampla os objetivos da Saúde Ocupacional. O tema, desde esta época, foi assunto de inúmeros encontros da Conferência Internacional do Trabalho a qual, em junho de 1953, adotou princípios, elaborando a Recomendação 97 sobre a Proteção à Saúde dos Trabalhadores em Locais de Trabalho e estabeleceu, em junho de 1959, a Recomendação 112 com o nome "Recomendação para os Serviços de Saúde Ocupacional, 1959".

A OIT define o serviço de saúde ocupacional como um serviço médico instalado em um estabelecimento de trabalho, ou em suas proximidades, com os objetivos de:

- Proteger os trabalhadores contra qualquer risco à sua saúde, que possa decorrer do seu trabalho ou das condições em que este é realizado;
- Contribuir para o ajustamento físico e mental do trabalhador, obtido especialmente pela adaptação do trabalho aos trabalhadores, e pela colocação destes

em atividades profissionais para as quais tenham aptidões;

- Contribuir para o estabelecimento e a manutenção do mais alto grau possível de bem-estar físico e mental dos trabalhadores.

O Brasil, como o restante da América Latina, teve sua Revolução Industrial ocorrendo bem mais tarde do que nos países europeus e norte-americanos, por volta de 1930, e embora tivéssemos em menor escala a experiência de outros países, passamos pelas mesmas fases, sendo que em 1970, se falava ser o Brasil o campeão de acidentes do trabalho.

Os serviços médicos em empresas brasileiras são razoavelmente recentes, e foram criados por iniciativa dos empregadores, consistindo inicialmente em assistência médica gratuita para seus operários, geralmente vindos do campo. Estes serviços tinham caráter eminentemente curativo e assistencial e não preventivo como recomendado pela OIT. Os movimentos nascidos com o fim de que o governo brasileiro seguisse a recomendação 112 não surtiram resultado, e somente em junho de 1972 o Governo Federal baixando a Portaria nº 3.237 e integrando o Plano de Valorização do Trabalhador, tornou obrigatória a existência dos serviços médicos, de higiene e segurança em todas as empresas com mais de 100 trabalhadores.

Não há dúvidas de que as doenças oferecem um sério obstáculo ao desenvolvimento sócio-econômico de um país, pois um trabalhador debilitado tem em grande parte sua capacidade de produção restringida, como pode ser verificado mais claramente nos países latino-americanos, cujo desenvolvimento ainda não proporcionou uma visão realmente clara da necessidade de se investir no bem-estar físico e mental de nossos trabalhadores.

Conforme evoca o círculo vicioso da pobreza de Winslow, "a pobreza leva a doença e esta por sua vez a produzir mais e mais pobreza", podemos nos reportar ao fato de que muitos trabalhadores vivendo em condições inadequadas de habitação, saneamento, alimentação deficiente, baixa renda,

com pouca ou nenhuma instrução em termos de higiene e grande exposição às doenças contagiosas, levam a uma situação de perdas para o país, tanto no aspecto econômico-financeiro quanto no humano-social. Os acidentes e doenças ocupacionais reduzem grandemente a capacidade da parcela mais significativa de uma nação, a população economicamente ativa, pela geração de incapacidade ou morte dos trabalhadores.

Os países da América Latina sofrem pelos elevados índices de incapacidade produzidos por acidentes e doenças profissionais, que se colocados em termos monetários, as cifras resultantes causariam realmente impacto. Talvez seja este alto custo em acidentes do trabalho um dos fatores que impede muitas empresas, principalmente latino-americanas, de competir no mercado aberto. E ainda, muitos empresários, ou por ignorância ou por expectativa desmedida de lucros imediatos, não percebem que a proteção do trabalhador em suas funções e na comunidade é um bom negócio.

É antieconômico, portanto, buscar o desenvolvimento industrial de um país sem resolver as conseqüências técnicas, sanitárias e sociais que este processo traz consigo, pois no balanço final verificar-se-ia que somente os custos de enfermidades e acidentes já seria superior aos novos bens produzidos.

Não se pode esquecer que por trás de qualquer máquina, equipamento ou material está o homem, a maior riqueza da nação, e se não bastasse isso para avaliarmos a importância da Segurança e Medicina do Trabalho, pode-se pensar que, enquanto uma indústria automobilística tem capacidade de produzir mais de 1.000 automóveis por dia com a ajuda humana, necessita-se de no mínimo 20 anos para formar um homem.

Torna-se imperativo que as próprias empresas com o passar do tempo passem a compreender a necessidade de prevenir acidentes e doenças ocupacionais, dado os danos e custos que produzem. Ao se estabelecer a obrigatoriedade das empresas de dispor de serviços especializados em segurança, higiene e medicina do trabalho, têm-se o propósito de evitar que acidentes e doenças ocupacionais ocorram e, em conseqüência, reduzir-se ao mínimo os danos que ocasionam.

## **1.2. A ENGENHARIA DE SEGURANÇA TRADICIONAL**

O sistema convencional de análise tem um caráter puramente estatístico e está baseado em fatos ocorridos (acidentes), sendo os índices daí retirados de discutível representatividade para o estabelecimento de ações de controle que reflitam coerentemente a potencialidade dos riscos presentes em cada ambiente de trabalho.

Sob o mesmo aspecto, no sistema tradicional os acidentes são analisados pela frequência de ocorrência e um relatório com descrição sumária dos mesmos. Os relatórios geralmente apresentam poucas informações quanto às condições de trabalho no local do acidente, não fornecendo subsídios suficientes para que essas condições sejam aperfeiçoadas.

O método tradicional de identificação de perigos, utilizado desde os princípios da tecnologia industrial até nossos dias, era o de se implantar uma fábrica e esperar para ver o que ocorria, ou seja, deixar que os acidentes ocorressem para só então tomar alguma atitude a respeito. Este tipo de método até poderia ser admissível antigamente, quando as dimensões do risco eram limitadas, mas de maneira alguma são concebíveis hoje em dia, em que a evolução é tal, que em função de maquinários, equipamentos e do próprio desenvolvimento do homem, acidentes podem acarretar conseqüências de elevada gravidade.

No modelo tradicional os programas de segurança são bastante limitados, baseando-se em alguns princípios já ultrapassados para o presente como:

- Prevenção de lesões pessoais;
- Atividade reservada para órgãos e pessoal especializado;
- Ações reativas, e não preventivas, baseadas em fatos já acontecidos;

- Aceitação do acidente como fato inesperado e de causas fortuitas e ou incontroláveis.

Vejamos porque estes princípios ou filosofias básicas da engenharia de segurança tradicional são considerados limitados dentro da realidade atual:

### **a) Segurança vista como sinônimo de prevenção de lesões pessoais**

Inicialmente a segurança nasceu e prosperou como atividade para fazer frente aos excessos praticados pelas empresas contra a força de trabalho. A preocupação em termos de segurança era totalmente voltada para morte ou lesões incapacitantes permanentes dos trabalhadores. A partir de acordos e algumas leis específicas foram criados alguns planos de assistência, beneficiando o empregado e sua família. Com o passar do tempo e com os avanços das lutas sociais, além dos planos de assistência, os trabalhadores passaram a ser cobertos por seguros e outros dispositivos que os protegia não apenas contra as lesões incapacitantes permanentes, mas também pela perda momentânea da capacidade de trabalho. Mais tarde, tiveram atenção especial outras formas de lesões pessoais, inclusive as que não afastavam o indivíduo do trabalho.

O fato das empresas adotarem planos para reduzir as lesões dos trabalhadores não aconteceu de forma voluntária, mas devido à pressão dos altos gastos financeiros oriundos das indenizações e seguros, às reivindicações sociais e à discriminação caso não acompanhassem os novos rumos da segurança.

Desta forma, apesar dos avanços, os acidentes que não envolvessem pessoas não tinham valor nenhum, embora muitos destes acidentes possuíssem as mesmas causas ou causas semelhantes aos acidentes com pessoas. O motivo deste desinteresse, talvez fosse devido ao simples desconhecimento do alto índice de ocorrência dos acidentes, bem como dos custos que acarretavam.

Apesar da evolução em que chegamos atualmente, em termos de engenharia e segurança do trabalho, esta filosofia

perdura até hoje em grande parte das empresas e órgãos do governo, principalmente nos países subdesenvolvidos, sendo que grande parte dos acidentes como: quebra de equipamentos, interrupção do processo produtivo e agressões ao meio ambiente, não são nem mesmo registrados e muito menos analisados ou divulgados.

### **b) O acidente sendo mal definido**

Os acidentes eram considerados fatos inesperados, de causas fortuitas e/ou desconhecidas. Esta definição errônea coloca os acidentes, em grande parte, como ocorrências inevitáveis e incontroláveis. Esta constatação leva as pessoas em geral e a organização como um todo, a um estado de inércia frente aos acidentes, sem que seja tomada nenhuma atitude para sua prevenção. Esta inércia poderia ser explicada por uma conclusão lógica de que sendo o acidente inevitável, nada poderia ser feito para evitá-lo.

No entanto, sabe-se que os acidentes com causas fortuitas ou desconhecidas devem-se geralmente a fatores incontroláveis da natureza como terremotos, maremotos, raios, etc., sendo os demais acidentes geralmente previsíveis e, portanto, controláveis.

Atualmente os acidentes são considerados como fatos indesejáveis, podendo as causas da maior parte dos mesmos serem conhecidas e controladas. Este controle depende da eficiência das equipes e pessoas envolvidas, ficando tanto a investigação quanto a prevenção aliadas aos materiais e recursos disponíveis e à capacidade, iniciativa e criatividade do pessoal técnico de segurança e da alta administração da empresa.

### **c) Programas direcionados para fatos já acontecidos**

Os programas tradicionais de segurança eram desenvolvidos para agir após os acidentes já terem acontecido tendo, quanto muito, um caráter corretivo. A postura era esperar os acidentes acontecerem para só então agir, atacando as conseqüências ou evitando acidentes semelhantes. Não existia de forma alguma o enfoque preventivo.

A preocupação com segurança preventiva ocorreu apenas mais tarde, quando surgiram os conceitos de ato inseguro e condição insegura. Os enfoques tradicionais passaram, então, a ser substituídos por outros mais modernos, com uma maior preocupação com os acidentes pessoais e perdas a eles associadas, bem como com as perdas relativas a outros tipos de acidentes e não apenas os que envolvessem pessoas.

Hoje, existem modelos que procuram explicar o acidente, mostrando-o como sendo um evento participante de uma cadeia que possui: um antes, um durante e um depois. Conhecendo-se os estágios desta cadeia é possível identificar os pontos de ataque para mudar, controlar ou interromper a cadeia original, com o objetivo de evitar ou reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes e as perdas deles originárias.

#### **d) As atividades de segurança sendo centralizadas por pessoas e órgãos especializados**

O fato de nos modelos tradicionais a segurança ser desenvolvida por órgãos especializados acabou por deixar os executantes pouco informados e pouco capazes de agir de forma preventiva, já que a mesma vem de outros órgãos, de outras pessoas.

Deste modo, por não conhecer em profundidade todos os trabalhos executados numa empresa, o profissional especializado de segurança fica impossibilitado de prever e, por conseguinte, prevenir de forma completa os perigos inerentes aos trabalhos os quais não domina.

Por ser tarefa de um órgão especializado, os trabalhadores e pessoas que não fazem parte da área de segurança acabam por achar que esta tarefa não é de sua responsabilidade, havendo descomprometimento por parte dos mesmos.

Atualmente sabe-se que para ser completa e eficaz, a segurança deve nascer e progredir junto com a tecnologia da área. Toda a organização deve estar integrada, e todo trabalho

deve ser pensado e planejado com segurança sendo, portanto, a execução segura uma decorrência natural.

Na década de 60 já sabia-se que programas com a filosofia tradicional limitava as atividades de segurança, havendo estagnação de resultados e desmotivação, além de falta de interesse, tanto por parte de empregados como das chefias e supervisão. Diversos autores que buscavam em seus estudos intensificar as atividades de segurança nas empresas, e com isso obter melhores resultados nas estatísticas e nos custos, apontavam as limitações da filosofia tradicional.

No entanto, mesmo tendo consciência das limitações do sistema convencional de análise de riscos, não deve-se, sobremaneira, desprezá-lo ou minimizar sua importância. Os índices, taxas e medidas fornecidas pelo mesmo nos são importantes instrumentos para servir de base às modernas técnicas de análise de riscos, para efetuar inferências, conhecer e avaliar a severidade dos riscos potenciais nos ambientes de trabalho, estabelecer prioridades e programas e, principalmente, dar o primeiro passo para controlar e, o que é mais importante, detectar falhas ou imprevistos antes que ocorram os acidentes podendo, assim, preveni-los.

Desta forma, não cabe desprestigiar totalmente os programas tradicionais, pois qualquer programa de segurança, pelo simples fato de existir, já é um fator positivo. Os métodos tradicionais têm alcance limitado frente aos problemas e exigências, hoje características, tanto de órgãos governamentais quanto da iniciativa privada.

Pode-se concluir que na filosofia tradicional as causas fundamentais e básicas dos acidentes não eram atacadas simplesmente por não serem devidamente conhecidas. As pessoas e a estrutura como um todo, tinham uma posição passiva, esperando um fato por eles considerado inevitável - o acidente, para só então agir, ou melhor, reagir formando equipes para combater emergências sem nenhum caráter preventivo. Pouca ou nenhuma atenção era dada a danos materiais e ambientais que pudessem ocorrer. Os acidentes que não envolvessem pessoas eram considerados como decorrência normal da atividade.

Desta forma os custos dos acidentes não eram conhecidos, já que os pessoais são de difícil quantificação e os outros eram aceitos como custos normais de produção. Como decorrência de todo o processo tradicional, os empregados, chefias e supervisão ficavam pouco engajados e pouco comprometidos com as atividades e resultados envolvendo segurança.

Foi graças aos estudos de Heinrich, Bird, Fletcher e depois Hammer (abordados a seguir) que a engenharia de segurança passou a ter um outro enfoque, dando surgimento às doutrinas preventivas de segurança. Segundo esta nova visão, a atividade de segurança só é eficaz quando essencialmente dirigida para o conhecimento e atuação no foco, nas causas dos acidentes, envolvendo para isso toda a estrutura organizacional, desde os níveis mais altos de chefia e supervisão até o mais baixo escalão.

### **1.3. ESTUDOS REALIZADOS**

Diversos autores se destacaram e desenvolveram importantes estudos buscando uma melhor compreensão dos problemas relativos à segurança, propondo metodologias para mudança no estilo de abordagem e trabalhando na obtenção de melhores resultados.

É através desta mudança de abordagem que o termo acidente passa a ter outra conotação, que de causas fortuitas, desconhecidas e incontroláveis passou a ser visto como sendo ocasionado por causas indesejáveis que podem ser conhecidas previamente e, portanto, controladas.

O acidente passou a ser visto de forma mais ampla, onde sem relegar os acidentes com lesões pessoais, passaram a ser considerados acidentes todas aquelas situações que de forma direta ou indireta viessem a comprometer o bom andamento do processo produtivo, quer pela perda de tempo, pela quebra de equipamento ou qualquer outro incidente envolvendo ou não o homem, provocando ou não lesão, mas que tenha provocado desperdício, ou seja perdas tanto a nível monetário quanto pessoal.

### **1.3.1. Estudos de H. W. Heinrich e R. P. Blake**

Foram os primeiros a apontar que apenas a reparação de danos não era suficiente e sim a necessidade de ações tão ou mais importantes, que além de assegurar o risco de acidentes (pela abordagem tradicional acidente = lesão) tendessem a prevení-los.

Heinrich pertencia a uma companhia de seguros dos Estados Unidos e em 1926, a partir da análise de acidentes do trabalho liquidados por sua companhia, iniciou uma investigação nas empresas em que os acidentes haviam ocorrido, tentando obter informações sobre os gastos adicionais que as mesmas haviam tido, além das indenizações pagas pelo seguro. Os dados refletiam a média da indústria americana, não sendo sua intenção, no entanto, generalizar esta estimativa para todos os casos de levantamento de custos de acidentes nas empresas.

Desta forma, Heinrich chamou de custos diretos os gastos da companhia seguradora com a liquidação de acidentes, e de custos indiretos as perdas sofridas pelas empresas em termos de danos materiais e de interferências na produção. Com relação a estes custos, em 1931 Heinrich revelou em sua pesquisa a relação 4:1 (custos indiretos : custos diretos) entre os custos dos acidentes, ou seja, os custos indiretos eram cerca de 4 vezes maiores do que os custos diretos, para a indústria como um todo.

Entretanto a consistência e o significado da proporção de 4 para 1 são extremamente fracos, e o fato de não ter sido utilizado nenhum modelo padronizado para o cálculo dos referidos custos torna o emprego desta proporção totalmente inviável, além do que, a necessidade da realização de estudos específicos e da não generalização deriva também do fato de que esta relação poder variar de 2,3:1 até 100:1, não sendo objetivo do autor aplicar tal proporção em casos individuais e específicos.

Em 1947, a partir dos estudos de outro norte-americano R.H.Simonds, os termos custo direto e custo indireto de Heinrich foram substituídos, respectivamente, por custo segurado e custo não segurado. O método proposto por Simonds, para o cálculo

dos custos de acidentes, enfatiza a realização de estudos-piloto em cada empresa, dos custos associados a quatro tipos básicos de acidentes: lesões incapacitantes, casos de assistência médica, casos de primeiros socorros e acidentes sem lesão.

Foi Heinrich quem introduziu pela primeira vez a idéia de acidentes sem lesão, ou seja, os acidentes com danos a propriedade. Sob este enfoque são considerados todos aqueles acidentes que, de uma forma ou de outra, comprometem o andamento normal de uma atividade, provocando danos materiais.

As proporções obtidas entre os diversos tipos de acidentes: com lesão incapacitante, com lesões não incapacitantes e acidentes sem lesão, obtidos pelos estudos de Heinrich, são os representados na figura 1.1.

De acordo com a pirâmide de Heinrich observa-se que para 1 acidente com lesão incapacitante, correspondiam 29 acidentes com lesões menores e outros 300 acidentes sem lesão. Esta grande parcela de acidentes sem lesão não vinha sendo considerada, até então, em nenhum aspecto, nem no financeiro e nem no que tange aos riscos potenciais que implica à saúde e vida do trabalhador caso algum fator contribuinte (ato ou condição insegura) os transformassem em acidentes com perigo de lesão.



Figura 1.1 – Pirâmide de Heinrich

Heinrich em sua obra "Industrial Accident Prevention", aponta que os acidentes de trabalho, com ou sem lesão, são devidos à personalidade do trabalhador, à prática de atos inseguros e à existência de condições inseguras nos locais de trabalho. Supõe-se, desta forma, que as medidas preventivas devem ater-se ao controle destes três fatores causais.

Neste ponto, pode-se ter uma idéia da importância e do não esquecimento dos mecanismos tradicionais, pois o reconhecimento e identificação das causas podem ser realizados através da coleta de dados durante a investigação dos acidentes. O uso dos quadros estatísticos baseados nesta coleta pode ser fundamental para elaboração e programação da prevenção de acidentes.

Anos mais tarde, R. P. Blake analisando o assunto sob o mesmo ponto de vista de Heinrich, chegou a formular com ele afirmativas e sugestões, visando a diminuição da perda por acidentes. Do ponto de vista destes autores as empresas, mais do que promover medidas de proteção social a seus empregados, deveriam efetivamente preocupar-se em evitar os acidentes, sendo eles de qualquer natureza.

Esta sugestão estava calcada no pressuposto de que, segundo suas observações, apesar das empresas direcionarem esforços na proteção social de seu empregado, as perdas materiais com acidentes continuavam a ser de grande magnitude sendo que, muitas vezes, os acidentes com danos à propriedade tinham as mesmas causas ou, pelo menos, causas semelhantes aos dos acidentes pessoais.

### **1.3.2. Estudos de Frank Bird Jr.**

Apesar de já haver sido alertado por Heinrich duas décadas antes, foi somente na década de 50 que tomou forma nos E.U.A um movimento de grande valorização dos programas de prevenção de riscos de danos materiais.

O Conselho Nacional de Segurança dos E.U.A., em 1965, concluiu que em dois anos o país havia perdido em acidentes materiais uma parcela que se igualava ao montante de perdas em acidentes pessoais, chegando as perdas a uma cifra

de US\$ 7,2 e US\$ 7,1 bilhões para danos materiais e pessoais respectivamente. E mais, em 1965 os acidentes com danos materiais nas empresas superavam, quase em duas vezes, as perdas com danos materiais em acidentes de trânsito no ano de 1964, ficando as perdas em um valor de US\$ 1,5 bilhões para estes e de US\$ 2,8 bilhões para aqueles. Nesta mesma época estimativas semelhantes começaram a ser realizadas pelas empresas.

Em 1915 a Luckens Steel, empresa siderúrgica da Filadélfia, havia nomeado um Diretor de Segurança e Bem-Estar conseguindo, com isto, reduzir, até 1954, o coeficiente de frequência de 90 para 2 acidentes pessoais por milhão de homens-hora trabalhados. Igual sucesso, porém, não obteve na redução dos acidentes graves com danos à propriedade sofridos pela empresa neste mesmo ano.

Os controles de medição de custos e programas executados durante os 5 anos subsequentes serviram para mostrar à gerência, os grandes danos incorridos na empresa por decorrência de acidentes materiais. Em 1956, reconhecendo a importância do problema, os acidentes com danos à propriedade eram, então, incorporados aos programas de prevenção de lesões já existentes na empresa.

Face aos resultados satisfatórios obtidos, o ano de 1959 foi adotado como base para o futuro, sendo o custo dos danos à propriedade observado neste ano-base de US\$ 325.545 por milhão de horas-homem trabalhadas. Em 1965 o mesmo custo era estimado em US\$ 137.832 por milhão de horas-homem trabalhadas, com uma redução, durante estes 7 anos, de US\$ 187.713.

Na Luckens Steel, Bird desenvolveu seus estudos e iniciou um programa de Controle de Danos, que sem descuidar dos acidentes com danos pessoais - o homem é o fator preponderante em qualquer programa de engenharia de segurança -, tinha o objetivo principal de reduzir as perdas oriundas de danos materiais. A motivação inicial para seu trabalho foram os acidentes pessoais e a consciência dos acidentes ocorridos durante este período com ele e seus

companheiros de trabalho, já que o próprio Bird fora operário da Luckens Steel.

Estes dois fatores aliados levaram-no a se preocupar com a área de segurança. Os quatro aspectos básicos do programa por ele elaborado foram: informação, investigação, análise e revisão do processo.

Em 1966, baseou sua Teoria de Controle de Danos em uma análise de 90.000 acidentes ocorridos na Luckens Steel. Durante um período de mais de 7 anos, observou que do total, 145 acidentes foram incapacitantes, 15.000 acidentes com lesão e 75.000 foram acidentes com danos à propriedade. Assim, Bird chegou a proporção entre acidentes pessoais e com danos à propriedade mostrada na figura 1.2.

Pela pirâmide de Bird, na figura 2.2., observa-se que para cada acidente com lesão incapacitante, ocorriam 100 pequenos acidentes com lesões não incapacitantes e outros 500 acidentes com danos à propriedade.

Bird, em seu trabalho, também estabeleceu a proporção entre os custos indiretos (não-segurados) e os diretos (segurados), obtendo a proporção 6,1:1. O objetivo do estabelecimento de tais custos foi o de mostrar como cada empresa pode estimar os seus individuais. Cabe ressaltar que a proporção de Bird (6,1:1) não é mais significativa do que a proposta, por exemplo, por Heinrich (4:1), e que cada empresa deve, na verdade, fazer inferências sobre os resultados dos próprios dados levantados.



Figura 1.2 – Pirâmide de Bird

Ao invés de simples *slogans*, como era comum na época, o trabalho de Bird teve o mérito de apresentar dados com projeções estatísticas e financeiras, além das perdas materiais e pessoais sofridas pela empresa.

Apesar disto, nos últimos 10 anos do período avaliado, não houve diminuição significativa na taxa de frequência de acidentes havendo, isso sim, uma diminuição de cerca de 50% na taxa de gravidade dos mesmos.

Segundo Bird a forma de se fazer segurança é através do combate a qualquer tipo de acidente e que a redução das perdas materiais liberará novos recursos para a segurança.

É importante observar que nasce aqui um novo conceito: os acidentes com danos à propriedade. Anteriormente aos estudos de Bird, acidentes eram somente aqueles acontecimentos que resultassem em lesão pessoal.

A partir dos estudos de Bird, além das lesões pessoais também começaram a ser considerados como acidentes, quaisquer acontecimentos que gerassem danos á propriedade, ou seja, aqueles acontecimentos que provocassem perdas para a empresa, mesmo que substanciais, em termos de materiais e equipamentos.

Para Bird um programa de Controle de Danos é aquele que requer identificação, registro e investigação de todos os acidentes com danos à propriedade e determinação de seu custo para a empresa, sendo que todas estas medidas deverão ser seguidas de ações preventivas.

Ao ser implantado um programa de Controle de Danos, um dos primeiros passos a serem dados é a revisão das regras convencionais de segurança.

***Regra convencional:***

“Quando ocorrer com você ou com o equipamento que você opera qualquer acidente que resulte em lesão pessoal, mesmo de pequena importância, você deve comunicar o fato, imediatamente, a seu superior”.

### **Regra alterada:**

“Quando ocorrer com você ou com o equipamento que você opera qualquer acidente que resulte em lesão pessoal **ou dano à propriedade**, mesmo de pequena importância, você deve comunicar o fato, imediatamente, a seu superior”.

Para este exemplo, observa-se que a regra original foi mantida, havendo apenas uma complementação, tornando-a mais abrangente. De qualquer forma, é importante que ao se alterar qualquer regra, total ou parcialmente, esta modificação deve ser claramente conhecida por todas as pessoas envolvidas, desde a alta direção da empresa até todos os trabalhadores dos escalões inferiores. Este é um ponto fundamental para o sucesso de um programa de Controle de Danos, caso contrário, a mudança de enfoque não passará do papel.

Também é importante a consciência de que um processo de mudança requer um período planejado, de educação e comunicação, até que os motivos, objetivos e importância de tal mudança sejam assimilados por todos.

Um programa de Controle de Danos, para ser introduzido na empresa, requer três passos básicos: verificações iniciais, informações dos centros de controle e exame analítico.

#### **a) Verificações iniciais**

Nesta etapa, procura-se tomar contato com o que já existe na empresa em termos de controle de danos, como funciona, os resultados alcançados, etc. Mais precisamente, significa estabelecer contato e conhecer o departamento de manutenção.

Deve-se discutir o programa de Controle de Danos com o chefe deste departamento, pois os responsáveis pelo serviço de manutenção cooperam mais espontaneamente quando imbuídos de um sentimento de participação no planejamento do programa.

É após as verificações iniciais que se observa a existência de problemas reais, tanto do ponto de vista humano como econômico, e que, desta forma justificam a execução do programa.

## **b) Informações dos centros de controle**

É nesta etapa que ocorre um controle concreto dos danos pela manutenção, considerada o centro de controle. É aqui que se registram os danos à propriedade, devendo o sistema desenvolvido para tal, fazê-lo da forma a mais objetiva e simples possível. Sabe-se também que as empresas diferem entre si, portanto, o sistema de registro de informações deve ser aquele que melhor se adapte aos procedimentos já existentes da empresa. Pode-se citar como exemplo de sistema de registro de informações, o sistema de etiquetas e o sistema de ordens de serviço.

No sistema de etiquetas, como o próprio nome já diz, etiquetas são colocadas em todos os equipamentos ou instalações que necessitem reposição de componentes ou de reparos, provenientes de acidentes.

Já o sistema de ordem de serviço determina que, quando for necessário o reparo de determinado equipamento e este seja devido a acidente, a pessoa que requisitar o serviço deve indicar na folha do pedido que o mesmo é devido a acidente, e desta forma fica registrada a ocorrência do acidente. Todas as folhas de registro dos tempos de execução dos reparos e as de requisições de material relacionadas com este tipo de ordem de serviço deve ser devidamente identificada a ela, para possibilitar ao departamento de contabilidade a tabulação e registro periódico do tempo total de execução dos reparos e dos custos com material empregado relativos àqueles equipamentos ou instalações danificados face à acidentes.

Outros tipos de sistemas de informações podem ser adotados pelos centros de controle, desde que se adaptem à rotina da empresa e atendam aos objetivos a que se propõe.

### **c) Exame analítico**

A implantação de um sistema, seja ele na área de segurança ou em qualquer outra área, necessita de certo tempo de adaptação e aprendizado para chegar à maturação e a níveis consideráveis de eficiência.

Num primeiro momento de um programa de Controle de Danos, é importante que seja feita uma revisão nos sistemas de registro para certificar-se de que a identificação dos trabalhos provenientes de acidentes esteja sendo realizada de forma correta.

É interessante também, que dentro de cada empresa seja questionado quais os acidentes que devem ser investigados: se todos, ou somente os que acarretem maior custo.

De acordo com Bird, nos primeiros estágios do programa de Controle de Danos, os acidentes a serem investigados deveriam ser somente aqueles de maior monta, e à medida que o mesmo fosse se desenvolvendo, progredisse analisando também os menores.

Sob o ponto de vista econômico, já verificou-se a necessidade de se investigar todo e qualquer acidente com dano à propriedade, seja ele grande ou pequeno, pois conforme estudos já realizados, inclusive na mesma Lukens Steel, demonstraram que os custos resultantes do conjunto de pequenos acidentes tinham uma cifra considerável. Os pequenos acidentes, mesmo com seu custo unitário bem menor, pela grande quantidade em que ocorrem resultam em uma quantia nada desprezível.

Se considerarmos o ponto de vista humano, que deve ser sempre a maior preocupação, ao controlarmos os acidentes com danos à propriedade estaremos poupando o homem, já que grande parte das lesões pessoais tem seu foco nas mesmas causas daqueles acidentes com danos à propriedade.

Ainda, considerando a afirmação de BIRD "todos os acidentes são incidentes, mas nem todos os incidentes são acidentes", percebe-se claramente que a identificação e

prevenção anterior ao fato (acidente) é um grande passo para a diminuição de acidentes (perdas) reais.

Mais tarde, os estudos de Bird foram denominados de Controle de Perdas e os programas gerenciais como Administração do Controle de Perdas, cuja visão, anos mais tarde, foi bastante ampliada pelos estudos de Fletcher que incorpora outros fatores como: proteção ao meio ambiente, qualidade, projeto, confiabilidade, etc.

### **1.3.3. Estudos da Insurance Company of North America (ICNA)**

Seguindo-se aos estudos de Bird, em 1969 a ICNA analisou e publicou um resumo estatístico de dados levantados junto a 297 empresas que empregavam cerca de 1.750.000 pessoas, onde foram obtidos 1.753.498 relatos de ocorrências. Esta amostra, consideravelmente maior, propiciou chegar-se a uma relação mais precisa que a de Bird e Heinrich quanto à proporção de acidentes, além de incluir um fato novo - os quase acidentes.

Como pode-se observar na figura 1.3, as proporções obtidas pela ICNA demonstram que, para cada acidente com lesão grave associam-se 10 acidentes com lesão leve, 30 acidentes com danos à propriedade e 600 acidentes sem lesão ou danos visíveis - os quase acidentes.

Cabe aqui ressaltar a importância da inclusão dos acidentes sem lesão ou danos visíveis, pois, por serem quase-acidentes os mesmos nos revelam potenciais enormes de acidentes, ou seja, situações com risco potencial de ocorrência sem que tenha havido, ainda, a perda pessoal ou não pessoal.

Apesar do objetivo da ICNA ser exclusivamente econômico-financeiro, os resultados apresentados são de grande importância não só para evitar as perdas materiais, mas também para evitar as perdas pessoais, já que se o acidente "quase ocorreu", a perda também "quase aconteceu" e se realmente ocorresse, poderia ser tanto material como pessoal.



Figura 1.3 – Pirâmide da ICNA

#### 1.3.4. Estudos de John A. Fletcher e H.M. Douglas

Os estudos de Fletcher e Douglas vieram aprofundar os trabalhos de Bird.

Em 1970, Fletcher propôs o estabelecimento de programas de Controle Total de Perdas, ou seja, a aplicação dos princípios do Controle de Danos de Bird a todos os acidentes com máquinas, materiais, instalações, meio ambiente, etc. sem, contudo, deixar de lado ações de prevenção de lesões.

Objetivando reduzir e eliminar todos os acidentes que pudessem interferir ou paralisar o sistema, os programas de Controle Total de Perdas preocupam-se com todo e qualquer tipo de evento que interfira negativamente no processo produtivo, prejudicando a utilização plena do pessoal, máquinas, materiais e instalações.

A filosofia de Fletcher é a que mais se aproxima dos modernos programas de segurança. Cabe ressaltar, que apesar de generalizar as atividades para outros campos não pessoais, os acidentes pessoais são obrigatoriamente parte integrante dos programas de segurança que seguem esta filosofia.

Fletcher partiu do pressuposto de que os acidentes que resultam em danos às instalações, aos equipamentos e aos materiais têm as mesmas causas básicas do que os que resultam em lesões, sendo que o objetivo do Controle Total de Perdas é o de reduzir ou eliminar todos os acidentes que possam interferir ou paralisar o sistema.

Enquanto a segurança e medicina do trabalho tradicional se ocupavam da prevenção de lesões pessoais, e o Controle de Danos de Bird dizia respeito aos acidentes que resultem em lesão pessoal ou dano à propriedade, o Controle Total de Perdas envolve os dois conceitos anteriores no que se refere aos acidentes com lesões pessoais e danos à propriedade englobando ainda: perdas provocadas por acidentes em relação à explosões, incêndios, roubo, sabotagem, vandalismo, poluição ambiental, doença, defeito do produto, etc.

Então, em termos gerais, pode-se dizer que o Controle Total de Perdas envolve:

- Prevenção de lesões (acidentes que tem como resultado lesões pessoais);
- Controle total de acidentes (danos à propriedade, equipamentos e materiais);
- Prevenção de incêndios (controle de todas as perdas por incêndios);
- Segurança industrial (proteção dos bens da companhia);
- Higiene e saúde industrial;
- Controle da contaminação do ar, água e solo;
- Responsabilidade pelo produto.

Para implantar-se um programa de Controle Total de Perdas deve-se portanto, ir desde a prevenção de lesões ao controle total de acidentes, para então chegar-se ao Controle Total de Perdas. A implantação de um programa de Controle

Total de Perdas requer três passos básicos: determinar o que se está fazendo, avaliar como se está fazendo e elaborar planos de ação que indiquem o que tem de ser feito.

Para a implantação de um programa de Controle Total de Perdas são necessários:

- a) estabelecer o perfil dos programas de prevenção existentes na empresa;
- b) determinar prioridades;
- c) elaborar planos de ação para controle das perdas reais e potenciais do sistema.

#### **a) Perfil dos programas de prevenção existentes**

Antes da implantação de qualquer novo método ou programa, um primeiro passo é buscar conhecer o que está sendo feito na empresa neste sentido e de que maneira. É necessário pesquisar quais são as reais necessidades da empresa. Se já existe algum programa em andamento, analisar se o mesmo está sendo realizado de forma correta e eficaz. Isto é possível através do estabelecimento dos perfis dos programas de prevenção existentes.

Para que um perfil possa fornecer de forma adequada estas informações, o mesmo deve ser dividido em seções que contenham os vários itens ou pontos que possam ser abrangidos pelo programa de prevenção. Para estes itens, formulam-se questões, que quando respondidas irão permitir determinar o grau de execução ou de implantação em que se encontra o programa sob análise.

Para isto é necessário adotar uma escala de avaliação, que permite determinar até que grau o item foi implantado e quão efetivo ele é. A escala sugerida por Fletcher é apresentada no quadro 1.1.

GRAU	ESCALA	DESCRIÇÃO
5	Excelente	Totalmente implantado e totalmente efetivo
4	Bom	Satisfatoriamente implantado e efetivo
3	Regular	Implantado, mas não satisfatoriamente
2	Fraco	Parcialmente implantado, mas não satisfatoriamente, existem pontos a melhorar
1	Insatisfatório	Algumas tentativas foram feitas, mas sem implantação efetiva
0	Inexistente	Nada foi feito até o momento

Quadro 1.1 Escala de Fletcher

Estabelecida a escala pode-se, para cada seção analisada, determinar a pontuação obtida, que representa a situação atual da empresa em termos de desempenho nesta seção.

### **b) Determinação das Prioridades**

Consiste em determinar as prioridades que devem ser adotadas pelo programa geral de Controle Total de Perdas.

De posse do perfil do programa estabelecido na fase anterior, pode-se confrontar a situação atual obtida pela pontuação através da escala estabelecida e a situação ideal para cada seção, caso o programa estivesse completo, isto é, a situação em que todos os itens estivessem sendo executados o melhor possível, com pontuação máxima.

O resultado do confronto destas duas situações (situação ideal - situação atual), nos fornece a deficiência do programa que está sendo executado que, uma vez determinadas, nos permite a priorização das seções que necessitam de maiores esforços.

### **c) Elaboração dos planos de ação**

Estabelecidas as seções prioritárias, é necessário elaborar para cada uma delas o respectivo plano de ação, que terá o objetivo principal de prevenir e controlar as perdas reais e potenciais oriundas de acidentes.

No plano de ação devem ficar claros: o objetivo geral ao que o mesmo se destina, os objetivos específicos a curto, médio e longo prazo, os recursos humanos e materiais necessários para sua implantação e execução, o custo estimado de implantação do plano, estimativas das perdas atuais e potenciais futuras, a data em que o plano está iniciando e a data prevista para término do mesmo.

#### **1.3.5. Estudos de Willie Hammer**

Apesar do grande avanço ocorrido com as filosofias de Controle de Danos de Bird e Controle Total de Perdas de Fletcher, as mesmas incluíam somente práticas administrativas, quando os problemas de prevenção de perdas também exigiam e exigem soluções de ordem técnica.

A partir de 1972, criou-se uma nova mentalidade, fundamentada nos trabalhos de Willie Hammer, atentando-se para a necessidade de dar um enfoque sob o ponto de vista de engenharia às abordagens de administração e de controle de resultados preconizados por Heinrich, Bird, Fletcher e outros. Segundo ele, as atividades administrativas eram muito importantes, porém, existiam problemas técnicos que obrigatoriamente teriam que ter soluções técnicas.

A experiência na área de projetos e participação na força aérea e nos programas espaciais norte-americanos permitiu ao engenheiro e especialista na área de Engenharia de Segurança de Sistemas, Willie Hammer, reunir as diversas técnicas utilizadas na força aérea e aplicá-las, após adaptação, na indústria. Estas técnicas, com alto grau de integração com a Engenharia de Confiabilidade, demonstraram ser de grande valia na preservação dos recursos humanos e materiais dos sistemas de produção.

Os estudos de Hammer vieram ajudar a compreender melhor os erros humanos. Muitos desses erros são provocados por projetos ou materiais deficientes e, por este mesmo motivo, devem ser debitados à organização e não ao executante - o operário.

O prevencionismo, desde as precoces ações de prevenção de danos, evoluiu englobando um número cada vez maior de atividades e fatores, buscando a prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejados ao trabalho.

Embora as abordagens modernas assemelhem-se em seus objetivos de controle e prevenção de danos, elas diferem em aspectos básicos.

Enquanto uma corrente, como é o caso do Controle de Danos e do Controle Total de Perdas, baseados em aspectos administrativos da prevenção e aliados às técnicas tradicionais e outras mais recentes, enfatizam a ação administrativa de controle, a outra corrente procura dar um enfoque mais técnico da infelizmente, buscando para problemas técnicos, soluções técnicas.

Esta última corrente é o que foi denominado de Engenharia de Segurança de Sistemas, sendo uma metodologia para o reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais, com ferramentas fornecidas pelos diversos ramos da engenharia e oferecendo novas técnicas e ações para preservação dos recursos humanos e materiais dos sistemas de produção.

Ao se analisar mais a fundo as abordagens de Controle de Danos e Controle Total de Perdas de Bird e Fletcher respectivamente, chega-se a conclusão que os mesmos estão baseados unicamente em práticas administrativas, carecendo de estudos e soluções técnicas, como o é exigido pelos problemas inerentes à Prevenção de Perdas na Segurança do Trabalho.

#### **1.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A partir dos estudos realizados, grande desenvolvimento ocorreu na área de segurança. Passando de um enfoque puramente informativo para corretivo, preventivo e por último um enfoque que, englobando todos os demais, procura integrar toda a organização num esforço conjunto de dar proteção ao empregado, resguardando sua saúde e sua vida e propiciando o progresso da organização como empresa.

Como conclusões e resultados dos enfoques abordados podem-se citar vários pontos:

a) Os enfoques tradicionais e os programas de segurança dirigidos apenas à prevenção de lesões estão corretamente sendo substituídos por outros, onde todas as ocorrências que interfiram na produção e na plena utilização dos recursos, além da proteção ao meio ambiente são consideradas em conjunto, isto sem colocar a proteção pessoal em segundo plano. Muito pelo contrário, ao abranger um número maior de situações, maior atenção e proteção se dão ao homem, objetivo primeiro de todo e qualquer programa;

b) Os estudos de Bird e seus antecessores, que deram forma a sistemática de Controle de Danos, fornecem métodos para aferir, controlar e projetar as possíveis perdas dos sistemas produtivos, por isso não devem ser preteridas;

c) Os preceitos formulados por Bird e a complementação dada por Fletcher e Douglas permitiram a criação de uma doutrina administrativa, permitindo às empresas estabelecer programas gerais de segurança, que além de considerar os danos pessoais, também considera outros danos, como os danos à propriedade e ainda os quase-acidentes. As técnicas de recursos humanos, de motivação, treinamento, dinâmica de grupo, que são conceitos consagrados de administração de empresas, juntamente com outras técnicas sistemáticas de cálculos, correlações e projeções de custos são utilizadas por estas doutrinas, aplicando-as às possíveis perdas advindas de acidentes com danos pessoais e materiais. Além destas técnicas, outras já aplicadas na segurança tradicional foram adaptadas, ampliando seu enfoque para programas mais participativos e

responsáveis do ponto de vista das gerências, em todos os níveis e mais abrangentes quanto às áreas envolvidas;

d) Tornou-se necessário uma visão mais técnica para complementar os estudos de Bird e Fletcher, pois os problemas relacionados com o processo produtivo, a manutenção e o projeto tinham, até então, soluções específicas muito no plano filosófico. Conforme preconizado por Hammer, a visão técnica aliada à doutrina administrativa permite o conhecimento dos riscos de uma atividade através de custos mais baixos. Embora se possa pensar que estes programas esqueçam o homem e fixam-se nos resultados econômico-financeiros, a experiência tem mostrado que estes programas são eficazes tanto para redução de perdas materiais quanto de pessoais. Quando corretamente aplicados, estes programas poderão melhorar a segurança de forma direta, como também na aplicação dos recursos financeiros advindos da redução das perdas dos acidentes;

e) O trabalhador, ao participar de um programa mais amplo poderá conhecer melhor os riscos a que está exposto e quais as medidas eficazes para sua redução ou eliminação, pois através de educação e treinamento ele será mais preciso nas suas atividades, já que possuirá um maior conhecimento da tecnologia que opera reduzindo, por sua iniciativa ou exigindo de terceiros, os efeitos da mesma sobre si.

## Capítulo II

---

### 2. CUSTOS

Com a competição cada vez mais acirrada pela globalização da economia mundial, nenhum empresário pensaria em deixar aberto um escoadouro de dinheiro, elevando seus custos e reduzindo sua produtividade. E não deixará, com certeza, se tiver consciência do fato. Mas nem sempre os fatos são tão evidentes, em especial dentro de cada empresa, tomada isoladamente, e em meio às crises que exigem ser administradas a cada dia.

No conjunto do País, porém, é estarrecedor descobrir que as empresas estão gastando vários bilhões por ano, apenas com os acidentes de trabalho e doenças profissionais que poderiam ser evitados.

#### 2.1. CUSTO DIRETO OU CUSTO SEGURADO

Diz respeito a todas as despesas ligadas diretamente ao atendimento do acidentado. São de responsabilidade da entidade seguradora.

- a) Despesas médicas, hospitalares e farmacêuticas;
- b) Pagamento de diárias e benefícios;
- c) Transporte do acidentado do local de trabalho ao local de atendimento.

#### 2.2. CUSTO INDIRETO OU CUSTO NÃO SEGURADO

Engloba todas as despesas não atribuídas aos acidentados, mas que se manifestam como consequência imediata dos mesmos. O seu ônus fica a cargo do empregador.

- a) Salários pagos durante o tempo perdido por outros trabalhadores na hora do acidente e após o mesmo;

- b) Salários adicionais pagos por trabalhos em horas-extras, em virtude do acidente;
- c) Salários pagos ao acidentado não coberto pela seguradora;
- d) Diminuição da eficiência do acidentado ao retornar ao trabalho;
- e) Despesas com treinamento do substituto;
- f) Custo do material ou equipamento danificado nos acidentes;
- g) Custo eventual de interferência na produção (inadimplência e multa);
- h) Custo da perda de lucros pela improdutividade do acidentado e por máquina parada;
- i) Despesas médicas não cobertas pela seguradora (despesas com pessoal médico, enfermeiras, medicamentos dos ambulatórios da própria empresa).

Os efeitos que os acidentes provocam podem ser associados à figura do iceberg, que, para uma imensa massa submersa, apenas expõe um pequeno bloco sobre água, considerando que os prejuízos e as conseqüências maléficas não se concentram apenas no acidentado, mas também são extensivos à empresa, à família, à sociedade, enfim, à nação.

Como prejuízo privado pode ser considerado:

- a) Para o trabalhador
  - Sofrimento físico;
  - Incapacidade para o trabalho;
  - Desamparo à família;

- Redução de salários em função da perda de produção.

b) Para a empresa

- Dificuldades com as autoridades e má repercussão para a empresa;
- Gastos com primeiros socorros e apoio ao acidentado;
- Tempo perdido por outros empregados ao socorrerem o acidentado ou para avaliações, comentários, análise sob o aspecto do emocional e outras interpretações para o fato ocorrido;
- Atraso na entrega dos produtos, gerando em, conseqüência, a insatisfação dos clientes;
- Danos ou perda de máquinas e equipamentos.

Como prejuízos sociais imposto à sociedade e à nação são considerados:

- Redução temporária ou permanente da força produtiva;
- Aumento do número de dependentes da coletividade;
- Elevação das taxas de seguros e de impostos;
- Aumento do custo de vida.



## Capítulo III

---

### 3. SISTEMA CONVENCIONAL DE ANÁLISE DE ACIDENTES

Esta é uma maneira rápida, expedita, convencional para verificação dos setores mais necessitados de um trabalho de prevenção de acidentes dentro da empresa.

Serão apresentados, através de um exemplo ilustrativo, os aspectos básicos considerados na elaboração de uma planilha para análise de acidentes.

Para a empresa que servirá de base para este estudo, será admitido que possua 200 empregados distribuídos em 5 setores. O período analisado foi de 60 dias de trabalho com uma jornada de 8 horas diárias.

Considerar-se-ão as fórmulas e legendas a seguir:

NE = Número de empregados do setor

H = Horas-homem de exposição ao risco

É calculado considerando-se o número de funcionários do setor, a jornada de trabalho e o período de análise.

DP = Dias perdidos

São os dias de afastamento de cada acidentado, contados a partir do primeiro dia de afastamento até o dia anterior ao do dia de retorno ao trabalho, segundo a orientação médica.

DD = Dias debitados

São os dias que devem ser debitados devido à morte ou incapacidade permanente, total ou parcial.

N = Número de acidentes

T = Tempo computado = DD + DP

F = Coeficiente de freqüência =  $\frac{N \times 10^6}{H}$

G = Coeficiente de gravidade =  $\frac{T \times 10^6}{H}$

IAG = Índice de avaliação de gravidade =  $G / F = T / N$

A prioridade será dada pela análise do maior valor para o IAG. No caso em estudo, será considerado o setor 1. Deve ser observado que o Sistema Convencional de Análise de Acidentes tem um caráter puramente estatístico e tem suas limitações.

1	2	3	5	6	7	8	9	10	11
SETOR	NE	H	N	DP	DD	T	F	G	IAG
1	20	9600	1	-	900	900	104	93750	901
2	50	24000	5	50	1800	1850	208	77083	370
3	50	24000	1	-	600	600	42	25000	595
4	40	19200	2	15	-	15	104	781	7,5
5	40	19200	3	20	300	320	156	16667	107

## EXERCÍCIO

Em sua empresa existem 3 setores que você deverá analisar com a finalidade de preparar um plano de trabalho. O período analisado foi de 22 dias úteis e apresentou o seguinte resultado:

### Setor 1

Nº de funcionários = 33

32 funcionários trabalharam integralmente a jornada de 8 horas diárias sendo que, 3 destes funcionários trabalharam 12 dias em regime de 2 horas-extras diárias.

1 funcionário que trabalhava com jornada de 8 h/d, sofreu um acidente no 10º dia útil de trabalho e perdeu a visão de um olho.(obs: considerar 10 dias de trabalho)

### Setor 2

Nº de funcionários = 08

07 funcionários trabalharam integralmente a jornada de 6 horas diárias.

1 funcionário foi contratado no período analisado, e trabalhou 18 dias úteis com a mesma jornada de trabalho.

### Setor 3

Nº de funcionários = 14

13 funcionários trabalharam integralmente a jornada de 8 horas diárias.

1 funcionário sofreu um acidente c/ lesão, e ficou afastado 4 dias úteis.

SETOR	Nº DE EMPREGADOS	H	N	DP	DD	T	CF	CG (x 10 <sup>4</sup> )	IAG
1	33	5784	1	12	1800	1812	172,9	313278	1812
2	08	1032	0	0	0	0	0	0	0
3	14	2432	1	4	0	4	411	1645	4

### **3.1. A GRAVIDADE DOS ACIDENTES DO TRABALHO**

Os dias computados e a Taxa de Gravidade dos acidentes do trabalho, medidos em dias de afastamento, são indicadores que enfocam a perda de produção. Não incorporam uma dimensão relativa aos danos físicos e psicológicos para o acidentado e o impacto nos familiares, colegas e na própria organização. Estão sujeitos à variabilidade dos critérios médicos e administrativos que determinam o tempo de afastamento.

Uma secretária desce do ônibus da empresa ao chegar ao trabalho, escorrega... torção no tornozelo. Acidente do trabalho. Conseqüência: 25 dias de afastamento.

Um operador de uma plataforma de processamento de petróleo inspeciona um maçarico. O óleo combustível quente acumulado escorre... atinge seu rosto e braço. Acidente do trabalho. Conseqüência: 20 dias de afastamento.

Serão os dias computados e a taxa de gravidade bons indicadores da verdadeira gravidade dos acidentes? Os dois casos descritos mostram que não. No segundo os danos físicos foram mais graves, o dano psíquico também, não só para o acidentado, mas também para os familiares e colegas. Atinge também a moral da equipe e praticamente toda a organização.

O cálculo e informação dos dias computados e da taxa de gravidade, atendem apenas exigências legais.

O que se quer medir com os dias computados e a taxa de gravidade?

O cálculo da taxa de gravidade é feito, basicamente, em dois passos.

No primeiro, calcula-se os dias perdidos e os dias debitados. Dias perdidos são os que o empregado esteve ausente do trabalho. Dias debitados só são adicionados quando ocorre incapacidade permanente. São obtidos de uma tabela que oferece o número de dias em função da natureza da incapacidade.

No segundo passo calcula-se quantos seriam os dias computados em um milhão de horas de exposição ao risco, obtendo-se a taxa de gravidade.

Há, portanto, dois indicadores. Um deles, o número de dias computados, procura indicar a perda em dias de trabalho provocada pelo acidente. O outro, a taxa de gravidade, procura indicar a perda relativa a uma base comum de milhão de horas de exposição ao risco. Indiretamente, é um indicador do risco presente no trabalho. Cabe ressaltar que a melhor estratégia para avaliar o risco não é através de acidentes ocorridos.

O cálculo desses indicadores nos revela que o que se procura medir e relatar é a perda de produção. Os números não refletem o sofrimento físico e psicológico do acidentado, dos familiares, dos colegas, o impacto sobre a moral da equipe e de toda a organização. A tabela dos dias debitados, revela claramente o enfoque utilizado. Se um trabalhador perde um dedo do pé, que não o dedo grande, debita-se ZERO dias. Nenhum reflexo nos indicadores, pois acredita-se que essa perda não interfere na produção. E o sofrimento causado pelo acidente que o privou desse dedo? E os danos psicológicos que se refletirão pelo resto da vida?

Por outro lado, o número de dias perdidos está sujeito à variabilidade dos critérios médicos que determinam o tempo

necessário para a recuperação. Também está sujeito aos critérios de cada empresa que pode mudar o empregado de função temporariamente, para reduzir os dias de afastamentos.

### 3.2. TABELA DE DIAS DEBITADOS

NATUREZA	AVALIAÇÃO PERCENTUAL	DIAS DEBITADOS
Morte	100	6000
Incapacidade total e permanente	100	6000
Perda da visão de ambos os olhos	100	6000
Perda da visão de um olho	30	1800
Perda do braço acima do cotovelo	75	4500
Perda do braço abaixo do cotovelo	60	3600
Perda da mão	50	3000
Perda do 1º quirodátilo (polegar)	10	600
Perda de qualquer outro quirodátilo	5	300
Perda de dois outros quirodátalos	12 ½	750
Perda de três outros quirodátalos	20	1200
Perda de quatro outros quirodátalos	30	1800
Perda do 1º quirodátilo (polegar) e qualquer outro quirodátilo	20	1200
Perda do 1º quirodátilo e 2 outros	25	1500
Perda do 1º quirodátilo e 3 outros	33 ½	2000
Perda do 1º quirodátilo e 4 outros	40	2400
Perda da perna acima do joelho	75	4500
Perda da perna no joelho ou abaixo dele	50	3000
Perda do pé	40	2400
Perda do 1º pododátilo (dedo grande) ou de 2 ou mais pododátalos	6	300
Perda do 1º pododátilo de ambos os pés	10	600
Perda de qualquer outro pododátilo	0	0
Perda da audição de um ouvido	10	600
Perda da audição dos 2 ouvidos	50	3000



## Capítulo IV

---

### 4. CONTROLE DE PERDAS

Em um programa de controle de perdas devem ser observados alguns itens básicos, conforme descritos a seguir:

- a) Política
- b) Fatores
- c) Organização
- d) Programação

#### 4.1. POLÍTICA

De acordo com Fletcher, um programa de prevenção de perdas tem por objetivo eliminar ou reduzir as prováveis perdas pessoais, à propriedade e na produção.

Para fazer essa avaliação, Fletcher sugere a análise por seções com suas respectivas escalas de avaliação, estabelecimento das prioridades e elaboração do plano de ação.

##### 4.1.1. Política de segurança

Itens que poderão ser verificados:

- 1- A empresa possui uma política declarada (escrita) de segurança?
- 2- Se possui, há na declaração a assinatura de um membro da direção?
- 3- Se não há uma política escrita, há uma verbal?
- 4- A política de segurança é do conhecimento de todo o corpo administrativo?

5- A política de segurança é de conhecimento de todos os empregados?

6- Qual o nível de credibilidade, respeitabilidade e cumprimento que a política possui na empresa ?

#### 4.1.2. Escala de avaliação

Excelente	5	Totalmente implantado e totalmente efetivo
Bom	4	Satisfatoriamente implantado e efetivo
Regular	3	Implantado, mas não satisfatoriamente
Fraco	2	Só parcialmente em execução. Resultados não satisfatórios
Insatisfatório	1	Algumas tentativas foram feitas, mas sem implantação efetiva
Nulo	0	Nada foi feito até o momento

#### 4.1.3. Quadro de avaliação

SEÇÃO	AVALIAÇÃO MÁXIMA	SITUAÇÃO ATUAL	DEFICIÊNCIA
1			
2			
...			

Exemplo:

Seção 5 - TREINAMENTO

5	30 ( * )	23	07
---	----------	----	----

(\*) Total de pontos para o programa total

Determinadas as deficiências de cada seção do perfil, serão estabelecidas as prioridades e elaborado o respectivo plano de ação, objetivando a prevenção e o controle das perdas reais e potenciais.

#### **4.1.4. Itens básicos de um plano de ação**

- Objetivo geral do plano
- Objetivos específicos: a curto prazo, a médio e longo prazo
- Recursos humanos e materiais necessários
- Custo estimado de implantação do plano
- Estimativa das perdas atuais e das perdas potenciais futuras
- Data de início do plano
- Data estimada de término do plano

#### **4.2. FATORES**

Considerando o processo produtivo como um sistema composto por vários subsistemas inter-relacionados e interdependentes, pode-se definir os fatores de perdas como sendo aqueles que representam um risco potencial de se transformarem em prejuízos para a empresa. São eles:

- Fator humano
- Instalações, máquinas e equipamentos
- Materiais
- processos de produção

##### **4.2.1. Fator humano**

A perda da força de trabalho deve ser considerada como aspecto fundamental. Principais causas:

- Problemas de saúde
- Acidentes
- Relações interpessoais

#### **4.2.2. Instalações, máquinas e equipamentos**

Causas das perdas:

- Operação incorreta (gambiarras, adaptações, etc.)
- Manutenção deficiente
- Equipamentos ultrapassados
- Ausência de operadores qualificados

Controle de falhas:

- Equipamento atingido
- Natureza da falha
- Tempo parado
- Custo de reparos

#### **4.2.3. Materiais**

A importância do controle deste fator é determinada pela alta porcentagem de incidência dos insumos (água, luz, transportes, etc.) e matéria-prima no custo total do produto.

Causas das perdas:

- Problemas de suprimento de matéria-prima
- Qualidade deficiente de materiais
- Periculosidade dos materiais
- Problemas de armazenamento
- Deficiência e má utilização de estoques

#### **4.2.4. Processos de produção**

Este fator decorre de falhas oriundas do planejamento errado da fábrica ou de defeitos no projeto e/ou fluxos de trabalho. Causas:

- Falhas de coordenação entre as etapas do processo

- Erros na adoção de indicadores de produção
- Erros de programação
- Má distribuição dos equipamentos (lay-out)
- Fluxos inadequados das etapas do processo

#### 4.3. ORGANIZAÇÃO

Tem como objetivo manter um esforço organizado de todo o pessoal de uma empresa na tarefa de evitar perdas e alcançar o máximo de eficiência.

Tipos de organizações para controle de perdas:

- **De linha:** a responsabilidade é concentrada nos chefes de departamentos, setores, etc.

- **Staff:** concentra a responsabilidade e o trabalho no pessoal especializado, através do estudo dos problemas e proposta de soluções.

- **Comitê ou comissão:** o trabalho e/ou responsabilidade recaem em um ou vários grupos, cabendo a investigação, formulação de procedimentos e as recomendações.

#### 4.4. PROGRAMAÇÃO

Obedece, normalmente, o plano anual estabelecido em função das técnicas e setores de trabalho que deverão utilizá-las, considerando o espaço de tempo.



## Capítulo V

---

### 5. AVALIAÇÃO TOTAL DAS PERDAS NUM PROCESSO

Uma expressão acertada para medir a incidência das perdas num processo é, basicamente, a menor produção no período de observação que se produz por causa dos fatos negativos que paralisam ou distorcem o processo, que denominaremos acidentes, porque não haviam sido previstos e que se traduzem em danos pessoais (lesões), danos materiais ou em perda de tempo.

Assim, em geral, temos para Fator de Eficiência na Produção:

$$F_{EP} = \frac{\text{produção alcançada final}}{\text{produção programada}}$$

#### 5.1. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE ACORDO COM A CAUSA DE ORIGEM

##### 5.1.1. Por fator humano

O ausentismo é a ausência do trabalhador ao serviço, quando escalado para trabalhar. Para avaliar este tipo de perda utiliza-se o “Fator de Utilização de Pessoal”, que é a relação entre o tempo efetivamente trabalhado e o tempo disponível para a execução do que foi programado, ou seja:

$$FUP = \frac{HHT}{HHP} = \frac{\text{Horas homem efetivamente trabalhadas}}{\text{Horas homem programadas}}$$

Este fator representa a fração dos recursos humanos programados que participou da produção fixada. A fração que não participou (ausentismo) foi a causa de não se alcançar a produção programada, resultando, deste modo, uma produção menor.

Produção alcançada = Produção programada x FUP

$$PA = PP \times FUP$$

Em função do exposto, pode ser expressa a equação da perda de produção por ausentismo.

Perda de produção por fator humano:

$$PFH = PP (1 - FUP)$$

### 5.1.2. Por controle de qualidade

Considerando-se X% a recusa por controle de qualidade, ter-se-á que a perda por este fator será:

$$P_{CQ} = \text{Produção programada} \times \frac{X\%}{100}$$

### 5.1.3. Por paralisação de equipamento

$$P_{PE} = \frac{PP \times t}{T \times N}$$

PP = produção programada

t = tempo de duração da falha

T = período de execução da tarefa

N = número de equipamentos utilizados na linha

Deve ser lembrado que quando existirem várias linhas de equipamentos em série, será diminuída a perda ocorrida na linha anterior naquela que estiver sendo calculada.

## 5.2. PERDA TOTAIS

$$P_T = P_{FH} + P_{CQ} + P_{PE}$$

## EXERCÍCIO 1

Calcular a perda total na empresa com os dados abaixo:

Produção programada = 1000 unidades

HHP = 520 horas

HHT = 480 horas

Recusa no controle de qualidade = 1,5 %

Equipamentos utilizados = 4

Equipamento 1 = 2 horas parado

Equipamento 2 = 6 horas parado

Período para execução do trabalho: 104 horas

1 - Perdas por fator humano

$$FUP = \frac{480}{520} = 0,923$$

$$P_{FH} = PP ( 1 - FUP ) = 1.000 ( 1 - 0,923 ) = 77 \text{ unidades}$$

2 - Perdas por paralisação de equipamento

$$P_{PE} = \frac{1.000 \times (6+2)}{4 \times 104} = 19 \text{ unidades}$$

3 – Perda por controle de qualidade

$$P_{CQ} = 1.000 \times \frac{1,5\%}{100} = 15 \text{ unidades}$$

4 - Perdas totais

$$P_T = 77 + 19 + 15 = 111 \text{ unidades}$$

## **EXERCÍCIO 2**

Uma empresa programou executar 5100 unidades em um período de 20 dias. Para executar o serviço contou com 8 funcionários que trabalharam em uma jornada de 6 horas diárias sendo que, 2 destes funcionários faltaram 1 dia cada. O serviço foi executado por 3 equipamentos sendo que, o equipamento nº1 ficou paralisado por 2 dias e o equipamento nº3 ficou parado por 1 dia. A recusa no controle de qualidade foi de 2%. Qual a perda total na empresa?

1 - Perdas por fator humano

$$FUP = \frac{948}{960} = 0,9875$$

$$P_{FH} = PP ( 1 - FUP ) = 5.100 ( 1 - 0,9875 ) = 64 \text{ unidades}$$

2 - Perdas por paralisação de equipamento

$$P_{PE} = \frac{5.100 \times (2+1)}{3 \times 20} = 255 \text{ unidades}$$

3 – Perda por controle de qualidade

$$P_{CQ} = 5.100 \times \frac{2\%}{100} = 102 \text{ unidades}$$

4 - Perdas totais

$$P_T = 421 \text{ unidades}$$

## **EXERCÍCIO 3**

Uma empresa programou executar 12.000 unidades em um período de 30 dias. Para executar o serviço contou com 5 funcionários que trabalharam em uma jornada de 6 horas diárias ( 3 funcionários faltaram 1 dia cada) e 6 funcionários que trabalharam uma jornada de 8 horas diárias ( 1 funcionário faltou 4 dias). O serviço foi executado por 8 equipamentos sendo que, o equipamento nº1 ficou paralisado por 3 dias, o equipamento nº3 ficou parado por 1 dia e o equipamento nº 7 ficou paralisado 10 dias. A recusa no controle de qualidade foi de 0,5%. Qual a perda total na empresa?

1 - Perdas por fator humano

$$FUP = \frac{2290}{2340} = 0,9786$$

$$P_{FH} = PP ( 1 - FUP ) = 12.000 ( 1 - 0,9786 ) = 257 \text{ unidades}$$

2 - Perdas por paralisação de equipamento

$$P_{PE} = \frac{12.000 \times 14}{8 \times 30} = 700 \text{ unidades}$$

3 – Perda por controle de qualidade

$$P_{CQ} = 12.000 \times \frac{0,5\%}{100} = 60 \text{ unidades}$$

4 - Perdas totais

$$P_T = 1.017 \text{ unidades}$$

#### **EXERCÍCIO 4**

Suponhamos que uma empresa de terraplanagem tenha programado executar um serviço de remoção e transporte de 150.000 m<sup>3</sup> de terra, durante um período de 60 dias de trabalho.

Calculou-se o preço de venda unitário (PVU) como sendo R\$ 2,00/m<sup>3</sup>.km e o preço de custo unitário (PCU) igual a R\$ 1,50/m<sup>3</sup>.km. Sabe-se que a distância entre a frente de trabalho e o bota-fora era de 15 km, e a jornada de trabalho de 16 horas (2 turnos de 8 horas). A empresa contava, para a execução desses serviços, com os seguintes recursos:

- Recursos humanos

- 40 motoristas de caminhão
- 6 operadores de escavadeira
- 4 operadores de trator
- 8 operadores de pá carregadeira

- Equipamentos

- 20 caminhões (10 m<sup>3</sup> cada)
- 3 escavadeiras
- 2 tratores
- 4 pás carregadeiras

Durante esse período de 60 dias registraram-se:

- 5 acidentes com lesão: absentismo = 500 HH
- Absentismo por outras causas = 1.600 HH
- Uma escavadeira paralisada 6 dias
- Uma pá carregadeira paralisada 5 dias
- Um caminhão paralisado 4 dias
- Um caminhão paralisado 8 dias
- Um caminhão destruído depois de 2 dias de trabalho e não mais utilizado no período

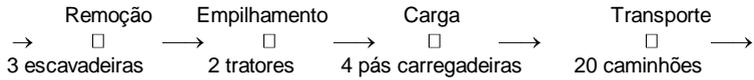
Os custos utilizados para efeito de cálculo foram:

- Custos sociais = R\$ 2.500,00
- Custo dos reparos = R\$ 12.000,00
- Custo de reposição de um caminhão = R\$ 130.000,00

A partir desses dados, pede-se para determinar:

- 1- Perdas totais por absentismo e paralisação de equipamentos;
- 2- O lucro não obtido nesse período.

## Diagrama de fluxo



$$PP = 150.000 \text{ m}^3$$

### 1 - Perdas por fator humano

$$HH \text{ programadas} = 58 \times 8 \times 60 = 27.840$$

$$\text{Absentismo} = 500 + 1.600 = 2.100 \text{ HH}$$

$$FUP = \frac{27.840 - 2.100}{27.840} = 0,92$$

$$P_{FH} = PP (1 - FUP) = 150.000 (1 - 0,92) = 12.000 \text{ m}^3$$

### 2 - Perdas por paralisação de equipamento

$$P_{PE1} = \frac{150.000 \times 6}{3 \times 60} = 5.000 \text{ m}^3$$

$$P_{PE2} = \frac{145.000 \times 5}{4 \times 60} = 3.020 \text{ m}^3$$

$$P_{PE3} = \frac{141.980 \times (4 + 8 + 58)}{20 \times 60} = 8.281 \text{ m}^3$$

$$P_{PE} = 5.000 + 3.020 + 8.281 = 16.301 \text{ m}^3$$

### 3 - Perdas totais

$$P_T = 12.000 + 16.301 = 28.301 \text{ m}^3$$

### 4 - Produção alcançada

$$PA = PP - P_T$$

$$PA = 150.000 - 28.301 = 121.699 \text{ m}^3$$

### 5 - Fator de eficiência de produção

$$F_{EP} = \frac{121.699}{150.000} = 0,81 = 81 \% \text{ de eficiência}$$

6 - Lucro não obtido

$$\text{PVU} = \text{R\$ } 2,00/\text{m}^3 \cdot \text{km} = 2,00 \times 150.000 \times 15 = \text{R\$ } 4.500.000,00$$

$$\text{PCU} = \text{R\$ } 1,50/\text{m}^3 \cdot \text{km} = 1,50 \times 150.000 \times 15 = \text{R\$ } 3.375.000,00$$

$$\text{Lucro esperado no período} = \text{PVU} - \text{PCU} = \text{R\$ } 1.125.000,00$$

Lucro real no período =

$$\begin{aligned} \text{Prod. alcançada ( PVU - PCU) - } \sum \text{ Custos} &= \\ 121.699 \times \{ ( 2,00 - 1,50 ) \times 15 \} - ( 2.500,00 + \\ 12.000,00 + 130.000,00 ) &= \\ 912.742,00 - 144.500,00 &= \text{R\$ } 768.242,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lucro não obtido} &= \text{lucro esperado} - \text{lucro real} = \\ 1.125.000,00 - 768.242,00 &= \text{R\$ } 356.758,00 \end{aligned}$$

## **Capítulo VI**

---

### **6. SEGURANÇA PATRIMONIAL**

#### **6.1. INTRODUÇÃO**

Esta atividade é um trabalho preventivo e de essencial importância num plano de controle de perdas, pois reduz a probabilidade de roubos, depredações, assaltos, acidentes e incidentes, etc.

Chamamos de Segurança Patrimonial o emprego contínuo e sistemático do conjunto de medidas técnicas visando salvaguardar a integridade física dos funcionários e os bens patrimoniais (físicos ou não), da empresa. Estas medidas devem ser: ativas, dinâmicas, claras, enérgicas e de aplicação firme para serem eficazes.

A Segurança Patrimonial deve proporcionar à Direção e aos funcionários, a tranqüilidade necessária e a ordem imprescindível para o processo da empresa.

#### **6.2. ITENS BÁSICOS**

Na política de segurança da empresa devem ser considerados, pelo menos, os seguintes itens:

1. Treinamento para conscientizar a área de segurança a respeito do controle de perdas;
2. Deve haver planos de controle de greves e desordens;
3. Divisão de responsabilidade por área, evitando-se coincidência de fiscalização por parte de pessoas da família ou por pessoas que mantenham algum tipo de relacionamento;
4. Permanente rotatividade no sistema de vigilância;
5. Realização periódica de auditorias para descobrir possíveis fraudes e roubos;
6. Atenção especial a pessoas estranhas, principalmente às de empresas contratadas;

7. Treinamento com os operários do turno noturno, principalmente orientando-se no que se refere à abordagem com ladrões;
8. Controle rigoroso na saída de material. Não permitir a saída de materiais, mesmo que danificados, sem documentos de autorização;
9. Inspeção periódica nos sistemas de alarme;
10. Ação de controle rígido para sigilo das informações de computadores, controle de chaves e ambientes de trabalho;
11. Controle no trabalho de carga e descarga de materiais;
12. Atenta vigilância nas ações de combate a incêndio.

### **6.3. O SERVIÇO DE VIGILÂNCIA**

Na implantação de um programa de segurança patrimonial, o serviço de vigilância é de suma importância.

O exame atento das funções exercidas pelos vigilantes e do curso de formação a que obrigatoriamente são submetidos, deixa claro que tais profissionais exercem função para-policial, ocupando o espaço que, a rigor, estaria reservado à Polícia do Estado.

Diferenciam-se substancialmente dos vigias, trabalhadores comuns, sem a exigência de formação profissional específica, cuja única função é, tão somente, a de guardar bens que lhe sejam confiados.

O vigia é um trabalhador comum, não submetido à formação própria do vigilante. Assim, pela natureza das funções, equivale-se a do vigia com a do zelador, sujeitos à duração normal de trabalho.

Assim, aqueles que, sem qualquer formação profissional, prestam serviços autônomos ou subordinados a residências ou estabelecimentos comerciais, sem qualquer vinculação às empresas especializadas, não podem ser qualificados como vigilantes. São meros vigias, normalmente chamados de “guarda de quarteirão” ou, num sentido amplo, “seguranças”.

### **6.3.1. O perfil do vigilante**

#### **CARACTERÍSTICAS**

- Cortesia, iniciativa, boa memória, capacidade de liderança, firmeza, rapidez de raciocínio, educação, ser atento, desconfiado, criativo e observador, sociabilidade, porém não deve ser conversador.

#### **REQUISITOS**

- Boa apresentação, altura mínima e peso proporcional, escolaridade, boa caligrafia, boa dicção e bom português, possuir Carteira Nacional de Habilitação, conhecimentos de Primeiros Socorros e Proteção / combate de incêndios.

#### **CONTATO COM O PÚBLICO**

- Dar informações corretas. Uma resposta evasiva, enganosa, resultará em desserviço a empresa e seus interesses;
- Cordialidade, polidez, educação e conhecimento do trabalho (podem angariar simpatias para o vigilante e para empresa);
- Violência, arbitrariedade, descortesia, mau-humor (resultam em críticas e ressentimentos que distanciam o público da empresa).

### **6.3.2. Ronda interna e perimetral**

O serviço de vigilância deve ter entre as suas atribuições:

- Fiscalizar o deslocamento, manobras e estadias;
- Vigiar a velocidade desenvolvida pelos veículos nas avenidas interiores da empresa;
- Encaminhar os infratores ao Chefe da Segurança Patrimonial;
- Em caso de acidente com danos pessoais, a vítima deve ser imediatamente socorrida e o motorista levado à presença do Chefe da Segurança Patrimonial;

- A empresa poderá até proibir a entrada de motorista reincidente em contravenções aos Regulamentos Internos.

### **6.3.3. O que a empresa espera da vigilância patrimonial:**

- **Lealdade**

Fidelidade aos compromissos assumidos (vestir a camiseta da empresa).

- **Responsabilidade**

Assumir integralmente as suas atribuições.

- **Iniciativa**

Ter disposição natural e ânimo para agir pronta e imediatamente nas situações inesperadas e de emergência.

- **Disciplina**

Ser um exemplo na obediência as normas e regulamentos.

- **Apresentação**

O vigilante sempre é o primeiro contato com o público externo, para o qual deve projetar uma boa imagem, por isso, a empresa espera que o serviço executado, comece por uma ótima organização e apresentação.

- **Eficácia**

É a qualidade de quem atinge resultados positivos no que executa. A empresa espera eficácia em todas as atividades desempenhadas pela segurança.

Deve ser observado que toda e qualquer comunicação dentro da empresa deve ser coordenada, preferencialmente, pela área de Recursos Humanos. Portanto, adotar-se-á:

- A afixação de toda e qualquer comunicação, nos quadros de aviso das áreas, será de responsabilidade da área de Recursos Humanos;
- Os comunicados de entidades externas estranhas ou não à empresa, somente serão afixados nos quadros de avisos, mediante autorização expressa de Recursos Humanos;
- As áreas, onde estão instalados quadros de avisos deverão cuidar para que não sejam afixados cartazes ou publicações que não sejam de interesse da empresa;

- É terminantemente proibida a colocação de toda e qualquer matéria escrita em portas ou paredes dos prédios;
- A Segurança Patrimonial fiscalizará o cumprimento dos procedimentos, recolhendo as publicações que não estiverem autorizadas.



## **Capítulo VII**

---

### **7. INSPEÇÃO DE SEGURANÇA**

A Técnica de Inspeção de Segurança do Trabalho é um eficiente meio para detecção e controle de acidentes potenciais. A cada alteração ocorrida no ambiente, novos riscos aparecem.

Deve-se buscar nas inspeções formas novas de trabalhar, como por exemplo, a de inspecionar uma mesma área com roteiros diferentes e por pessoas diferentes, bem como organizar algumas inspeções cujos acompanhantes sejam os próprios dirigentes da empresa.

Um bom programa de inspeção de segurança pode trazer confiança entre os empregados e credibilidade da alta administração, para com o trabalho desenvolvido pelo Técnico de Segurança do Trabalho.

Diariamente os supervisores, de maneira informal, observam o desenvolvimento das tarefas nos seus órgãos de trabalho, anotando prováveis situações de risco para posterior correção.

As observações de segurança devem ser registradas em formulário próprio e remetidas ao setor responsável pela correção da falha detectada, com cópias para o SESMT da empresa e arquivo do emitente.

#### **7.1. ÁREAS BÁSICAS PARA A INSPEÇÃO DE SEGURANÇA**

Basicamente as inspeções são divididas nas áreas de: ordem e limpeza, proteção de máquinas/equipamentos, proteção contra incêndios e explosões, e proteção ambiental.

### **7.1.1. Ordem e limpeza**

A ordem é imprescindível para um programa de redução de custos. A limpeza é de responsabilidade de cada empregado.

*Um local é considerado em ordem, quando não existem coisas desnecessárias e quando as necessárias estão nos seus respectivos lugares.*

Nessa inspeção deve-se procurar materiais escondidos pelos cantos, peças e equipamentos sujos e/ou enferrujados, prateleiras sobrecarregadas, passagens bloqueadas, recipientes danificados ou demasiadamente cheios, peças pesadas em locais altos, materiais estocados incorretamente, etc.

Pontos a serem considerados:

- Visão geral de todas as áreas de trabalho.
- Correção imediata de situações erradas de perigo em potencial. Ex: Buracos abertos no piso.
- Existência de materiais e/ou objetos considerados desnecessários.

### **7.1.2. Proteção de máquinas / equipamentos**

Este tipo de inspeção deve cobrir os vários locais da empresa e visa corrigir as prováveis condições inseguras, inclusive de identificação de possíveis vazamentos, desgastes normais ou não, vibrações, corrosões, inflamabilidade, etc., em peças, válvulas de segurança e/ou proteção, engrenagens, correias, eixos, correntes, freios, cabos, etc.

Devem ser avaliados entre outros:

- ventiladores e exaustores;
- condições do ambiente com relação a pó, vapores, grãos, etc.( dependendo do tipo de equipamento, pode ser danificado na presença de poeiras);
- veículos;

- janelas, portas, escadas, piso, parede, teto, etc., das instalações físicas;
- produtos químicos, tais como: ácidos, alcalinos, tóxicos, etc.(também podem danificar equipamentos);
- correias e transportadores diversos;
- vasilhames, caixas, tambores, etc.;
- guindastes, elevadores, etc.;
- explosivos;
- equipamentos elétricos, transformadores, luminárias, cabos elétricos, etc.;
- plataformas;
- sistemas de alarme;
- proteção de máquinas;
- ferramentas portáteis mecânicas e manuais;
- máquinas ( torno, freza, esmeril, etc.);
- materiais: matéria prima e produtos acabados;
- grãos;
- caldeiras, fornos, bombas, compressores, etc.;
- aberturas em paredes, estruturas, etc.

É importante que o supervisor acompanhe a inspeção de sua respectiva área de trabalho, e aponte possíveis pontos críticos que possam vir a causar problemas para o funcionamento de máquinas e/ou equipamentos.

Para registro e acompanhamento do trabalho, os equipamentos devem ser identificados através de cartões ou

prontuários, nos quais devem ficar registradas as ações efetuadas e aquelas a serem feitas nos mesmos.

### **7.1.3. Proteção contra incêndio e explosões**

Esta inspeção visa eliminar prováveis perdas por incêndios e explosões de produtos inflamáveis. Devem ser observados:

- a existência de caixas de madeira, papelão, estopas, lixos, etc.
- latas de solventes e tintas abertas.
- vapores de produtos inflamáveis na atmosfera.
- cabos elétricos, chaves ou conexões em condições não adequadas.
- extintores fora de validade, bloqueados ou mal localizados.
- plano de emergência para combate a fogo.
- acessos livres para saídas de emergência.
- tubulações ou mangueiras (oxigênio e/ou combustíveis) sem identificação ou danificadas, que possam criar dúvidas com tubulações de outros produtos.
- ventilação de locais onde existem vapores perigosos.
- depósitos com inflamáveis sem identificação.
- avisos indicativos de locais de risco.
- válvulas de segurança nas redes de oxigênio ou gases inflamáveis.

#### **7.1.4. Proteção ambiental**

Nas inspeções de segurança devem ser observados, entre outros:

- contaminantes do ar (pó, fumaça, gases, vapores, etc)
- ruído ( nível de pressão sonora, tempo de exposição, etc.)
- temperaturas excessivas
- iluminação
- radiação
- ventilação
- pressões anormais
- normas de controle de cargas, descargas e transportes de produtos.

Alguns ambientes (ex: casas de força), equipamentos (ex: caldeiras) ou mesmo tarefas específicas (ex: carregamento de produtos perigosos) que merecem atenção especial, devem ser observados detalhadamente, obedecendo suas inspeções a roteiros de procedimentos previamente traçados, conforme “check-list” preparado pelos técnicos de serviço especializado.

#### **7.2. ÁREAS BÁSICAS DE DESPÉRDÍCIOS**

Serão mostradas a seguir algumas áreas onde podem ser encontrados desperdícios em uma empresa. Devem ser identificados, através de uma inspeção, e eliminados.

##### **7.2.1. Desperdício de mão-de-obra**

- 1) Duplicidade de serviços ( Alguém está executando serviços iguais ou similares? Esta duplicidade é necessária ?);

- 2) Superestimar os padrões de qualidade (Está o padrão de qualidade mais alto do que o uso justifica? O alto padrão de qualidade exigido é realmente necessário?);
- 3) Aproveitamento melhor da mão-de-obra (Há algum trabalho feito manualmente que seria melhor realizado com máquinas ?);
- 4) Burocracia exagerada (Os relatórios, cartas, memorandos poderiam ser reduzidos ou substituídos? São realmente necessários ?);
- 5) Salário mais alto do que o serviço exige (Deveria parte do serviço ser feito por algum empregado e nível salarial mais baixo? O trabalho não poderia ser feito por um empregado menos categorizado?);
- 6) Delegação inexistente ou ineficiente (Que decisões poderiam ser delegadas a subordinados ?).

### **7.2.2. Desperdício de equipamentos**

- 1) Os empregados não têm a mínima noção do valor dos maquinários e equipamentos que usam;
- 2) Empregados não são orientados quanto ao uso correto das máquinas e equipamentos;
- 3) Os empregados não informam imediatamente os defeitos das máquinas;
- 4) Permitir que os maquinários continuem em uso quando não estão “funcionando bem”;
- 5) Uso de máquinas e equipamentos para realizar trabalhos que fogem a sua especificação, uso errôneo do ferramental;
- 6) Máquinas e equipamentos funcionando quando não estão em uso;

- 7) Permitir que os empregados não autorizados façam reparos em máquinas e equipamentos;
- 8) Não proteger máquinas e equipamentos contra sujeira, ferrugem e corrosão;
- 9) Falta de lubrificação adequada e regular;
- 10) Falhas de programação, gerando necessidade de ligar e desligar o maquinário, extremado-se a carga máxima e tempo improdutivo;
- 11) Desconhecimento (supervisão e empregados) do potencial das máquinas;
- 12) Empregados que não ajustam a velocidade e alimentação das máquinas, conforme critérios próprios;
- 13) Não analisar as causas dos danos nas máquinas a fim de eliminá-las e evitar novas ocorrências;
- 14) Falta de entrosamento com o departamento de Manutenção;
- 15) Substituir as máquinas ou equipamentos que poderiam ser vantajosamente reparados e reparar máquinas ou equipamentos que poderiam ser vantajosamente substituídos;
- 16) Indiferença de chefia nas opiniões dos empregados a respeito das condições das máquinas e equipamentos;
- 17) O excessivo tempo gasto pela Manutenção em reparos;
- 18) Uso de máquinas com material defeituoso ou fora do especificado;
- 19) Falta de contato com os fabricantes das máquinas e equipamentos para orientar-se quanto ao uso efetivo destes;

20) Não proteger o maquinário em uso e o desativado contra intempéries.

### 7.2.3. Desperdício de materiais

- 1) Desconhecimento dos empregados do valor do material com o qual trabalha;
- 2) Uso incorreto de máquinas e equipamentos;
- 3) Falha em analisar perdas de material para determinar a causa e fazer as correções para **prevenir reincidências**;
- 4) Não prestigiar idéias dos subordinados para reduzir o desperdício;
- 5) Desfazer-se (ficar livre) dos materiais que poderiam ser retrabalhados;
- 6) Falta de controle de perdas, roubos e uso inadequado de materiais;
- 7) Usar material impróprio ou imperfeito, permitindo que sejam rejeitados durante ou após as operações de produção;
- 8) Inspeção incorreta das peças em processo;
- 9) Falta de instrução ou orientações aos empregados para o uso apropriado de materiais e suprimentos;
- 10) Separação (rejeição) imprópria de materiais, diminuindo seu valor de revenda (sucata);
- 11) Prateleiras, canaletas, transportadores inadequados, resultando em gastos, quebras, danificações, escassez e perda de material;
- 12) Permitir que materiais fora de uso se acumulem na seção;
- 13) Não manter estoque mínimo necessário;

- 14) Não controlar os materiais e ferramentas de uso coletivo;
- 15) Usar mais material que o necessário;
- 16) Pouca disciplina, resultante do descuido ou negligência no trabalho, por parte da chefia;
- 17) Uso de materiais, ferramentas e equipamentos de empresa para fins particulares;
- 18) Falha em receber e em inspecionar remessas de fornecedores a fim de verificar se a qualidade esta dentro do especificado;
- 19) Deixar material exposto ao tempo (sem proteção);
- 20) Usar material caro, quando um mais barato poderia servir sem diminuir a qualidade.

#### **7.2.4. Desperdício de transporte**

- 1) Inexistência de sistemas de movimentação interna;
- 2) Obstrução das vias de circulação;
- 3) Meios de transporte inadequado;
- 4) Condições impróprias dos pisos.



## Capítulo VIII

---

### 8. PERMISSÃO DE TRABALHO (PT)

A **P.T.** é um documento que autoriza a execução de trabalhos que pelos riscos que apresentam, só devem ser realizados após **autorização escrita**.

A **P.T.** é uma autorização dada por escrito para execução de qualquer trabalho envolvendo manutenção, montagem, desmontagem, construção, reparos ou inspeções em equipamentos ou sistemas que envolvam perigo, com a finalidade de preservar a integridade do pessoal, dos equipamentos, do meio ambiente e a continuidade operacional. Não confundir com **O.S.** - ORDEM DE SERVIÇO.

Essa garantia só é obtida após uma série de medidas acauteladoras, cuja observância é imprescindível para garantir a segurança do trabalho.

Um exemplo de grande repercussão internacional foi o acidente ocorrido em 06 de julho de 1988, na plataforma Piper Alpha, no Mar do Norte, onde 167 pessoas morreram.

Houve explosão seguida de incêndio. Houve perda completa da plataforma e danos irreparáveis à imagem da companhia operadora.

No relatório de investigação foram apontadas falhas de projeto, falhas de procedimento, falhas de treinamento e falhas no sistema de gestão.

Contudo a causa imediata para a ocorrência do acidente foi uma falha no Sistema de Permissão para Trabalho.

Outro exemplo de repercussão internacional foi o acidente ocorrido em 2001 com a plataforma P-36, na Bacia de Campos, onde 11 pessoas morreram.

Houve explosão numa das colunas de sustentação da P-36, seguida de incêndio. Houve afundamento da plataforma e danos irreparáveis à imagem da companhia operadora.

O Relatório Final da Comissão de Sindicância concluiu que o Sistema de Permissão para Trabalho adotado pela companhia operadora necessitava de modificações, que incorporassem avaliações de risco para a realização de uma tarefa.

A seqüência de execução segura de um trabalho deve seguir, normalmente, ao fluxograma apresentado na figura 8.1.

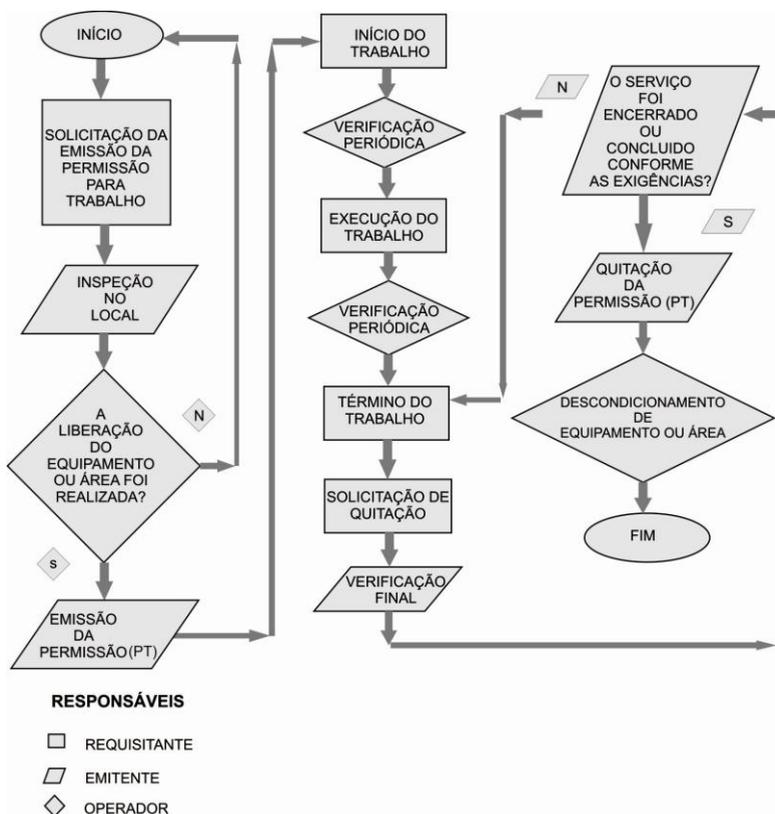


Figura 8.1 – Seqüência de um trabalho seguro

Uma P.T. deve ser aplicada a todo trabalho a ser realizado em áreas que possam causar:

- Explosão ou incêndio
- Vazamento de produto tóxico, corrosivo, inflamável ou combustível
- Vazamento de produto sob pressão
- Exposição a radiação ionizante
- Exposição a temperatura extrema
- Quedas
- Desabamento
- Choque elétrico
- Deficiência de oxigênio no local de trabalho
- Escavação em profundidade superior a 1,5 m

Com a finalidade de assessorar o emitente da **P.T.** existem documentos auxiliares que poderão ser utilizados.

O *Certificado de Inspeção de Segurança – CIS* – é um documento onde são registrados os resultados da inspeção visual, dos testes e das medições realizadas na área ou no equipamento onde deve ser executado um trabalho, bem como as recomendações de segurança necessárias.

A *Análise Simplificada de Riscos – ASR* – é um estudo que deverá ser executado antes da emissão da PT, nos seguintes tipos de serviços:

- Serviço que venha a alterar parâmetros de processo, vazões de produtos, pressões, temperatura, etc.
- Serviço em espaços confinados,

- Trabalho a quente em áreas de processo
- Trabalho em equipamento elétrico que venha a resultar em mudança de configuração da instalação.

As *Etiquetas de Advertência* são cartões de aviso que devem ser fixados nos equipamentos com a finalidade de proibir a sua operação. Equipamentos comandados remotamente devem ser desligados através de bloqueio físico de seus sistemas de fornecimento de energia. Não deve ser permitido o bloqueio via “software” de controle, mesmo que o sistema disponha de senhas restritas de entrada para os comandos de acionamento.

Quando o serviço envolve risco grave para os executantes, como os equipamentos que possam ser energizados, equipamentos rotativos que possam ser acionados, etc., as etiquetas de advertência deverão ser substituídas por dispositivos de trava que possam ser retirados pelo emitente.

Será mostrado nas figuras a seguir um modelo de Permissão de Trabalho Seguro.

# PTS - PERMISSAO DE TRABALHO SEGURO Nº 000

Departamento Solicitante: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Seção 1** 1 - Descrição do trabalho \_\_\_\_\_

Local \_\_\_\_\_ Equipamento \_\_\_\_\_

**2 - Análise dos riscos envolvidos:**

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> QUEIMADURA (térmica, química) | <input type="checkbox"/> EXPLOÇÃO (gás, vapor, pó) | <input type="checkbox"/> OUTRO: _____ |
| <input type="checkbox"/> QUEDA / BATIDA CONTRA         | <input type="checkbox"/> INCÊNDIO                  |                                       |
| <input type="checkbox"/> ASFIXIA / INTOXICAÇÃO         | <input type="checkbox"/> PRESSÃO / TEMPERATURA     |                                       |
| <input type="checkbox"/> CHOQUE ELÉTRICO               | <input type="checkbox"/> VAZAMENTO / DERRAMAMENTO  |                                       |

**3 - Equipamentos de segurança (além dos EPI básicos para a área):**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> CAPACETE                 | <input type="checkbox"/> LUVAS                | <input type="checkbox"/> EPI (solda, maçarico)       |
| <input type="checkbox"/> ÓCULOS DE SEGURANÇA      | <input type="checkbox"/> AVENTAL (PVC, couro) | <input type="checkbox"/> MÁSCARA AUTÔNOMA            |
| <input type="checkbox"/> PROTETOR FACIAL          | <input type="checkbox"/> MACACÃO              | <input type="checkbox"/> MÁSCARA AR MANDADO          |
| <input type="checkbox"/> MÁSCARA (gás, vapor, pó) | <input type="checkbox"/> BLUSÃO TÉRMICO       | <input type="checkbox"/> CINTO DE SEGURANÇA          |
| <input type="checkbox"/> PROTETOR AURICULAR       | <input type="checkbox"/> SAPATO / BOTAS       | <input type="checkbox"/> EXTINTOR / HIDRANTES        |
| <input type="checkbox"/> OUTROS _____             |   | <input type="checkbox"/> VESTIMENTA PARA ELETRICISTA |

**4 - Verificar as condições de segurança:**

- 4.1 - Equipamentos e/ou instalações (fontes de energia elétrica / mecânica / térmica) foram?
- |  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Desenergizadas / Desligadas | <input type="checkbox"/> Bloqueadas             |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Despressurizadas / Purgadas | <input type="checkbox"/> Etiquetadas            |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> Resfriadas                  | <input type="checkbox"/> Verificadas / Testadas |  |  |  |
- 4.2 - É necessário o isolamento de área?
- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
- 4.3 - Foram considerados os riscos nas áreas adjacentes?
- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
- 4.4 - O serviço envolve:
- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Serviço a quente           | <input type="checkbox"/> Serviço com Eletricidade | <input type="checkbox"/> Reparos / Reformas |
| <input type="checkbox"/> Serviço em Local Elevado   | <input type="checkbox"/> Escavações               | <input type="checkbox"/> Outros _____       |
| <input type="checkbox"/> Montagem e Uso de Andaimés | <input type="checkbox"/> Espaço Confinado*        |   |

**Em caso afirmativo, preencha o suplemento a seguir (\* para Entrada em Espaços Confinados preencher PEEC)**

Qualquer **NÃO** deverá ser justificado e um procedimento deverá ser descrito para substituir e/ou definir o item

SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ (nome legível)  
EXECUTANTE (responsável): \_\_\_\_\_

Seção 2		SIM	NÃO	NA
TRABALHO A QUENTE	A - As instalações estão fora de operação e liberadas para a realização do serviço?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	B - O local/área se encontra limpo, livre de poeiras e produtos acumulados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	C - O local/área se encontra livre de poeiras em suspensão?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	D - Foi realizada avaliação da atmosfera com explosímetro (pelo SSO)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	E - Os equipamentos e/ou ferramentas estão em boas condições ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	F - Os cilindros de oxigênio e acetileno possuem válvula corta chama ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	G - Combustíveis e inflamáveis foram removidos ou estão devidamente protegidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	H - Cabos elétricos foram protegidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	I - A linha/equipamento está totalmente drenada/purgada?Válvulas estão fechadas e bloqueadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seção 3		SIM	NÃO	NA
ESCAVAÇÕES	A - Há escoramento adequado para o trabalho de escavação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	B - É conhecido o lay-out das tubulações instaladas no local?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	C - A linha/equipamento está despressurizada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	D - Foi requerida a presença de observador, devidamente equipado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	E - O material retirado da escavação está disposto adequadamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	F - Existe meios adequados de acesso ao local da escavação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	G - O equipamento para resgate está próximo ao local?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	H - Outro:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Serviço em Eletricidade (Energizado)</b>	<b>Seção 4</b>			
	A - Justifique a necessidade de serviço em instalação energizada: _____ _____			
	B - O serviço será do tipo: <input type="checkbox"/> Diagnóstico em instalações elétricas <input type="checkbox"/> Substituição de componentes <input type="checkbox"/> Manutenção em instalações E,JI <input type="checkbox"/> Manutenção em instalações elétricas <input type="checkbox"/> Ajuste de componentes <input type="checkbox"/> Testes das instalações elétricas <input type="checkbox"/> Limpeza de instalações elétricas <input type="checkbox"/> Aperto de conexões <input type="checkbox"/> Outro (aprovação Gerente/Chefe)			
		SIM	NÃO	NA
	C - Ferramentas e instrumentos são adequados para o trabalho (classe de tensão, etc.)? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	D - Ferramentas e instrumentos estão em boas condições de uso? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	E - Unidade relativa do ar de acordo com os padrões de norma? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
<b>Serviço em Trabalho em Local Elevado</b>	<b>Seção 5</b>			
	SUPERFÍCIE DE TRABALHO			
	A - As madeiras do andaime estão livres de defeitos (nós, partes apodrecidas, trincas)? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	B - A estrutura do andaime está estável (devidamente travada/tenrada)? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	C - Há corrimão ou guarda-corpo? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	D - O piso de apoio é regular? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
	E - A escada está em boas condições de uso? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA			
F - O executante está com cinto de segurança tipo para quedista, talabarte duplo com gancho de três polegadas e trava-queidas, atrelados ao cabo guia independente da estrutura de sustentação do andaime? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NA				
Acima de dois metros de altura fica obrigatório o uso de cinto de segurança (NR-6)				
<b>Serviço em Aprovação e Renovação</b>	<b>APROVAÇÃO</b>			
	NOME	CARGO	HORA	VISTO
	SOLICITANTE:			
	EXECUTANTE:			
	EMITENTE:			
	<b>RENOVAÇÃO 1</b>			
	NOME	CARGO	HORA	VISTO
	SOLICITANTE:			
	EXECUTANTE:			
	EMITENTE:			
	<b>RENOVAÇÃO 2</b>			
	NOME	CARGO	HORA	VISTO
	SOLICITANTE:			
	EXECUTANTE:			
	EMITENTE:			
Observações: _____ _____ _____ _____ _____ _____				
<b>ENCERRAMENTO E ACEITAÇÃO DO SERVIÇO (RESPONSÁVEL EMITENTE)</b>				
<input type="checkbox"/> Local limpo e livre <input type="checkbox"/> Anteparos/proteções recolocados/estivadas <input type="checkbox"/> Aterramentos temporários removidos		Nome: _____ Visto: _____ Data: ___/___/___ Hora: ___:___		

## Capítulo IX

---

### 9. ANÁLISE DE SEGURANÇA DO TRABALHO E PROCEDIMENTO DE TRABALHO

#### 9.1. ANÁLISE DE SEGURANÇA DO TRABALHO

*Um trabalho pode ser feito de várias maneiras, porém para todo e qualquer trabalho, existe uma só maneira para que ele seja executado com segurança.*

Executa-se um trabalho corretamente quando ele é feito com SEGURANÇA. Embora produção, qualidade e segurança estejam interligadas, não podendo ser consideradas separadamente, quando se analisa um trabalho, estamos analisando os riscos que ele apresenta, razão pela qual esse procedimento é denominado ANÁLISE DE SEGURANÇA DO TRABALHO (AST) e não somente Análise do Trabalho.

Um trabalho é aqui considerado, como uma sequência de diversas atividades com a finalidade de atingir um determinado objetivo. Por exemplo, o trabalho de levantar um peso compreende uma série de atividades que têm como finalidade fazer chegar o peso na altura desejada.

O trabalho pode abranger uma generalidade de atividades (extrair minérios, construir uma ponte) ou se constituir de uma única atividade (pregar um prego, dar partida no motor). O primeiro por ser muito complexo e o segundo por ser perfeitamente definido não podem estar sujeitos à Análise da Segurança no Trabalho.

Denomina-se “Unidade do Trabalho” a atividade que não deve ser mais subdividida, constituindo-se da ação mais simples.

No exemplo dado, as ações de: “abaixar-se”, “segurar o peso”, “levantar” são unidades do trabalho.

O trabalho sujeito à Análise da Segurança do Trabalho é na prática aquele que o supervisor solicita normalmente ao empregado e que é constituído de algumas unidades do trabalho.

Assim, não se designam homens para “construir uma ponte” nem se designam homens para “dar partida no motor” ou “bater um prego” e sim para fazer uma tarefa tal como “consertar um motor”, “montar uma forma de concreto”, etc.

O propósito da AST é fazer ver como a análise de uma tarefa pode produzir um procedimento escrito, à disposição de todos, indicando o modo correto de executar a tarefa.

O Procedimento de Trabalho de Manutenção (PTM), o Procedimento de Trabalho de Operação (PTO), etc., ensinam como fazer um trabalho de modo seguro e produtivo.

É necessário inicialmente elaborar a AST, para depois ser emitido o Procedimento de Trabalho de Manutenção (PTM), de Operação (PTO), etc.

O esquema para emissão de AST, é o seguinte:

- 1º) Determinar o trabalho a ser analisado.
- 2º) Dividir a seqüência da tarefa, ordenadamente, em “Unidades de Trabalho”.
- 3º) Determinar o potencial de acidente.
- 4º) Analisar cada “Unidade de Trabalho”.
- 5º) Estabelecer as precauções e os controles recomendados.
- 6º) Estabelecer o Procedimento de Trabalho, (PTM, PTO, etc.)

- ◆ Para se determinar qual o trabalho a ser analisado devemos considerar:
  - Acidentes ocorridos, considerando os de maior gravidade e os que ocorreram afetando a produção, segurança e qualidade;
  - Acidentes e Incidentes de grande potencial de perda: grave, sério ou leve;
  - Probabilidade de ocorrências: freqüente, ocasional, nenhuma;
  - Trabalhos novos ou ainda não conhecidos.
- ◆ As diversas fases básicas do trabalho devem ser realizadas na ordem natural em que as mesmas se sucedem e de forma

generalizada, sem que haja uma divisão de fase muito detalhada ou muito sucinta.

Assim por exemplo, a operação "troca de pneus de um carro" pode ser dividida nas três maneiras citadas:

<b>Muito detalhada</b>	<b>Muito resumida</b>	<b>Divisão correta</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apanhar a chave de roda</li> <li>- Colocar a chave na primeira porca</li> <li>- Girar a primeira porca</li> <li>- etc...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspender o carro com macaco</li> <li>- Trocar o pneu</li> <li>- Abaixar o macaco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar pneu reserva</li> <li>- Preparar as ferramentas</li> <li>- Calçar as rodas</li> <li>- Colocar o macaco</li> <li>- Retirar a calota</li> <li>- Afrouxar as porcas               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar o carro com o macaco</li> </ul> </li> <li>- Retirar as porcas</li> <li>- etc...</li> </ul>

Deve ser observado que, para uma divisão adequada do trabalho analisado, a maioria das AST's incluem 10 a 15 unidades de trabalho.

◆ Uma vez relacionada as diversas unidades do trabalho, deve ser iniciada a análise a fim de se identificar os riscos a elas associados.

A análise é feita observando-se atentamente a execução de cada unidade do trabalho e procurando descobrir em cada uma, os diversos tipos de acidentes que serão passíveis de ocorrência: "por golpe", "por contato", "por exposição", etc. Nesta fase da análise não se deve procurar soluções para não se interferir com o processo de determinação dos riscos.

Após a identificação dos riscos e suas causas em cada unidade do trabalho, são estudadas as soluções para prevenção dos riscos relacionados.

São três métodos utilizados para elaboração da AST:

- 1º - DA OBSERVAÇÃO
- 2º - DO DEBATE
- 3º - DA LEMBRANÇA E VERIFICAÇÃO

A AST não deve ser elaborada usando-se um só desses métodos; os três devem, de preferência, ser combinados; na impossibilidade, deve ser preferido o primeiro deles.

### **9.1.1. Método da observação**

Consiste na observação do empregado executando um serviço, anotando-se as diversas fases do mesmo.

O trabalho a ser analisado deve ser observado repetidas vezes, em diferentes empregados executando o mesmo trabalho.

#### ***Finalidades:***

- Estabelecer as unidades do trabalho e sua seqüência correta.
- Determinar os acidentes em potencial em cada unidade.
- Normalmente são necessárias várias observações para se identificar todos os riscos e acidentes em potencial.
- Descobrir os meios para evitar esses riscos.

#### ***Como dividir o trabalho nas diversas “unidades do trabalho”***

Providências:

- a) Escolher o homem certo para observar o trabalho: experiente, cooperador e que conheça bem o trabalho.
- b) Esclarecer aos empregados que trabalham qual a finalidade da observação; o empregado escolhido para observar deve saber como é feita a AST.
- c) Observar a tarefa de modo a distinguir todas as unidades de trabalho: “Qual a fase inicial?”; “O que inicia o trabalho?”; “O que vem depois?”, etc.
- d) Verificar com o empregado que foi observado no trabalho, se todas as fases (unidades) foram consideradas, se a seqüência está correta, obtendo a

concordância do que é feito e não como deve ser feito.

- e) Anotar sucintamente cada unidade em frases curtas **o que é feito e não como deve ser feito.**

### ***Como identificar os riscos ou acidentes em potencial.***

Pontos chaves a observar:

- a) Informar ao empregado quais as intenções da observação; descobrir os riscos e verificar com o empregado os resultados obtidos.
- b) Descobrir tipos específicos de acidentes em potencial: saber se pode haver acidentes para cada um dos tipos de riscos existentes. Deve perguntar: pode o homem “bater contra” algo? ser “golpeado?” “tropeçar?” “ficar preso em “ alguma coisa? etc.

A observação deve ser freqüente até que todos os acidentes em potencial possam ser identificados. Enquanto faz as perguntas, não deve se preocupar com as soluções para prevenir os acidentes.

- c) Anotar os acidentes em potencial.
- d) Debater os acidentes em potencial com o empregado observado e também outros empregados pois a experiência deles pode trazer idéias que talvez tenham passadas despercebidas.

### ***Como desenvolver soluções que eliminem ou que ofereçam proteção contra esses riscos.***

Pontos chaves a seguir:

- a) Verificar se há uma outra forma de executar o trabalho com segurança, de modo a eliminar os riscos de acidentes.

- b) Não sendo possível mudar o método de executar o trabalho, procurar determinar os procedimentos para evitar o acidente em potencial.
- c) Estudar as mudanças de meio de trabalho: usar outro tipo de ferramenta, equipamento, material, local de trabalho, etc.
- d) Considerar mudanças que possam reduzir a frequência de serviços periódicos.

Ex: troca de lubrificantes ou limpeza de filtros, são serviços que, podem ter a frequência diminuída se for usado um lubrificante de maior durabilidade ou uma melhoria na filtragem diminuindo o serviço de limpeza dos filtros.

- e) Verificar com novas observações e debater a solução encontrada, com os empregados que executam o trabalho.

### ***Vantagens:***

- Identificar acidentes em potencial.
- Possibilitar melhor conhecimento do trabalho e as falhas de execução.
- Encorajar a troca de idéias entre o técnico e os empregados, resultando soluções melhores para eliminação dos riscos bem como adoções de medidas de segurança.

### **9.1.2 Método de debates**

Em reuniões entre diversos técnicos e funcionários que conhecem as unidades de trabalho, são debatidos os vários riscos e estabelecidos melhores métodos de prevenção.

#### **Vantagens:**

- Reunir experiências e idéias.
- A conclusão tem melhor aceitação.

- É útil na análise de trabalhos de pouca frequência, pois prescindem da necessidade de observação da execução dos mesmos.

### ***Metodologia***

Reúnem-se vários empregados que conheçam o trabalho a ser realizado.

Formam-se grupos, de supervisores e subordinados, porém mantidos separadamente. É apresentada a maneira de emitir a AST.

É feita a divisão do trabalho em unidades, obtendo-se as informações do grupo. O grupo dirá como se faz o trabalho e o condutor relacionará as unidades críticas principais.

Do mesmo modo são discutidos os acidentes que poderão ocorrer na execução de cada unidade.

Em seguida é discutida a eficiência do trabalho, e a seqüência é melhorada.

Em último lugar são indicados os controles para evitar os acidentes em potencial que forem relacionados.

#### **9.1.3. Método da lembrança e verificação:**

O técnico faz a AST preliminar baseada no seu conhecimento do trabalho. Depois, confronta com a observação do trabalho e em debates com os empregados.

Este método só deve ser usado na impossibilidade de se usar um dos dois anteriores.

### **9.2. PROCEDIMENTO DE TRABALHO**

A partir da AST, é feito o Procedimento do Trabalho, que pode ser PTM (procedimento de trabalho de manutenção ), PTO ( operação ), PTV ( vigilância ), etc.

No procedimento as instruções devem ser claras de modo a não haver mal entendido.

Devem ser indicadas as seguintes informações:

- tipo do procedimento do trabalho.
- título do trabalho: trocar pneus, operar compressor, etc.
- data da elaboração.
- setores aos quais se destinam o procedimento.
- descrição do procedimento propriamente dito.

Os benefícios de um procedimento do trabalho são muitos e importantes:

- Serve para treinar. Assegurar que o serviço será perfeito, de modo igual;
- Serve como assunto na reunião de segurança;
- O empregado terá em seu poder um documento para estudar e se aperfeiçoar.
- O supervisor aprende mais sobre o trabalho dos seus subordinados.

## Capítulo X

---

### 10. OBSERVAÇÃO PLANEJADA DO TRABALHO - (OPT)

#### 10.1. INTRODUÇÃO

Olhar e ver são coisas diferentes. Há os que olham mas não vêem, não observam as coisas.

A OPT é uma técnica que permite ver se o trabalho está sendo executado com o máximo de eficiência, isto é, a segurança, produção e qualidade são consideradas na execução da tarefa. Só deve ser realizada depois que o empregado tiver conhecimento da PTO, PTM, etc., isto é, saber como o trabalho deve ser realizado corretamente.

Normalmente o técnico tem o costume de diariamente percorrer os locais de trabalho, olhando informalmente as diversas atividades. Outras vezes, ele quer realmente observar um determinado trabalho, porém não realizando uma observação planejada. Nestes dois casos há sempre deficiências; muitos pontos e locais de trabalho deixam de ser observados. A melhor forma é portanto uma observação planejada. Entretanto não se deve desconsiderar a observação informal, pois ela também é válida.

#### 10.2. OPT

A OPT não pode ser feita juntamente com outra atividade. É uma atividade específica, durante a qual o observador deve dar toda atenção, sabendo que o tempo nela despendido, é justificado, não é perdido. A OPT é feita para se obter resultados definidos em termos de eficiência, qualidade, produtividade e prevenção de acidentes.

A OPT permite verificar:

- Se o empregado está treinado corretamente ou se precisa de novo treinamento.

- Se a tarefa pode ser melhorada, mudando-se então a PTO, PTM, etc.

### **10.2.1. Elaboração da OPT**

A seqüência das atividades necessárias à emissão da OPT é a seguinte:

- Seleção do trabalho a ser considerado.
- Escolha do empregado a ser observado.
- Preparação.
- Emissão da OPT.
- Revisão.
- Avaliação e registro.
- Observação posterior.

#### **Seleção do trabalho**

Todas as tarefas importantes devem ser observadas ao final de um certo tempo. Entretanto devem ser escolhidas inicialmente as que forem críticas, as que já tiveram acidentes, as de grande potencial de perdas, as de maior probabilidade de ocorrência e as novas ou desconhecidas.

#### **Seleção do empregado**

O novo empregado deve ser treinado e observado, em primeiro lugar. Sob a denominação de “NOVO” não se deve incluir somente o empregado que está sendo admitido na empresa, mas também aquele que é transferido para executar uma tarefa que ainda não tenha sido incumbido.

Outro tipo de empregado que deve ser observado, é o que se arrisca, é o que diz que tem sorte e que só acontece um acidente quando tem que acontecer.

O empregado que trabalha mal, demorado, provocando estragos, deve ser observado. O que se lucra ao observá-lo e corrigi-lo, compensa o tempo gasto na OPT. Não só o que trabalha mal, mas também o funcionário que trabalha bem deve ser observado.

Nesses a confiança pessoal é aumentada e pode correr risco ou reduzir a eficiência; por outro lado ele pode contribuir para melhorar a PTO ou PTM, pois durante a observação pode-se descobrir que ele mudou o sistema de trabalho, para melhor.

A OPT deve ser também realizada nos empregados com deficiências visuais, na coordenação motora, ou que seja um alcoólatra.

### **Preparação**

A OPT pode ser realizada dando ou não conhecimento para o empregado de que ele será observado.

No caso do empregado saber que será observado, o que se pretende é saber se ele conhece todas as unidades de trabalho e as maneiras corretas de executá-las. No segundo caso, o que se deseja saber é como o empregado executa normalmente a sua tarefa.

Neste caso pode não haver a falta de conhecimento das unidades de trabalho e sim, haver desinteresse ou desobediência às normas, por atitudes incorretas. O observador não deve se manter escondido espionando e sim observar de um local onde possa ter uma visão de outros empregados executando outras tarefas.

Durante a OPT em que o empregado sabe que está sendo observado deve-se:

1º - Não ficar na área onde o empregado se movimenta.

2º - Não distraí-lo e não se distrair no acompanhamento.

3º - Não interromper a sequência das unidades de trabalho.

## **Emissão da OPT**

Depois da OPT realizada, é preenchido um formulário “Observação Programada de Trabalho” no qual se descreve as atividades que merecem alteração para melhorar a segurança, a qualidade, a produtividade, sem prejudicar a saúde do empregado.

## **Revisão**

Ao término da OPT, deve-se conversar com o observado sobre as diferenças entre as atividades executadas e as relacionadas na PTM ou PTO, e verificar se as atividades executadas em desacordo com o Procedimento de Trabalho, melhoraram ou não a tarefa. Se houve melhora, a PTM ou PTO, deve ser modificada. Em qualquer caso, deve haver uma reunião entre os diversos interessados e participantes para se obter o consenso do grupo quanto ao que será feito.

## **Avaliação e OPT posterior**

Posteriormente após novo treinamento dos empregados, a tarefa será novamente assunto para uma nova OPT, que servirá então para avaliar os resultados obtidos.

### **10.2.2. Benefícios da OPT**

- Todos conhecerem a forma correta de executar um trabalho;
- Corrigir o Procedimento de Trabalho para evitar possíveis acidentes;
- Conhecer os hábitos do bom empregado;
- Melhorar o moral do empregado por saber que executa a tarefa corretamente.

### **10.2.3 Importância da OPT**

Basta imaginarmos as vantagens advindas para a empresa, que possui todos empregados conhecedores das suas tarefas. Não haveria mais acidentes, pois não haveria mais as costumeiras desculpas “eu não sabia”, “não me disseram”, “não entendi”.

## OBSERVAÇÃO PLANEJADA DO TRABALHO ( OPT )

Nome:		Matrícula:
Cargo:	Trabalho observado:	
	Área/orgão:	
Tempo na empresa:	OPT com prévio conhecimento	<input type="checkbox"/>
Tempo no trabalho observado:	OPT sem prévio conhecimento	<input type="checkbox"/>

Motivo para a OPT:	Acidente ocorrido	<input type="checkbox"/>	Empregado novo	<input type="checkbox"/>
	Trabalho perigoso	<input type="checkbox"/>	Fraco desempenho	<input type="checkbox"/>
	Risco de perdas	<input type="checkbox"/>	Bom desempenho	<input type="checkbox"/>
Outros Motivos: _____				

Observações sobre a OPT	SIM	NÃO
Foi satisfatório o trabalho realizado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os métodos adotados são os mais eficientes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Algumas práticas observadas podem provocar danos pessoais, à propriedade ou doenças?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Houve melhoria em relação a OPT anterior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As práticas foram de acordo com a AST?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descrever as atividades que mereçam correção ou elogios quanto ao desempenho: _____		
_____		

Recomendações para alterações de procedimentos, métodos, equipamentos, material ou fator ambiental que melhore a segurança do trabalho, a saúde do empregado, a qualidade, a produtividade e custos.
_____
_____
_____

_____	_____
Assinatura e matrícula do observador	Data da observação

AVALIAÇÃO	
Serviço observado:	
Satisfatório	SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
Necessita nova observação em	__/__/__
Data e visto do observador:	__/__/__



## Capítulo XI

---

### 11. ANÁLISE DE RISCOS

Os acidentes sempre acontecem, porém o potencial de acidentes industriais causados pelo homem tem crescido com o desenvolvimento tecnológico.

O manuseio de materiais perigosos em quantidades acima de um valor limite, específico para tipo de substância, exige o estabelecimento de um programa de gerenciamento de riscos a fim de garantir padrões mínimos de segurança, tanto para os empregados de uma empresa como para o público externo e o meio ambiente.

O responsável pela prevenção de acidentes industriais deve manter sistemas de avaliação e gerenciamento dos riscos de forma a reduzir as probabilidades de acidentes e a minimizar as suas conseqüências.

Aprende-se que as oportunidades de controle estão classificadas em controle de pré-contato, controle de contato e controle de pós contato. Para quem não está muito familiarizado com tais termos, é importante deixar claro que nesta linha de raciocínio, ACIDENTE é resultado do contato com uma substância ou energia acima da capacidade limite do corpo humano.

De forma grosseira poderíamos dizer aqui que também para os agentes mecânicos existe algo assim como uma série de limites de tolerância. Evitar os contatos ou mantê-los dentro de tais limites é a arte da prevenção.

Na fase do pré-contato desenvolvemos toda a série de informações para evitar os riscos. Sem dúvida alguma é a fase mais interessante, no entanto a experiência mostra que nem sempre é utilizada.

Na fase do contato reside boa parte do trabalho da equipe responsável pela segurança. Imagina-se que ocorrerá o

contato do corpo humano com a substância ou fonte de energia, e que deverão ser tomadas ações para que estes contatos ocorram dentro dos limites suportáveis, seja reduzindo a intensidade da energia ou aumentando a capacidade do corpo humano através das medidas de proteção.

Segue-se então a fase de pós-contato, onde a preocupação será diminuir a extensão das lesões ou perdas.

## 11.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Até o início da década de 70 a questão de Segurança na Indústria era tratada unicamente no âmbito das empresas, sem maiores interferências externas (do governo ou do público).

Nesta época a produção teve uma ênfase exagerada e o que era valorizado era o “fazer a qualquer custo”, as ações “heróicas”, sem que os empresários se dessem conta dos riscos que estavam correndo, e é justamente nesta época que os acidentes de grande repercussão começam a acontecer no mundo.

Dentre estes acidentes são ressaltados os seguintes:

- **Refinaria de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, abril de 1972.** Durante drenagem de esfera contendo GLP (gás liquefeito do petróleo), o operador perde o controle da operação, a válvula de bloqueio do dreno congela e o vazamento de gás se espalha até atingir um ponto de ignição. A esfera de gás fica sendo aquecida por esta chama que arde bem na sua base e, após aproximadamente ½ hora ocorre o primeiro BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion ou Explosão por Expansão do Vapor de Líquido em Ebulição). Total de 38 mortos e vários feridos.

*BLEVE ou "Bola de Fogo" é uma combinação de incêndio e explosão, com uma emissão intensa de calor radiante, em um intervalo de tempo muito pequeno. O fenômeno pode ocorrer, por exemplo, em um tanque no qual um gás liquefeito é mantido abaixo de seu ponto de ebulição atmosférico. Se, por exemplo, houver um vazamento*

*instantâneo de um vaso de pressão devido a uma falha estrutural, todo, ou a maior parte de seu conteúdo, é expelido sob a forma de uma mistura turbulenta de gás e líquido, que se expande rapidamente, dispersando-se no ar sob a forma de nuvem.*

*A ignição dessa nuvem gera a "Bola de Fogo", que pode causar danos materiais e queimaduras a centenas de metros de distância, dependendo da quantidade de gás líquido envolvida.*

*\* Ponto de Ebulição Atmosférico: Temperatura na qual a pressão de vapor de um líquido excede ligeiramente a pressão da atmosfera logo acima do líquido. Em temperaturas abaixo do ponto de ebulição a evaporação ocorre apenas na superfície do líquido. Durante a ebulição o vapor se forma dentro do líquido, subindo na forma de bolhas.*

*O exemplo mais típico é o da água fervendo. Se o líquido é formado por uma única substância ou se o líquido é uma solução de duas ou mais substâncias, a ebulição continua enquanto houver calor cedido, sem que haja aumento de temperatura, independente da quantidade de calor. Se aumentarmos a pressão sobre o líquido, a temperatura que define o Ponto de Ebulição também aumenta, até um valor máximo chamado Temperatura Crítica. Para a água, a Temperatura Crítica é de 374° C, para 217 atmosferas. Não se consegue exceder a temperatura crítica. Se a pressão diminuir, o Ponto de Ebulição também cai. A uma pressão de 0,006 atm a água entra em ebulição a 0 °C.*

Efeitos da radiação térmica sobre a pele desprotegida

<b>Nível de Radiação (kW/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo até sentir dor (segs)</b>	<b>Tempo até surgirem bolhas (segs)</b>
22	2	3

18	2,5	4,3
11	5	8,5
8	8	13,5
5	16	25
2,5	40	65
< 2,5	Tolerância a exposição prolongada	

Efeitos da sobrepressão, devida a explosão, sobre estruturas

Elemento Estrutural	Dano	Pico de Sobrepressão (kPa)
Janelas	5 % quebradas	0,7 - 1
	50 % quebradas	1,4 - 3
	90 % quebradas	3 - 6
Casas	Deslocamento de Telhas	3 - 5
	Quebra de Portas e Janelas	6 - 9
	Danos Estruturais Menores	3 - 6

- **Flixborough, Grã-Bretanha, junho de 1974.** Um reator de ciclohexano ( o de número 5) é retirado de operação e levado para manutenção. Em seu lugar instalam uma linha de 20 polegadas de diâmetro como um "by-pass" do sistema, interligando os reatores 4 e 6. Um mês após, é detectado um vazamento em uma das conexões dos reatores ao tubo. A planta é parada e o vazamento reparado. Dois meses depois, as duas ligações da tubulação com os reatores se rompem após violenta vibração. Ciclohexeno a uma pressão de 8,8 BAR e 155° C vaza, formando uma imensa nuvem, que explode ao atingir uma unidade de hidrogênio quente. Com a explosão é destruída a casa de controle de operação. Após mais 54 segundos ocorre outra forte explosão, seguida de incêndio que destruiu toda a fabrica. Total de 28 mortos, 400 feridos e danos a 90% das edificações da cidade.
- **Seveso, Itália, julho de 1976.** Uma decomposição exotérmica devido a reação descontrolada no interior de um

vaso contendo dioxinas provocou o rompimento do disco de ruptura (sistema de segurança do vaso) e o material escapa para a atmosfera. Cerca de 2 kg de dioxinas foram lançadas na atmosfera, contaminando e matando animais e vegetais numa área de 5,3 km<sup>2</sup>. Mais de 600 pessoas tiveram que ser evacuadas do local.

- **Cubatão, Brasil, 1984.** Área de servidão de tubulações de produtos inflamáveis é ocupada por favela. Uma das linhas de gasolina vaza e os moradores começam a recolher a gasolina em toda espécie de recipientes. Há a ignição dos vapores de gasolina e toda a área arde em chamas. Mais de 100 mortos.
- **Cidade do México, novembro de 1984.** Em um parque de armazenamento de GLP com 11.000 m<sup>3</sup> do produto, estocado em 6 esferas de 1.600 m<sup>3</sup> e 48 cilindros horizontais, acontece um vazamento por uma das tubulações do parque, formando uma nuvem que entra em ignição. Após alguns minutos ocorrem vários BLEVE's, resultando em 542 mortes e mais de 700 feridos, na sua maioria absoluta, moradores vizinhos ao parque. Cerca de 200.000 pessoas são evacuadas. Bolas de fogo ("fire balls") de 300 metros de diâmetro destroem vidas e propriedades. Pedacos de cilindros e esferas são arremessados a até 1.200 metros do local da explosão. 200 casas são totalmente destruídas e 1.800 casas têm danos muitos severos.
- **Bhopal, Índia, dezembro de 1985.** Admissão de água num tanque iniciou uma reação descontrolada que causou o vazamento de 25 toneladas de metil isocianato. Como consequência, causou a morte de 2.500 pessoas e ferimentos em 200.000 pessoas. A causa pode ter sido sabotagem.
- **Chernobyl, Rússia, abril de 1986.** Um teste estava sendo feito para verificar se o reator desenvolvia potência suficiente enquanto um equipamento auxiliar era retirado de operação. Os operadores perderam o controle e houve uma explosão. A temperatura interna aumentou a taxa de 100° C por segundo. O incêndio e o vazamento radioativo causaram muitas mortes. O número oficial de mortos não foi fornecido,

mas calcula-se que pelo menos 32 pessoas tiveram morte instantânea e que cerca de 2.000.000 de pessoas são supostas de serem afetadas pela radiação. Este acidente causou a evacuação permanente de 600.000 pessoas e uma vasta região contaminada.

- **Piper Alpha, Mar do Norte, Grã-Bretanha, julho de 1988.** Em uma plataforma marítima de petróleo uma bomba de condensado falha. Os operadores partem, então, a bomba reserva que retornara da manutenção naquele mesmo dia, um pouco mais cedo. Nesta manutenção a válvula de alívio tinha sido retirada e repostada, porém sem ter sido feito teste de vedação. O gás escapou pela válvula e entrou em ignição. O resultado foi uma explosão que destruiu os sistemas de combate a incêndios e de comunicação da plataforma. As linhas e depósitos de óleo e gás da plataforma continuam a alimentar o incêndio por cerca de uma hora. Outras linhas rompem e a plataforma tomba e afunda na água. O plano de emergência previa a evacuação da plataforma por helicóptero, porém as explosões tornaram esta solução impossível. Poucos operadores escaparam da morte ao se atirarem no mar de uma altura aproximada de 50 metros. Morreram 167 operadores e a plataforma foi completamente destruída. A maioria das mortes foi devida a asfixia por inalação de fumaça na área nos alojamentos.

É considerado, que a partir destes eventos a sociedade tomou consciência que alguma coisa deveria ser feito, para se reduzir ou minimizar o número de acidentes e perdas na indústria, surgindo assim o Gerenciamento dos Riscos.

## **11.2. GERENCIAMENTO DE RISCOS**

Para se Gerenciar Riscos é necessária, em primeiro lugar, uma mudança no conceito de Segurança Industrial, tanto no aspecto da prevenção como no aspecto da ação.

A Segurança, no seu conceito inicial, via a prevenção como “minimização” de acidentes com lesão pessoal com perda de tempo. A ênfase nas taxas de acidentes com afastamento era visto como metas e elemento diferenciador entre empresas. Isto

levava a que acidentes com alto potencial de perdas, fossem “esquecidos” e não analisados em busca das causas básicas, pois não chegaram a causar acidentes pessoais com afastamento.

O Gerenciamento de Riscos visa a busca de todas as causas básicas de todos os acidentes que possam ocorrer ou que tenham acontecido numa indústria, ou seja, a ênfase é em se relatar todos os acidentes que causem ou que tenham potencial de causar algum tipo de dano.

No caso da ação, a mudança é na forma de atuação gerencial. No conceito inicial a responsabilidade pela Segurança Industrial de uma indústria era centralizada em um órgão que tinha a função de prevenir e minimizar os acidentes na empresa. É óbvio que, por mais competentes que fossem estes profissionais, não poderiam estar em todos os lugares o tempo todo fazendo prevenção. Quem deve fazer a prevenção dos acidentes é o gerente e sua equipe de profissionais que conhecem os procedimentos operacionais, de manutenção, de inspeção, etc., ou seja, a responsabilidade pela Segurança tem de ser do Gerente e de toda a escala hierárquica de uma empresa. Terão dos profissionais de segurança, o apoio em termos de assessoria e de consultoria para assuntos específicos de Segurança Industrial.

Para se gerenciar riscos é necessário conhecê-los, analisá-los, tomar ações para reduzi-los e controlá-los.

O preventivismo, ao longo dos anos e com os estudos de Willie Hammer evoluiu de forma bastante ampla, englobando progressivamente um número cada vez maior de atividades e fatores. Da simples reparação de danos pessoais passou a se preocupar com a prevenção destes, além de preocupar-se com os danos materiais e com todos aqueles incidentes, que concretizando ou não o fato acidente, pudessem de alguma forma caracterizar perdas pessoais, materiais ou ambientais. Procurava-se assim a eliminação daquelas situações geradoras de anormalidades e efeitos indesejados ao trabalho.

Das antigas técnicas ditas tradicionais, a Engenharia de Segurança passa para abordagens de Controle de Danos e

Controle Total de Perdas, incorporando o aspecto administrativo da questão. Porém, grande parte dos problemas de segurança, apesar de incorporarem o aspecto administrativo, incluía outro fator bastante significativo que fugia da alçada das teorias até então desenvolvidas - o fator técnico.

Com a Engenharia de Segurança de Sistemas procura-se contornar esta deficiência, passando o enfoque de segurança a ser mais técnico. Sem deixar de lado a ação administrativa de prevenção e controle, as técnicas de Engenharia de Segurança de Sistemas procuram buscar soluções técnicas para problemas técnicos. Envolvendo tanto aspectos técnicos como administrativos, a Engenharia de Segurança de Sistemas pode ser considerada como alicerce para o processo de gerenciamento de riscos, no que se refere às metodologias de identificação de perigos, análise e avaliação de riscos.

A importância do estudo de sistemas e dos riscos inerentes a ele é de tal magnitude, que inúmeras técnicas foram e vem sendo desenvolvidas para identificar, analisar e avaliar os focos geradores de anormalidades. A gerência de riscos é hoje, uma ciência que envolve conceitos, técnicas e subsídios que fornecem a empresa um poderoso instrumento de diferencial competitivo.

A gerência de riscos pode ser definida como a ciência, a arte e a função que visa a proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros de uma empresa, no que se refere à eliminação, redução ou ainda financiamento dos riscos, caso seja economicamente viável.

Este estudo teve seu início nos EUA e alguns países da Europa, logo após a Segunda Guerra Mundial, quando se começou a estudar a possibilidade de redução de prêmios de seguros e a necessidade de proteção da empresa frente a riscos de acidentes. Na verdade, se falarmos na consciência do risco e convivência com ele, veremos que a gerência de riscos é tão antiga quanto o próprio homem. O homem, desde sempre esteve envolvido com riscos e decisões quanto ao mesmo.

O que ocorreu desta época até o surgimento da gerência de riscos, é que os americanos e europeus aglutinaram o que já

se vinha fazendo de forma independente, em um conjunto de teorias lógicas e objetivas, dando-lhe o nome de Risk Management.

Para que o gerenciamento de riscos seja realmente eficaz, não é suficiente apenas o gerente de riscos estar engajado no programa. As noções de qualidade e segurança estão estritamente relacionadas. A gerência de riscos deve fazer parte da cultura interna da empresa e ser integrada a todos os níveis. O gerente de riscos e a equipe responsável devem isto sim, funcionar como catalizadores das atuações da empresa frente aos riscos.

O gerente de riscos não pode ver tudo, fazer tudo e saber tudo. Por este motivo, seu principal objetivo deve consistir em desenvolver uma consciência do risco, de maneira que todos se comportem com sentimento de responsabilidade. O gerente de riscos deve trabalhar com as pessoas encarregadas da segurança e também com os auditores internos, para localizar os riscos derivados de qualquer disfunção organizacional, onde a visão global da empresa e a experiência permitem um entendimento mais fácil dos problemas.

## **11.2.1 Fases do processo de gerenciamento de riscos**

### ***1 - FASE DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS***

De um modo geral, todas as técnicas de análise e avaliação de riscos passam antes da fase principal por uma fase de identificação de perigos.

Como fase de identificação de perigos podemos entender as atividades nas quais procuram-se situações, combinações de situações e estados de um sistema que possam levar a um evento indesejável.

Na realidade, na visão da segurança tradicional o que se fazia era apenas a identificação de perigos, esbarrando-se, então, na não continuidade dos programas e não se chegando, efetivamente, até as fases de análise e avaliação dos riscos.

Deste modo, a grande maioria das diversas técnicas para "identificar perigos" é de domínio da segurança tradicional, como por exemplo:

- experiência vivida;
- reuniões de segurança, reuniões da CIPA;
- listas de verificações;
- inspeções de campo de todo os tipos;
- relato, análise e divulgação de acidentes e quase acidentes (pessoais e não-pessoais);
- exame de fluxogramas de todos os tipos, inclusive o de blocos;
- análise de tarefas;
- experiências de bancada e de campo.

Como contribuições à fase de identificação de perigos dentro de uma visão mais moderna podem ser acrescentadas às antigas técnicas tradicionais a Técnica What-If e a Técnica de Incidentes Críticos (TIC), que serão comentadas posteriormente.

## **2 - FASE DE ANÁLISE DE RISCOS**

A fase de análise de riscos consiste no exame e detalhamento dos perigos identificados na fase anterior, com o intuito de descobrir as causas e as possíveis conseqüências caso os acidentes aconteçam.

A análise de riscos é qualitativa, cujo objetivo final é propor medidas que eliminem o perigo ou, no mínimo, reduzam a freqüência e conseqüências dos possíveis acidentes se os mesmos forem inevitáveis.

Dentre as técnicas mais utilizadas durante esta fase podemos citar: Análise Preliminar de Riscos (APR), Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE) e a Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP).

### **3 - FASE DE AVALIAÇÃO DE RISCOS**

O risco pode ser definido de diversas maneiras, porém, com uma consideração comum a todas elas: a probabilidade de ocorrência de um evento adverso.

Na terceira fase, de avaliação de riscos, o que se procura é quantificar um evento gerador de possíveis acidentes. Assim, o risco identificado é através de duas variáveis: a frequência ou probabilidade do evento e as possíveis conseqüências expressas em danos pessoais, materiais ou financeiros. Contudo, estas variáveis nem sempre são de fácil quantificação. Esta dificuldade faz com que, em algumas situações, se proceda a uma análise qualitativa do risco.

Desta forma, temos dois tipos de avaliação da frequência e conseqüência dos eventos indesejáveis: a qualitativa e a quantitativa, alertando-se apenas para o fato que ao proceder a avaliação qualitativa estamos avaliando o perigo e não o risco.

Quanto ao aspecto quantitativo da avaliação é importante ter-se a noção de confiabilidade de sistemas. A confiabilidade é a probabilidade de que um sistema desempenhe sua missão com sucesso, por um período de tempo previsto e sob condições especificadas.

A característica de confiabilidade é importante para todos os equipamentos e sistemas. Os níveis de confiabilidade requeridos, entretanto, variam de acordo com as conseqüências da falha de cada sistema. Mesmo num sistema de alta confiabilidade requerida, podem existir subsistemas em que a confiabilidade não seja tão crítica, além do que, a confiabilidade adequada não é obrigatoriamente a maior possível, fatores como disponibilidade em segurança versus investimento devem ser analisados.

Como as principais técnicas de avaliação de riscos e que também utilizam conceitos de engenharia de confiabilidade, podemos citar: Análise da Árvore de Eventos (AAE), Análise por Diagrama de Blocos (ADB), Análise de Causas e Conseqüências

(ACC), Análise da Árvore de Falhas (AAF), Management Oversight and Risk Tree (MORT).

#### **4 - TRATAMENTO DOS RISCOS**

Após devidamente identificados, analisados e avaliados os riscos, o processo de gerenciamento de riscos é complementado pela etapa de tratamento dos riscos. Esta fase contempla a tomada de decisão quanto à eliminação, redução, retenção ou transferência dos riscos detectados nas etapas anteriores.

A decisão quanto à eliminação ou redução diz respeito às estratégias preventivas da empresa a realimentação e feedback das etapas anteriores.

### **11.3. CONCEITOS BÁSICOS**

O risco associado a um sistema, atividade ou organização é o conjunto dos danos e perdas que possam vir a ocorrer por causa dos perigos existentes. Portanto, identificá-los é localizar substâncias, agentes, produtos, situações, eventos e operações perigosas. Como o perigo não existe fora da relação agente agressivo/alvo, a classificação de um ente como perigoso sempre subentende um determinado alvo. Os alvos podem ser humanos, ambientais e patrimoniais.

- **RISCO (hazard):** Uma ou mais condições de uma variável que possui potencial suficiente para degradar um sistema, seja interrompendo e/ou ocasionando o desvio das metas, em termos de produto, de maneira total ou parcial, e/ou aumentando os esforços programados em termos de pessoal, equipamentos, instalações, materiais, recursos financeiros, etc.

Pode ser considerado também como uma ou mais condições de uma variável, com o potencial (possibilidade) necessário para causar danos. Danos podem ser: Lesões a pessoas, danos a equipamentos, perda de material, etc.

SITUAÇÃO	RISCO	VARIÁVEL	CONDIÇÃO
Trabalho com chapas aquecidas	Queimaduras	Temperatura da chapa	Temperatura da chapa muito maior que a da pele
Trabalho em altura	Queda fatal	Altura de trabalho	Altura de trabalho muito maior que a do indivíduo
Trabalho em ambiente ruidoso	Redução da capacidade auditiva	Dose diária de ruído	Dose maior que a permitida

- **RISCO (risk)**: Probabilidade de possíveis danos dentro de um período de tempo definido ou ciclos operacionais.

- **PERIGO (danger)**: Expressa uma exposição relativa a um risco que favorece a sua materialização em danos. Perigo é a qualidade (propriedade) daquilo que pode causar danos.

Ex: Um banco de transformadores de alta voltagem possui um risco de eletrocussão, uma vez que esteja energizado. Há um alto nível de perigo se o banco estiver desprotegido, no meio de uma área com pessoas. O mesmo risco estará presente quando os transformadores estiverem trancados num cubículo sob o piso. Entretanto o perigo será mínimo para o pessoal.

De maneira figurativa podemos indicar:

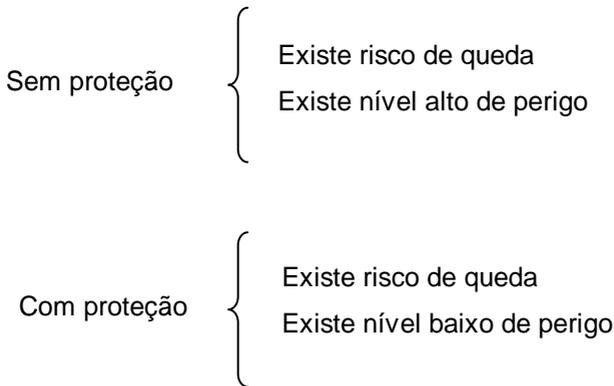
$$PERIGO = \frac{RISCO}{CONTROLE}$$

Vejamos a análise de uma situação do trabalho de desengraxamento de peças, com a utilização de solventes, cujo risco é o de intoxicação.

MEDIDAS DE CONTROLE QUANTO A EXPOSIÇÃO AO RISCO	PERIGO
Nenhuma	Alto
Uso de máscara filtrante	Moderado a baixo
Limitação do tempo de exposição	Baixo
Automatização do processo (sem operador local)	Praticamente nulo

- **DANO:** Dano é a severidade da lesão que pode resultar se o controle sobre um risco é perdido.

Ex: Um operário a 3 metros de altura em um andaime.



A 3 metros de altura o dano é menor.

A 10 metros de altura o dano é maior.

O reconhecimento da possível ocorrência de certos agentes no local de trabalho e o conhecimento dos efeitos nocivos que eles podem causar não são suficientes para estabelecer prioridades para as ações posteriores, ou seja, a avaliação quantitativa da exposição e o controle dos riscos.

Deve ser lembrado que “tóxico” não quer necessariamente dizer “que oferece risco”. Há uma diferença

entre a capacidade de um agente para causar dano e a possibilidade que este agente cause dano.

O potencial que tem um agente tóxico de causar dano à saúde só se realizará se este agente tiver condições para alcançar o órgão crítico que ele pode danificar. Um frasco fechado contendo benzeno só oferecerá risco se houver a possibilidade de que seja aberto ou se quebre. Um bloco de granito só oferecerá risco se houver a possibilidade de que seja subdividido em partículas suficientemente pequenas para penetrar nos alvéolos pulmonares.

O grau de risco depende do potencial que um agente tem de causar dano a um ou mais órgãos críticos do corpo humano e na possibilidade de que uma quantidade prejudicial deste agente alcance tal (ou tais) órgão (s). Portanto, a investigação das condições de exposição é também necessária para o planejamento adequado de uma estratégia de avaliação.

Os fatores que determinam o grau de risco oferecido por um certo agente são os seguintes:

- Capacidade de causar dano à saúde
- Dose realmente recebida pelo trabalhador

A **capacidade de causar dano à saúde** depende do tipo do agente, e da forma sob a qual se encontra, o que determina sua possibilidade de alcançar o órgão crítico.

A **dose recebida pelo trabalhador** exposto depende do grau de exposição e de características individuais do trabalhador. O grau de exposição é determinado a partir da concentração do agente no ar, da duração da exposição e da possibilidade de entrada no organismo humano por vias além da respiratória (através da pele ou por ingestão ).

Quanto ao trabalhador, além de características e susceptibilidades individuais, outro fator que influencia a absorção de um agente é o nível de atividade física, que por sua vez influencia o ritmo respiratório.

Será citado, como exemplo, a avaliação de exposição a contaminantes atmosféricos nos ambientes de trabalho, a qual requer a determinação dos seguintes fatores:

- **Concentração do agente no ar**

A concentração atmosférica de um contaminante (expressa usualmente em miligramas de agente por metro cúbico de ar) depende da quantidade de agente utilizada ou produzida, da pressão de vapor dos agentes em questão, temperaturas, etc., bem como das práticas de trabalho adotadas e das eventuais medidas de controle.

- **Determinação do tempo de exposição**

A duração da exposição deve ser cuidadosamente observada para que seja possível determinar adequadamente a exposição diária dos trabalhadores. Se a exposição for variável, deve-se anotar o tempo em cada nível de exposição.

- **Investigação das possíveis vias de entrada no organismo**

Para isto é necessário observar cuidadosamente a maneira como as tarefas são executadas, a fim de estabelecer quais as possíveis vias de entrada. Julgamentos errôneos de exposição podem ser feitos se, por exemplo, não for considerada a absorção através da pele. Se durante uma operação de limpeza com solvente (do tipo que pode ser absorvido pela pele), um trabalhador tiver as mãos completamente desprotegidas, a absorção poderá ser apreciável mesmo que a concentração do vapor no ar seja baixa (por exemplo, devido a um sistema de ventilação).

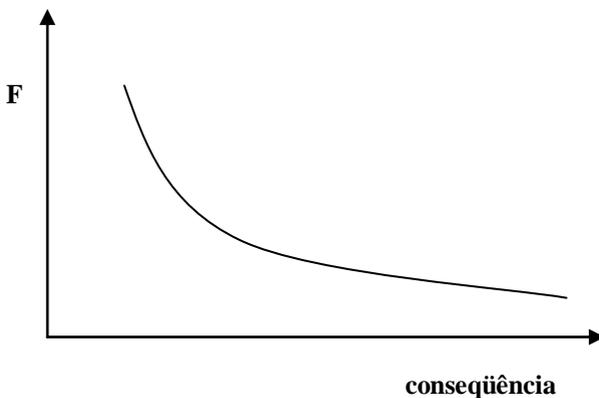
Um outro problema relacionado com este fato (e que nem sempre é considerado nas avaliações) é a possibilidade de que a roupa de trabalho seja molhada com o líquido (no caso o solvente), assim permitindo uma condição de contínua exposição através da pele.

Apesar de bem menos importante em situações ocupacionais, a entrada de agentes tóxicos no organismo

através da via digestiva pode contribuir para a absorção total, por exemplo, se os trabalhadores fizerem refeições em locais de trabalho contaminados com poeiras tóxicas.

## **- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA x CONSEQÜÊNCIAS**

Ao se avaliar os riscos de uma instalação, devem ser identificados os perigos e, a partir daí, analisados e avaliados a frequência de ocorrência e as suas conseqüências. Se forem plotados todos os riscos de uma instalação em uma curva de FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA contra CONSEQÜÊNCIAS ( ou danos), será obtida uma curva do tipo representada a seguir.



Observando o gráfico acima podemos notar que, na maioria dos casos, os riscos que tem uma alta frequência de ocorrência tendem a ter conseqüências ou danos menores e quando estes causam danos mais graves a frequência de ocorrência é mais baixa.

Esta linha de risco define o grau de qualidade de gerenciamento de riscos de uma empresa, ou seja, quanto mais afastada a linha de riscos dos eixos, maior é o risco desta empresa. Ao se implantar medidas de redução dos riscos trabalhamos tanto no sentido da prevenção (redução da frequência de ocorrência) quanto na proteção (minimização ou redução das conseqüências).

No caso de redução da frequência, são implantadas medidas que visam evitar que os acidentes aconteçam. Como exemplos podem citar: treinar os operadores, mudar as condições dos ambientes de trabalho, colocar proteção nas máquinas, etc. No caso de redução de consequências as medidas são de proteção, como por exemplo, implantar o uso de EPI's, instalar sistemas fixos de combate a incêndios, estabelecer planos de ação para emergências. Neste caso, as medidas não evitam os acidentes, mas minimizam suas consequências caso estes ocorram.

Do gráfico podemos também concluir que o risco nunca será igual a zero, ou seja, podemos reduzir ao máximo a probabilidade de ocorrência e minimizar as suas consequências, porém o risco residual sempre existirá. O próximo passo ao atingirmos o risco tolerável, é a administração ou gerenciamento dos riscos residuais. Eles deverão ser sempre reavaliados, pois podem mudar com o passar do tempo, com fatores como: envelhecimento dos sistemas e dos equipamentos, mudanças de pessoas, mudanças na tecnologia, etc.

#### **11.4. TÉCNICAS DE ANÁLISES DE RISCOS**

A análise de riscos é o estudo detalhado de um objeto com a finalidade de identificar perigos e avaliar os riscos associados a eles. O objeto pode ser uma organização, empreendimento, área, sistema, processo, atividade, intervenção. Para efetuar o estudo, o analista divide o objeto segundo o critério que lhe pareça mais conveniente. Portanto, pode-se dividir áreas em espaços menores, sistemas em subsistemas, processos em etapas ou funções, operações e atividades em etapas, empreendimentos em fases.

Basicamente, o método da análise de riscos consiste em responder às seguintes perguntas relativas ao objeto de estudo:

1. O que pode sair errado?
2. Com que frequência isso pode ocorrer?
3. Quais são as consequências?

Há duas estratégias básicas para identificar perigos e analisar riscos. A primeira consiste em analisar os fatores e processos que podem produzir eventos perigosos; a segunda, em observar e registrar ocorrências. A primeira, certamente é a ideal. Entretanto, na prática a segunda também é muito útil, já que até o momento o número de ocorrências de acidentes continua elevado em todas as atividades. A escolha do tipo de perigo depende do método adotado e dos objetivos do estudo, mas a análise dos riscos associados sempre requer a identificação de eventos perigosos, pois a eles podemos associar frequências e conseqüências.

O risco associado a um evento perigoso pode ser calculado pelo produto da frequência pela conseqüência desse evento. Assim, se a frequência esperada é de uma vez em dez anos ( $10^{-1}$ /ano) e a conseqüência, 2 mortes/evento, o risco é de 0,2 mortes/ano ou uma morte a cada 5 anos. Há eventos de conseqüências catastróficas, mas de baixíssima frequência como a queda de um avião a jato sobre uma casa. Portanto, o risco é baixo e, geralmente, as pessoas não se preocupam com eles.

A identificação de perigos pode ser feita pela análise das relações entre fatores: agente agressivo, alvo e exposição. O perigo não existe na ausência de um deles, pois se um dos fatores for nulo o produto (dano) também será. O dano é produzido pelo agente agressivo, mas é preciso existir um alvo e ele precisa ser exposto. O controle de riscos pode ser feito sobre um, dois ou três fatores.

Para exemplificar considere-se um vaso de pressão (fonte) contendo amônia. Para que a amônia (agente agressivo) cause danos é preciso que seja liberado no meio ambiente, existam pessoas (alvos) no campo de ação agressiva e ação da amônia sobre essas pessoas (exposição). Campo de ação agressiva é a região do espaço na qual o agente tem capacidade agressiva suficiente para provocar danos.

A análise de riscos deve também ser considerada verificando-se a diferença **entre** "FOCO NO PROBLEMA" e "FOCO NA SOLUÇÃO".

Quando a NASA iniciou o lançamento de astronautas, descobriram que as canetas não funcionariam com gravidade zero. Para resolver este enorme problema, contrataram a *Andersen Consulting*, hoje *Accenture*. Empregaram uma década e 12 milhões de dólares. Conseguiram desenvolver uma caneta que escrevesse com gravidade zero, em qualquer posição, debaixo d'água, em praticamente qualquer superfície, incluindo cristal, e em variações de temperatura desde abaixo de zero até mais de 300 graus Celsius.

Os russos usaram um lápis...

Pode até não ser comprovada, mas o que está em questão, aqui, é a realidade do cotidiano. Muitas vezes, nos vemos frente a problemas que nos levam a encontrar as mais mirabolantes saídas, quando há outras maneiras mais simples e, até mais eficazes.

Conforme foi descrito, o conforto e desenvolvimento trazidos pela industrialização produziram também um aumento considerável no número de acidentes, ou ainda das anormalidades durante um processo devido à obsolescência de equipamentos, máquinas cada vez mais sofisticadas, etc.

Com a preocupação e a necessidade de dar maior atenção ao ser humano, principal bem de uma organização, além de buscar uma maior eficiência, nasceram primeiramente o Controle de Danos, o Controle Total de Perdas e por último a Engenharia de Segurança de Sistemas.

Esta última, surgida com o crescimento e necessidade de segurança total em áreas como aeronáutica, aeroespacial e nuclear, trouxe valiosos instrumentos para a solução de problemas ligados à segurança. Com a difusão dos conceitos de perigo, risco e confiabilidade, as metodologias e técnicas aplicadas pela segurança de sistemas, inicialmente utilizadas somente nas áreas militar e espacial, tiveram a partir da década de 70 uma aplicação quase que universal na solução de problemas de engenharia em geral.

As principais técnicas difundidas pela Engenharia de Segurança de Sistemas classificadas segundo a finalidade a que se propõem, são descritas a seguir. Tanto a eficiência quanto à eficácia da análise aumentam devido às técnicas de identificação de perigos e avaliação de riscos. Podemos dividir as técnicas utilizadas em 2 grandes grupos:

#### 1 - ÁREA DE SEGURANÇA DE SISTEMAS:

- Série de riscos
- Análise Preliminar de Riscos
- Técnica de Incidentes Críticos
- Análise de Modos de Falha e Efeitos
- Análise de Árvores de Falhas

A primeira delas é a Série de Riscos, surgida a partir da necessidade de se determinar qual foi o agente diretamente responsável por um evento, e caracterizando-se como uma técnica de identificação que ordena os riscos pela importância ou gravidade destes. Assim, têm-se o risco principal (responsável direto pelo dano), os riscos (ou o risco) iniciais que originam a série, e os riscos contribuintes. Uma vez obtida a série, cada risco é analisado em termos das possíveis inibições que podem ser aplicadas a cada caso.

A Análise Preliminar de Riscos (APR), por sua vez, consiste em um estudo, durante a concepção ou desenvolvimento prematuro de um novo sistema, com a finalidade de determinar os riscos que poderão estar presentes em sua fase operacional. Esse procedimento é de suma importância, principalmente nos casos em que o sistema a ser concebido não possui semelhança com outros existentes.

A Técnicas de Incidentes Críticos (TIC) é realizada através de uma amostra aleatória e estratificada de observadores-participantes, que são selecionados dos principais departamentos da empresa em análise, com o objetivo de garantir uma amostra representativa de operações, inseridas nas diferentes categorias de riscos. A sua operacionalização se dá através de entrevistas, nas quais o entrevistador interroga os participantes que tenham executado serviços específicos dentro de determinados ambientes, pedindo-lhes para recordar e descrever erros e condições inseguras que tenham cometido ou

observado. Assim, os participantes são estimulados a descreverem o maior número possível de incidentes críticos, sem se aterem ao fato de que estes resultaram ou não em danos à propriedade, ou lesões. Após essa etapa, os incidentes descritos são classificados em categorias de riscos, a partir das quais definem-se as áreas problemáticas relativas aos acidentes. Essa identificação permite que sejam delineadas as ações prioritárias para a distribuição dos recursos disponíveis, como também a organização de um programa de prevenção de acidentes.

Já a Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE) permite analisar como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimar as taxas de falhas, determinar os efeitos que poderão advir e, conseqüentemente, estabelecer as mudanças necessárias para aumentar a probabilidade de que o sistema ou equipamento realmente funcione de maneira satisfatória.

Por último, a Árvore de Análise de Falhas (AAF). Essa é uma técnica de análise que permite uma abordagem lógica e sistemática de um evento muito indesejado. Essa técnica pode fornecer a probabilidade de ocorrência em estudo e gera os chamados “conjuntos mínimos catastróficos”, que são falhas simultâneas, desencadeadoras de catástrofes. A AAF encontra sua melhor aplicação diante de situações complexas devido à maneira sistemática na qual os vários fatores podem ser apresentados.

## 2 - ÁREA DE PROCESSOS:

- What-if / check-list (técnica “e se”)

- Hazop ( hazard and operability study)

O procedimento What-If é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos, tanto na fase de processo, projeto ou pré-operacional, não sendo sua utilização unicamente limitada às empresas de processo.

A finalidade do What-If é testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamento, capacitação pessoal, nos ambientes de trabalho, com o objetivo de proceder a identificação e tratamento de riscos.

A técnica se desenvolve através de reuniões de questionamento entre duas equipes. Os questionamentos englobam procedimentos, instalações, processo da situação analisada. A equipe questionadora é a conhecedora e familiarizada com o sistema a ser analisado, devendo a mesma formular uma série de quesitos com antecedência, com a simples finalidade de guia para a discussão. Para a aplicação o What-If utiliza-se de uma sistemática técnico-administrativa que inclui princípios de dinâmica de grupo, devendo ser utilizado periodicamente. A utilização periódica do procedimento é o que garante o bom resultado do mesmo no que se refere à revisão de riscos do processo.

Da aplicação do What-If resulta uma revisão de um largo espectro de riscos, bem como a geração de possíveis soluções para os problemas levantados, além disso, estabelece um consenso entre as áreas de atuação como produção, processo e segurança quanto à forma mais segura de operacionalizar a planta. O relatório do procedimento fornece também um material de fácil entendimento que serve como fonte de treinamento e base para revisões futuras.

O estudo de identificação de perigos e operabilidade conhecido como HAZOP é uma técnica de análise qualitativa desenvolvida com o intuito de examinar as linhas de processo, identificando perigos e prevenindo problemas. Porém, atualmente, a metodologia é aplicada também para equipamentos do processo e até para sistemas.

O método HAZOP é principalmente indicado quando da implantação de novos processos na fase de projeto ou na modificação de processos já existentes. O ideal na realização do HAZOP é que o estudo seja desenvolvido antes mesmo da fase de detalhamento e construção do projeto, evitando com isso que modificações tenham que ser feitas, quer no detalhamento ou ainda nas instalações, quando o resultado do HAZOP for conhecido. Vale ressaltar que o HAZOP é conveniente para

projetos e modificações tanto grandes quanto pequenas. Às vezes, muitos acidentes ocorrem porque se subestima os efeitos secundários de pequenos detalhes ou modificações, que à primeira vista parecem insignificantes e é impossível, antes de se fazer uma análise completa, saber se existem efeitos secundários graves e difíceis de prever.

Além disso, o caráter de trabalho em equipe que o HAZOP apresenta, onde pessoas de funções diferentes dentro da organização trabalham em conjunto, faz com que a criatividade individual seja estimulada, os esquecimentos evitados e a compreensão dos problemas das diferentes áreas e interfaces do sistema seja atingida. Uma pessoa, mesmo competente, trabalhando sozinha, frequentemente está sujeita a erros por desconhecer os aspectos alheios a sua área de trabalho. Assim, o desenvolvimento do HAZOP alia a experiência e competência individuais às vantagens indiscutíveis do trabalho em equipe.

Em termos gerais, pode-se dizer que o HAZOP é bastante semelhante à AMFE, contudo, a análise realizada pelo primeiro método é feita através de palavras-chaves que guiam o raciocínio dos grupos de estudo multidisciplinares, fixando a atenção nos perigos mais significativos para o sistema. As palavras-chaves ou palavras-guias são aplicadas às variáveis identificadas no processo (pressão, temperatura, fluxo, composição, nível, etc.) gerando os desvios, que nada mais são do que os perigos a serem examinados.

A técnica HAZOP permite que as pessoas liberem sua imaginação, pensando em todos os modos pelos quais um evento indesejado ou problema operacional possa ocorrer. Para evitar que algum detalhe seja omitido, a reflexão deve ser executada de maneira sistemática, analisando cada circuito, linha por linha, para cada tipo de desvio passível de ocorrer nos parâmetros de funcionamento. Para cada linha analisada é aplicada a série de palavras-guias, identificando os desvios que podem ocorrer caso a condição proposta pela palavra-guia ocorra.

Identificadas as palavras-guias e os desvios respectivos, pode-se partir para a elaboração das alternativas cabíveis para

que o problema não ocorra, ou seja, torne-se mínimo. Convém, no entanto, analisar as alternativas quanto a seu custo e operacionalidade.

Geralmente neste tipo de estudo são detectados mais problemas operacionais do que identificados perigos. Este não é um ponto negativo, muito pelo contrário, aumenta sua importância, pois a diminuição dos riscos está muito ligada a eliminação de problemas operacionais. A eliminação dos problemas operacionais recai numa conseqüente diminuição do erro humano, decrescendo assim o nível de risco.

#### 11.4.1 Série de riscos

**Risco Principal:** É aquele que pode direta e imediatamente causar:

- Morte ou lesão
- Danos a equipamento, veículo, etc.
- Perda de material.

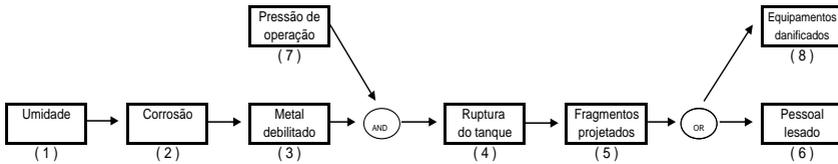
**Risco Inicial:** Risco que inicia a série. Risco que desencadeou o processo de degradação.

**Risco Contribuinte:** Risco que contribui na série que resultará nos possíveis danos.

#### **Exemplo 1:** Ruptura de um tanque de aço pressurizado.

Consideremos um tanque pneumático de alta pressão, feito de aço carbono desprotegido. A umidade pode causar corrosão, reduzindo a resistência do metal, que debilitado irá romper-se e fragmentar-se. Os fragmentos irão atingir e lesionar o pessoal e danificar equipamentos vizinhos. Qual dos riscos – a umidade, a corrosão, a debilitação do material, ou a pressão – causou a falha? Nesta série de riscos, a umidade desencadeou o processo de degradação que resultou na ruptura do tanque. Se o tanque fosse de aço inoxidável, não teria havido corrosão.

#### SEQUÊNCIA DE EVENTOS QUE PODERIAM CAUSAR LESÕES E DANOS POR RUPTURA DE UM TANQUE DE AÇO PRESSURIZADO



#### INIBIÇÕES:

- (1) Uso de secantes para manter o tanque sem umidade
- (2) Uso de aço inoxidável ou aço carbono revestido
- (3) Superdimensionar espessura de modo que, com a corrosão, não se atinja o ponto de colapso durante a vida esperada
- (4) Usar diafragmas que rompam antes do tanque, evitando dano extensivo a fragmentação
- (5) Prover de malha metálica envolvente para conter possíveis fragmentos
- (6) Manter o pessoal afastado da vizinhança do tanque
- (7) Reduzir pressão a medida que o tanque envelhece
- (8) Localizar o tanque afastado do equipamento suscetível de dano

A ruptura do tanque, causadora de lesões e outros danos, pode ser considerada como o risco principal. A umidade iniciou a série de riscos e pode ser chamada de risco inicial; a corrosão, a perda de resistência e a pressão interna são chamadas de riscos contribuintes.

#### Exemplo 2: O caso do João

João estava furando um cano. Para executar o serviço se equilibrava em cima de umas caixas em forma de escada. Utilizava uma furadeira elétrica portátil. Ele já havia feito vários furos e a broca estava com o fio gasto; por esta razão João estava forçando a penetração da mesma.

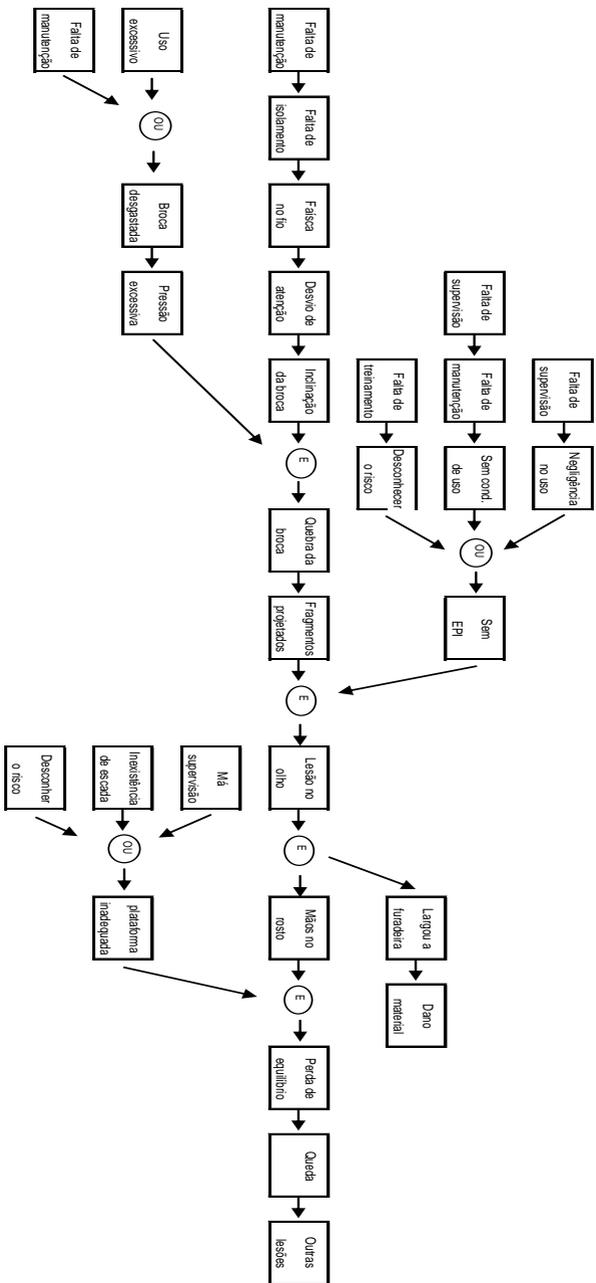
Momentaneamente, a sua atenção foi desviada por algumas faíscas que saíam do cabo de extensão, exatamente onde havia um rompimento que deixava a descoberto os fios condutores da eletricidade.

Ao desviar a atenção, ele torceu o corpo, forçando a broca no furo. Com a pressão ela quebrou e, neste mesmo instante, ele voltou o rosto para ver o que acontecia, sendo atingido por um estilhaço de broca em um dos olhos. Com um grito, largou a furadeira, pôs as mãos no rosto, perdeu o equilíbrio e caiu.

Um acontecimento semelhante, ocorrido há um ano atrás, nesta mesma empresa, determinava o uso de óculos de segurança na execução desta tarefa.

Os óculos que João devia ter usado estava sujo e quebrado, pendurado em um prego.

Segundo o que o supervisor dissera, não ocorrera nenhum acidente nos últimos meses e o pessoal não gostava de usar óculos; por esta razão, ele não se preocupava em recomendar o uso dos mesmos nestas operações, porque tinha coisas mais importantes a fazer.



### **11.4.2 Análise Preliminar de Riscos (APR)**

Como já foi mostrado, a Análise Preliminar de Riscos consiste no estudo, durante a fase de concepção ou de desenvolvimento inicial de um novo sistema, dos riscos que poderão estar presentes na sua fase operacional.

A APR abrange todos os eventos perigosos cujas causas tenham origem no interior da instalação analisada, englobando tanto as falhas de componentes ou sistemas, como eventuais erros operacionais ou de manutenção (falhas humanas). Embora alguns dos eventos perigosos causados por agentes externos, tais como: sabotagem, queda de balões, de aviões, de helicópteros ou de meteoritos, terremotos, maremotos e inundações, possam ter freqüências de ocorrência consideradas extremamente remotas, eles poderão também ser incluídos na análise.

Trata-se de um procedimento que possui especial importância nos casos em que o sistema a ser analisado possui pouca similaridade com quaisquer outros existentes, seja pela sua característica de inovação, seja por pioneirismo, o que vale dizer, quando a experiência em riscos no seu uso é carente ou deficiente.

Na área militar, onde surgiu, a análise foi primeiramente requerida como uma revisão a ser feita nos novos sistemas de mísseis. Nesta época, existiam mísseis cujos sistemas continham características de alto risco, havendo um grande nível de perigo em sua operação. Basta dizer que, de 72 silos de lançamento do míssil balístico intercontinental "Atlas", 4 foram destruídos em rápida sucessão, sendo seu custo unitário igual a 12 milhões de dólares.

Esses mísseis foram projetados para uso de combustíveis líquidos, e a análise foi desenvolvida numa tentativa de prevenção contra o uso desnecessário de materiais, projetos e procedimentos de alto risco; ou, pelo menos, para que se assegurasse que medidas preventivas fossem incorporadas, se essa utilização fosse inevitável.

A APR é normalmente uma revisão superficial de problemas gerais de segurança. No estágio em que é desenvolvida podem existir ainda poucos detalhes finais do projeto, e ser maior a carência de informações quanto aos procedimentos normalmente definidos mais tarde.

Os projetos de obras e instalações industriais precisam ser analisados pelo setor de segurança para que a deficiência no arranjo físico das instalações e/ou as condições inseguras observadas sejam devidamente corrigidas, antes da execução.

Deve haver uma política estabelecida para controle dos projetos de engenharia visando eliminar ou reduzir os riscos de acidentes, ainda na fase de projeto, pois essa eliminação durante ou após a construção e montagem, torna-se mais dispendiosa, constituindo-se às vezes em uma perda bastante significativa.

Deve haver, portanto, uma pré-avaliação dos riscos e conseqüente eliminação ou redução durante a fase de projeto. Posteriormente durante a execução do mesmo é feita uma nova avaliação dos riscos não descobertos na fase de projeto bem como uma verificação se o projeto está sendo obedecido.

Deve ser criado um sistema padronizado para análise de projetos, através de uma lista em que constem perguntas relativas aos principais itens de segurança que serão averiguados. É utilizado um formulário onde são avaliados os riscos, as causas desses riscos, quais as conseqüências que poderão ocorrer, quais as categorias dos riscos e por fim as medidas preventivas que devem ser aplicadas.

A metodologia da APR compreende a execução das seguintes etapas:

**a) Revisão de problemas conhecidos:** Consiste na busca de analogia ou similaridade com outros sistemas, para determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido, tomando como base a experiência passada.

**b) Revisão da missão a que se destina:** Atentar para os objetivos, exigências de desempenho, principais funções e

procedimentos, ambientes onde se darão as operações, etc.. Enfim, consiste em estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema que a missão irá abranger: a que se destina, o que e quem envolve e como será desenvolvida.

**c) Determinação dos riscos principais:** Identificar os riscos potenciais com potencialidade para causar lesões diretas e imediatas, perda de função (valor), danos a equipamentos e perda de materiais.

**d) Determinação dos riscos iniciais e contribuintes:** Elaborar séries de riscos, determinando para cada risco principal detectado, os riscos iniciais e contribuintes associados.

**e) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos:**Elaborar um *brainstorming* dos meios passíveis de eliminação e controle de riscos, a fim de estabelecer as melhores opções, desde que compatíveis com as exigências do sistema.

**f) Analisar os métodos de restrição de danos:** Pesquisar os métodos possíveis que sejam mais eficientes para restrição geral, ou seja, para a limitação dos danos gerados caso ocorra perda de controle sobre os riscos.

**g) Indicação de quem levará a cabo as ações corretivas e/ou preventivas:** Indicar claramente os responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.

No contexto da APR, um cenário de acidente é definido como o conjunto formado pelo perigo identificado, suas causas e cada um dos seus efeitos. Exemplo de cenário de acidente possível seria: *“Grande liberação de substância tóxica devido a ruptura de tubulação levando à formação de uma nuvem tóxica”*.

De acordo com a metodologia de APR, os cenários de acidente devem ser classificados em *categorias de frequência*, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência para cada um dos cenários identificados. As tabelas indicadas a seguir mostram as categorias de

freqüências e a severidade das conseqüências em uso atualmente para a realização de APR.

Esta avaliação de freqüência poderá ser determinada pela experiência dos componentes do grupo ou por banco de dados de acidentes (próprio ou de outras empresas similares).

#### Categories de Freqüências dos Cenários

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	Extremamente remota	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do Processo/instalação
<b>B</b>	Remota	Não esperado ocorrer durante a vida útil do Processo/instalação
<b>C</b>	Improvável	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do Processo/instalação
<b>D</b>	Provável	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do Processo/instalação
<b>E</b>	Freqüente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil do Processo/instalação

#### Severidade das conseqüências do cenário

<b>Categorias</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição / Características</b>
<b>I</b>	Desprezível	Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; Não ocorrem lesões/mortes de funcionários, de terceiros (não funcionários). O máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.
<b>II</b>	Marginal	Danos leves aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis e/ou de baixo custo de reparo); Lesões leves em funcionários e/ou terceiros.
	Crítica	Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; Lesões de gravidade moderada em funcionários e/ou terceiros (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros);

<b>III</b>		Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
<b>IV</b>	Catastrófica	Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (em funcionários e/ou terceiros).

Para estabelecer o nível de Risco utiliza-se uma matriz, indicando a freqüência e a severidade dos eventos indesejáveis.

<b>Matriz de Risco</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>IV</b>	2	3	4	5	5
<b>III</b>	1	2	3	4	5
<b>II</b>	1	1	2	3	4
<b>I</b>	1	1	1	2	3

<u>Risco</u>
1- Desprezível
2- Menor
3- Moderado
4- Sério
5- Crítico

Exemplo ilustrativo:

O exemplo escolhido para ilustração da APR é bastante antigo. Conta a mitologia grega que o Rei Minos, de Creta, mandou aprisionar Dédalo e seu filho Ícaro, na ilha de mesmo nome. Com o objetivo de escapar para a Grécia, Dédalo idealizou fabricar asas, o que fez habilidosamente com penas, linho e cera de abelhas. Antes da partida, Dédalo advertiu a Ícaro que tomasse cuidado quanto a seu curso: se voasse a um nível muito baixo, as ondas molhariam suas penas; se voasse muito alto, o sol derreteria a cera, e ele cairia no mar. Essa advertência, uma das primeiras análises de riscos que poderíamos citar, a outra foi a advertência de Deus para que Adão não comesse a maçã, define o que hoje chamaríamos de Análise Preliminar de Riscos.

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS**  
**IDENTIFICAÇÃO: Sistema de voo Ded I**  
**SUBSISTEMA: Asas                      PROJETISTA: Dédalo**

<b>RISCO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFEITO</b>	<b>CAT. RISCO</b>	<b>MEDIDAS PREV./CORRET.</b>
Radiação térmica do Sol	Voar muito alto em presença de forte radiação	Calor pode derreter cera que une as penas.	5	Prover advertência contra voo muito alto e perto do Sol. Manter rígida supervisão sobre aeronauta.
Umidade	Voar muito perto da superfície do mar	Asas absorvem a umidade, aumentando de peso e falhando.	5	Advertir aeronauta para voar a meia altura.

## Exercício:

Preparar uma APR para a troca de um pneu de um veículo, considerando as várias situações de riscos: à noite, chovendo, em um túnel, etc.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS					
Identificação: Data:		Visto:			
RISCO	CAUSA	EFEITO	CAT. RISCO	MED. PREV./COR.	
Atropelamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Má localização</li> <li>◆ Falta de sinalização</li> <li>◆ Falta de atenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Lesões</li> <li>◆ Morte</li> </ul>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Parar no acostamento</li> <li>◆ Usar o triângulo</li> <li>◆ Manter a atenção</li> </ul>	
Queda do veículo já elevado	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Má colocação do macaco</li> <li>◆ Carro mal imobilizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Lesões</li> <li>◆ Danos materiais</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Colocação correta do macaco e dos calços</li> </ul>	
Lesões ao usar ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Imperícia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Impossibilidade de prosseguir operação ou dirigir</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Saber manejar</li> <li>◆ Manter em boas condições de utilização</li> </ul>	
Assaltos	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Local isolado</li> <li>◆ Região perigosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Danos materiais</li> <li>◆ Lesões</li> <li>◆ Morte</li> </ul>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Não realizar a operação</li> <li>◆ Conseguir ajuda</li> </ul>	
Colisão de veículo com o carro parado	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Má localização</li> <li>◆ Má sinalização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Danos materiais</li> <li>◆ Lesões</li> <li>◆ Morte</li> </ul>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Usar o acostamento</li> <li>◆ Sinalizar</li> </ul>	
Impossibilidade de realizar a operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Falta de ferramentas</li> <li>◆ Estepe fora de condição</li> <li>◆ Localização péssima</li> <li>◆ Força física insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veículo inoperante</li> </ul>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Verificar estepe e ferramenta antes da viagem</li> <li>◆ Conseguir ajuda</li> </ul>	

### 11.4.3 Técnica de Incidentes Críticos

A Técnica de Incidentes Críticos, também conhecida em português como "Confissionário" e em inglês como "Incident Recall", é uma análise operacional, qualitativa, de aplicação na fase operacional de sistemas, cujos procedimentos envolvem o fator humano em qualquer grau. É um método para identificar erros e condições inseguras que contribuem para a ocorrência de acidentes com lesões reais e potenciais, onde se utiliza uma amostra aleatória estratificada de observadores-participantes, selecionados dentro de uma população.

A TIC possui grande potencial, principalmente naquelas situações em que deseja-se identificar perigos sem a utilização de técnicas mais sofisticadas e ainda, quando o tempo é restrito. A técnica tem como objetivo a detecção de incidentes críticos e o tratamento dos riscos que os mesmos representam.

A maioria dos esforços atuais de segurança do trabalho está baseada em avaliações pós-fato das causas produtoras de acidentes. As tentativas para controlar esses acidentes, e suas conseqüências, podem ser melhor descritas como "tentativa e erro" principalmente porque as medidas adequadas de eficiência desse controle não existem na prática.

Normalmente o técnico em segurança concentra a maioria de seus esforços na solução de problemas, isto é, proporciona respostas quando a ênfase deveria estar em olhar a frente e procurar as perguntas certas. Necessitamos medir os problemas mais do que suas conseqüências. Devemos examinar a base para distribuir os recursos de prevenção de acidentes, a fim de receber o maior retorno pelos nossos esforços.

Geralmente necessitamos de medidas para nos dizer como estamos indo, ou mais especificamente, precisamos reconhecer que a função principal de uma medida de desempenho de segurança é nos informar sobre o nível de segurança dentro de um sistema.

Os acidentes com lesão são uma conseqüência do comportamento do trabalhador, dentro de condições específicas de um sistema e, como tal, nos dizem muito pouco sobre o

comportamento anterior, e sobre o mau funcionamento de equipamentos e do ambiente, que são contribuintes importantes para atuais e futuros problemas de acidentes.

Efetivamente, então, as nossas **medidas de desempenho de segurança** devem nos ajudar a prevenir, e **não a registrar acidentes**. Elas precisam ser dirigidas no tempo e no espaço. Devem nos dizer quando e onde esperar o problema, e nos fornecer linhas gerais no que diz respeito ao que deveríamos fazer sobre o problema.

Um segundo propósito de uma medida de desempenho de segurança é **informar**, continuamente, a **mudança no nível de segurança** de um sistema e avaliar os efeitos dos esforços de prevenção de acidentes o mais rápido possível.

É importante que não nos equivoquemos, pensando que o simples registro de acidentes nos dá um quadro verdadeiro do nível de segurança dentro de uma organização.

Atualmente, estamos, na maioria dos casos, medindo a falta de segurança, ao invés da presença de segurança, quando aplicamos nossas várias técnicas de avaliação de seu desempenho.

Visto que os acidentes sem lesão ocorrem muito mais freqüentemente do que os acidentes com lesão incapacitante, ou danos à propriedade, podem ser coletadas, mesmo por pequenas organizações, amostras representativas de dados, dentro de um tempo relativamente curto.

Além disso, vários estudos têm mostrado que as pessoas gostam mais de falar sobre “incidentes”, do que sobre acidentes com lesão nos quais estiveram pessoalmente envolvidas, pois, não havendo perdas, nenhuma culpa pelo acidente poderia advir.

Incidente Crítico é qualquer evento ou fato negativo com potencialidade para provocar dano. É chamado também de “quase-acidente”. Ex: “Quase-acidente” de trânsito.

A técnica de incidentes críticos é o resultado de estudos realizados no Programa de Psicologia de Aviação, da Força Aérea dos Estados Unidos.

Um dos primeiros estudos, utilizando a técnica, examinou problemas de sistemas homem-máquina e problemas psicológicos envolvidos no uso e operação de equipamentos de aviões.

Os investigadores perguntaram a um grande número de pilotos se eles tinham alguma vez feito, ou visto alguém fazer, um erro de leitura ou interpretação de um instrumento de vôo, na detecção de um sinal, ou no entendimento de instruções.

Durante esse estudo, foram colhidos 270 incidentes de “erros de piloto” e encontradas muitas informações similares, indicando que deveriam ser feitas alterações nos tipos e desenhos dos equipamentos, a fim de reduzir o erro humano, melhorar os controles e incrementar a efetividade do sistema.

Qual seria, portanto, a diferença entre um incidente e um acidente?

Um “incidente” pode ser definido como sendo um acontecimento não desejado ou não programado que venha a deteriorar ou diminuir a eficiência operacional da empresa.

Do ponto de vista prevencionista, um “acidente” é o evento não desejado que tem por resultado uma lesão ou uma enfermidade a um trabalhador ou um dano a propriedade.

Ao adotarmos as providências necessárias para prevenir e controlar os incidentes, estamos protegendo a segurança física dos trabalhadores, equipamentos, materiais e o ambiente.

A eliminação ou o controle de todos os incidentes deve ser a preocupação principal de todos aqueles que estiverem envolvidos nas questões de prevenção de acidentes ou controle de perdas.

Um quase-acidente é uma ocorrência inesperada que apenas por pouco deixou de ser um acidente com um trabalhador ou um incidente com um equipamento.

Aqui está mais um exemplo: um caminhão estava estacionado com a traseira voltada para uma doca de carregamento. Mais ou menos dois metros separavam a traseira do caminhão da doca. Um trabalhador passava entre a doca de carregamento e o caminhão. Neste momento, o motorista do caminhão, sem avisar, acionou o caminhão em marcha-a-ré, para se aproximar mais da doca. O empregado deu um grito assustado e conseguiu pular para o lado em segurança; por pouco não foi esmagado contra a doca. Não houve contato, mas o empregado ficou assustado e nervoso com a experiência.

Este não é um caso de acidente com o trabalhador. O trabalhador não foi tocado, não foi fisicamente molestado e do susto só lhe ficou a lembrança. Também não se trata de um acidente com equipamento, pois nada aconteceu com o caminhão. Não houve falha de equipamento e o motorista nem se deu conta do ocorrido.

Os trabalhadores deveriam ser estimulados a reportar esse tipo de acontecimento? Esse quase-acidente?

A segurança do trabalho deve investigar tais ocorrências?

A administração da empresa deve discutir tais casos?

Por quê?

Os “quase-acidentes”, assim como os acidentes que não causam ferimentos ou outros tipos de lesão devem ser investigados quando reportados ou observados.

Eles se constituem em “avisos” daquilo que pode ou provavelmente vai acontecer.

Um acidente quase sempre acontece mais tarde, quando tais “avisos” são ignorados; mais cedo ou mais tarde o acidente acaba acontecendo.

O objetivo da prevenção organizada de acidentes é evitar todo tipo de acidentes. Os supervisores e os técnicos de segurança, às vezes, ainda confundem prevenção de ferimentos com prevenção de acidentes. Eles se impressionam com os acidentes que provocam ferimentos, principalmente quando estes são graves, mas não preocupam muito com acidentes com equipamentos.

Isso é errado.

Em primeiro lugar, por definição, o acidente com equipamento sempre tem potencial para causar ferimentos nas pessoas. Eles podem e, geralmente, resultam em ferimentos sérios e até fatais.

Em segundo lugar, mesmo quando não acontecem ferimentos, os acidentes sem lesões representam uma interrupção do processo de produção. Eles geralmente causam prejuízos em virtude dos danos causados aos equipamentos, redução de produtividade ou das horas de trabalho gastas para reparar os estragos ocorridos.

Não devemos esquecer que três são os principais elementos de um acidente com o trabalhador para enfatizar o seu sentido completo:

1- *Os acidentes são inesperados.*

Eles tanto ocorrem com trabalhadores experientes como com os inexperientes e são sempre inesperados para a pessoa envolvida e também para a segurança do trabalho. Por isso é fundamental o treinamento. Para antecipar condições onde o acidente pode ocorrer.

2 - *Acidentes são contatos.*

Com uma exceção, todos os acidentes com trabalhadores envolvem algum tipo de contato inesperado entre a pessoa e alguma coisa em seu redor. A exceção é um acidente por tensão muscular devido à um esforço excessivo. Acidentes por excesso de força não envolvem contatos com coisas em

volta do trabalhador. Um exemplo é o trabalhador que sofre uma distensão nas costas ao tentar levantar um objeto pesado.

### 3- *Acidentes interrompem o trabalho.*

Os acidentes quase sempre envolvem algum tipo de interrupção do trabalho. Por definição, portanto, os acidentes prejudicam o esforço da produção.

A técnica de incidentes críticos é um método para identificar erros e condições inseguras, que contribuem para os acidentes com lesão, tanto reais como potenciais, através de uma amostra aleatória estratificada de observadores-participantes, selecionados dentro de uma população.

Esses observadores-participantes são selecionados dos principais departamentos da empresa, de modo que possa ser obtida uma amostra representativa de operações existentes dentro das diferentes categorias de risco.

Ao se aplicar a técnica, um observador interroga certo número de pessoas que tenham executado serviços específicos dentro de determinados ambientes, e lhes pede para recordar e descrever atos inseguros que tenham cometido ou observado, e condições inseguras que tenham chamado sua atenção dentro da empresa.

O observador-participante é estimulado a descrever tantos “incidentes críticos” quantos ele possa recordar, sem se importar se resultaram ou não em lesão, ou dano à propriedade.

Os incidentes descritos por um determinado número de observadores-participantes são transcritos e classificados em categorias de risco, a partir das quais definem-se as áreas potenciais de acidentes.

Portanto, quando são identificadas as causas potenciais de acidentes, pode-se tirar uma conclusão quanto a ações prioritárias para distribuir os recursos disponíveis, e organizar um programa dirigido de prevenção de acidentes, visando solucionar esses problemas.

A técnica de incidentes críticos permite determinar:

- a) Quais as operações ou processos que requerem atenção especial, rígido controle e necessitam de cuidados constantes de proteção.
- b) Onde deveriam ser providenciados métodos especiais, proteções e sistemas de advertência.
- c) Onde os esforços e recursos financeiros para a prevenção de acidentes poderiam ser aplicados mais efetivamente.

A técnica de incidentes críticos tem sido testada várias vezes na indústria. O propósito desse estudo é avaliar a utilidade da técnica como um método para identificar as causas potenciais de acidentes, e desenvolver procedimentos de aplicação prática pelo pessoal da fábrica.

Os critérios para selecionar as várias estratificações da população são determinados pelo número de fatores que se julga terem influência na natureza da exposição a acidentes potenciais. Neste estudo, esses fatores incluem o turno de trabalho, a localização da fábrica, o diferencial masculino/feminino, o tipo de equipamento envolvido ou o serviço específico desempenhado pelo trabalhador.

Na escolha dos observadores-participantes temos que estar atentos para o seguinte:

1. Funcionários antigos: os atos e condições inseguras, normalmente, já estão incorporados ao funcionário. Ex: Um pedreiro que trabalha em um andaime enquanto a obra cresce, não nota problemas quando estiver no último andar.
2. Funcionários novos: os problemas são sempre observados mais amplamente.

Inicialmente, cada pessoa é entrevistada durante 15 minutos. Nessas entrevistas preliminares é lido um relatório descrevendo o estudo e seus objetivos, e são respondidas

quaisquer perguntas sobre o mesmo. A todos se dá à oportunidade para se retirar se não desejarem participar.

Ao final da entrevista preliminar, cada pessoa recebe uma cópia do relatório definitivo, e uma lista de incidentes críticos que tenham ocorrido em operações similares dentro de outras fábricas.

O propósito dessa lista é estimular o processo de recordação e, especificamente, permitir a identificação do tipo de informação que se está procurando. Informam-se as pessoas que elas permanecerão anônimas em relação as informações fornecidas, que não serão prejudicadas por participarem do estudo, e que nenhuma culpa será imposta como resultado da informação revelada.

Concede-se um período mínimo de 24 horas, entre as entrevistas preliminares e as entrevistas de compilação de dados, a fim de haver tempo suficiente para recordação dos incidentes.

A seguir, solicitam-se as pessoas que recordem a última vez que tenham observado ou participado de um ato ou condição insegura na fábrica.

As entrevistas são registradas em fitas magnéticas, e os participantes informados com antecedência que será usado esse método de registro de dados (Obs: pode ser adotado outro método para coleta de dados).

Os entrevistadores interrogam os observadores-participantes sobre cada incidente descrito, até obter informações suficientes para identificar erros humanos e condições inseguras envolvidos.

Após a identificação de todos os problemas é feita a compilação definitiva dos dados.

#### **11.4.4. Análise de Modos de Falhas e Efeitos**

A Análise de Modos de Falha e Efeitos é uma análise detalhada, podendo ser qualitativa ou quantitativa. Ela permite analisar as maneiras pelas quais um equipamento ou sistema pode falhar e os efeitos que poderão advir, estimando ainda as taxas de falha e propiciando o estabelecimento de mudanças e alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, aumentando a confiabilidade do sistema.

A confiabilidade é definida como a probabilidade de uma missão ser concluída com sucesso dentro de um tempo específico e sob condições específicas.

A AMFE foi desenvolvida por engenheiros de confiabilidade para permitir aos mesmos, determinar a confiabilidade de produtos complexos. Para isto é necessário o estabelecimento de como e quão frequentemente os componentes do produto podem falhar, sendo então a análise estendida para avaliar os efeitos de tais falhas.

Apesar de sua utilização ser geral, a AMFE é mais aplicável às indústrias de processo, principalmente quando o sistema em estudo possui instrumentos de controle, levantando necessidades adicionais e defeitos de projeto, definindo configurações seguras para os mesmos quando ocorrem falhas de componentes críticos ou suprimentos.

A técnica auxilia ainda na determinação e encadeamento dos procedimentos para contingências operacionais, quando o sistema é colocado em risco e a probabilidade de erro devido à ações não estruturadas é alta, dependendo da ação correta dos operadores.

A AMFE é realizada primeiramente de forma qualitativa, quer na revisão sistemática dos modos de falha do componente, na determinação de seus efeitos em outros componentes e ainda na determinação dos componentes cujas falhas têm efeito crítico na operação do sistema, sempre procurando garantir danos mínimos ao sistema como um todo.

Posteriormente, pode-se proceder à análise quantitativa para estabelecer a confiabilidade ou probabilidade de falha do sistema ou subsistema, através do cálculo de probabilidades de falhas de montagens, subsistemas e sistemas, a partir das probabilidades individuais de falha de seus componentes, bem como na determinação de como poderiam ser reduzidas estas probabilidades, inclusive pelo uso de componentes com confiabilidade alta ou pela verificação de redundâncias de projeto.

Para proceder ao desenvolvimento da AMFE ou de qualquer outra técnica, é primordial que se conheça e compreenda o sistema em que se está atuando e qual a função e objetivos do mesmo, as restrições sob as quais irá operar, além dos limites que podem representar sucesso ou falha.

O bom conhecimento do sistema em que se atua é o primeiro passo para o sucesso na aplicação de qualquer técnica, seja ela de identificação de perigos, análise ou avaliação de riscos.

Uma das fontes de dados essenciais que podem ajudar muito na realização de uma AMFE é o pessoal de manutenção, tanto de equipamentos mecânicos como de instrumentação, que conhecem detalhes inerentes a cada componente.

Conhecidos o sistema e suas especificidades é dado seguimento à análise, cabendo à empresa idealizar o modelo que melhor se adapte a ela.

Esta técnica permite, portanto, analisar como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimar as taxas de falha, determinar os efeitos oriundos destas e estabelecer as mudanças que deverão ser feitas para aumentar a probabilidade de que o sistema ou equipamento realmente funcione de maneira satisfatória.

Na AMFE investiga-se o componente a fim de levantar todos os elementos, incluindo as ações inadequadas do ser humano, que possam interromper ou degradar o seu funcionamento e/ou do sistema ao qual o componente pertença. Em resumo os objetivos de uma AMFE são:

- 1) Revisão sistemática dos modos de falha de um componente para garantir danos mínimos ao sistema;
- 2) Determinação dos efeitos que tais falhas terão em outros componentes do sistema;
- 3) Determinação dos componentes cujas falhas teriam efeito crítico na operação do sistema;
- 4) Cálculo da probabilidade de falhas;
- 5) Determinação de como podem ser reduzidas as falhas.

A AMFE é uma análise de componentes e, portanto, requer que os seus executores conheçam muito bem os componentes e o sistema analisados a fim de que possam examinar todos os modos de falhas possíveis e os seus efeitos.

Como a AMFE é uma técnica de simples aplicação, a composição da equipe pode variar de acordo com o tipo de equipamento que esteja sendo analisado. Assim, por exemplo, quando da análise de componentes eletro-mecânicos, um técnico experiente na manutenção destes equipamentos deve participar da análise. Já quando se estiver analisando instrumentação e controle, um especialista nesta área deve participar da análise.

A Análise de Modos e Efeitos de Falhas é uma técnica indutiva que analisa sistematicamente todos os modos de falhas dos componentes de um sistema e identifica os efeitos resultantes destas falhas sobre os outros componentes e sobre o sistema como um todo.

Cada modo de falha é considerado individualmente como uma ocorrência independente, sem qualquer relação com outras falhas do sistema, salvo os efeitos subsequentes que possa produzir.

Na AMFE é dada ênfase à identificação dos problemas resultantes de falhas dos equipamentos (hardware), embora as

ações humanas que causem falha dos componentes devem ser também consideradas.

As principais etapas no desenvolvimento de um AMFE são:

- 1) Dividir o sistema em subsistemas que possam ser controlados.
- 2) Traçar diagramas de blocos funcionais do sistema e de cada subsistema, a fim de se determinar seus inter-relacionamentos.
- 3) Preparar uma listagem completa dos componentes da cada subsistema registrando a função específica de cada um deles.
- 4) Determinar, através da análise de projetos e diagramas, os modos de falhas que poderiam ocorrer e afetar cada componente.

#### MODOS DE FALHA:

A- Operação prematura;

B- Falha em operar num tempo prescrito;

C- Falha em cessar de operar num tempo prescrito;

D- Falha durante a operação.

Ex: Termostato de uma geladeira - A, B, C

Disco de ruptura da panela de pressão - A, C

- 5) Indicar os efeitos de cada falha sobre outros componentes e como pode afetar o desempenho total do sistema.
- 6) Estimar a gravidade de cada falha (categoria de riscos).

- 7) Indicar os métodos de detecção de cada falha e as possíveis ações de compensação e reparos que deverão ser adotadas.

A estimativa das freqüências de ocorrência de cada um dos modos de falhas pode ser feita através da consulta a bancos de dados de falhas de componentes similares, históricos de ocorrências ou através da avaliação subjetiva de peritos. As freqüências estimadas são classificadas em categorias qualitativas, e, para cada modo de falha pode ser associada uma categoria de severidade, que expressa o grau de severidade dos efeitos de falha sobre a continuidade operacional do sistema, sobre a qualidade do produto ou sobre a segurança do pessoal de operação, das instalações, da população e do meio-ambiente. As tabelas a seguir mostram as freqüências e as categorias de severidade.

#### ESTIMATIVA DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Freqüência/ ano</b>	<b>Descrição</b>
A	Extremamente Remota	$f < 10^{-4}$	Conceitualmente possível, improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
B	Remota	$10^{-3} > f > 10^{-4}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação.
C	Improvável	$10^{-2} > f > 10^{-3}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
D	Provável	$10^{-1} > f > 10^{-2}$	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil da instalação.
E	Frequente	$f > 10^{-1}$	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

## CLASSIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DOS MODOS DE FALHAS

CATEGORIAS	CLASSIFICAÇÃO	EFEITOS
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Nenhum efeito sobre o sistema.</li> </ul>
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Pequena perda de produção ou de qualidade do produto.</li> <li>◆ Pequena ameaça ao sistema, ao pessoal operacional ou ao meio-ambiente.</li> <li>◆ Não é necessário o desligamento do sistema.</li> </ul>
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Grande perda de produção ou de qualidade do produto.</li> <li>◆ Ameaça significativa ao sistema, ao pessoal operacional, à população ou ao meio-ambiente.</li> <li>◆ É necessário o desligamento ordenado do sistema.</li> </ul>
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Grande perda de produção ou de qualidade do produto por extenso período de tempo.</li> <li>◆ Ameaça severa ao sistema, ao pessoal ou à população.</li> <li>◆ Degradação do sistema podendo causar a sua perda total e/ou mortes do pessoal (funcionários ou população).</li> <li>◆ É requerido o desligamento de emergência do sistema.</li> </ul>

Cabe ressaltar que, de acordo com os objetivos da análise, pode-se suprimir as estimativas de frequências de ocorrência e a avaliação da severidade dos efeitos. Ou, alternativamente, pode-se suprimir as estimativas de frequências de ocorrência, avaliando-se apenas a severidade dos efeitos.

As principais vantagens da Análise de Modos de Falhas e Efeitos são a facilidade de aplicação do método, a identificação de todas as possibilidades de ocorrência de falhas simples de cada componente do sistema e a formulação de ações corretivas para eliminar ou reduzir as conseqüências das falhas.

Como a AMFE é uma técnica trabalhosa faz-se necessário a seleção dos componentes do sistema que deverão ser analisados. Assim, por exemplo, pode-se considerar apenas os componentes que desempenham alguma função de controle ou de segurança no sistema, não sendo analisados os componentes passivos, tais como válvulas manuais, válvulas de retenção e os instrumentos cuja finalidade seja apenas fornecer indicação para o operador.

A tabela a seguir mostra, para alguns tipos de componentes, os modos de falhas que podem ser considerados durante a realização de uma AMFE. Dependendo do status em que se encontra o componente no sistema e dos objetivos da análise, alguns desses modos podem não ser aplicáveis ou podem existir outros que não estejam indicados nesta tabela.

#### MODOS DE FALHAS DE ALGUNS TIPOS DE COMPONENTES

TIPO DE COMPONENTE	MODO DE FALHA
Abafador ("damper")	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abertura indevida</li> <li>2. Fechamento indevido</li> <li>3. Falha em fechar</li> <li>4. Falha em abrir</li> <li>5. Entupimento</li> </ol>
Alarmes: - Buzina - Campainha - Sirene - Painel anunciador	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falha em operar</li> <li>2. Operação falsa</li> </ol>
Aquecedor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ruptura (explosão, etc.)</li> <li>2. Vazamento nos tubos de produto</li> <li>3. Aquecimento excessivo</li> <li>4. Aquecimento insuficiente</li> <li>5. Falha em operar</li> </ol>

Barramento	1. Curto-circuito (fase-fase, fase-terra,etc.)
Bateria	1. Tensão abaixo do normal 2. Saída nula (descarregada, mau contato, etc.)
Chave seccionadora	1. Falha em abrir 2. Falha em fechar
Chave fusível	1. Falha em abrir 2. Abertura falsa
Célula foto-elétrica	1. Falha em operar 2. Operação falsa
Detector : - Calor - Chama - Fumaça - Gás	1. falha em operar 2. Operação falsa
Exaustor	1. Para de funcionar 2. Não parte
Extintor: - Água - CO <sub>2</sub>	1. Falha em operar (carga insuficiente, sem carga, uso inadequado, etc.)

No exemplo a seguir está demonstrada a execução de uma análise de modos de falhas e efeitos na utilização de um ferro elétrico automático.

### ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS

Empresa:  
 Sistema: Ferro elétrico automático  
 Sub-sistema:  
 Responsável:

Local e data:

COMPONENTES	MODOS DE FALHA	POSSÍVEIS EFEITOS		CATEGORIA DE RISCO	MÉTODOS DE DETECÇÃO	AÇÕES DE COMPENSAÇÃO E REPAROS
		EM OUTROS COMPONENTES	NO SISTEMA			
Sensor-comutador	Falha em desligar se a temperatura sobe demais	Resistência continua ligada	Ferro muito quente;	4	Observar roupa; ruído de dilatação	Controlar manualmente na tomada; substituir o conjunto.
Resistência	Falha em ligar se a temperatura cai demais	Resistência continua desligada	Ferro esfria; operação ineficiente.	3	Roupa difícil de passar; obs. ferro	Colocar conjunto em "by-pass" e controlar na tomada; subst. conjunto
	Queima ( abre o circuito)	-	Ferro esfria	3	Idem ao anterior	Substituir
Fiação ( e tomada )	Interrupção no fio, de origem mecânica ou elétrica ( abre o circuito)	Resistência esfria	Ferro esfria	3	Idem; inspeção visual.	Desligar a potência; reparar ou substituir
	Perda de isolamento ( curto-circuito)	Resistência esfria	Fogo na fiação; ferro esfria	5	Fenômeno audiovisual típico; queda da potência (disjuntor ou fusível)	Desligar a tomada( ou a chave geral) imediatamente; reparar ou substituir; religar o disjuntor ou substituir o fusível

### 11.4.5 Análise de Árvore de Falhas

Embora o método de análise das árvores de falhas seja uma técnica razoavelmente recente, já foi aplicada com sucesso em problemas bastante complicados de segurança no campo aeroespacial.

Esse sucesso fez com que ganhasse aceitação não apenas dentro desse ramo de indústria, mas também junto ao Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o qual tornou a análise uma exigência em seus contratos para projetos de novos mísseis e aeronaves. Já em 1966, era usada em problemas de segurança do produto (mísseis, aeronaves e automóveis), pelos engenheiros de projeto, na fase de desenvolvimento do mesmo.

A análise das árvores de falhas foi desenvolvida pelos Laboratórios Bell Telephone em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, para uso no sistema do míssil balístico intercontinental "Minuteman". O pessoal da Bell, velho conhecedor da lógica Booleana em aplicações nos equipamentos de telecomunicações, adaptou tais princípios para criar o novo método. Engenheiros e matemáticos da Boeing Co. empenharam-se a fundo no desenvolvimento adicional desses procedimentos, e se tornaram os seus propositores mais destacados. A técnica foi então modificada de maneira que a simulação em computadores de alta velocidade se tornou uma realidade.

A análise é um método excelente para o estudo dos fatores que poderiam causar um evento indesejável (falha, risco principal ou catástrofe). O estudo dos laboratórios Bell foi empreendido para a determinação das combinações de eventos e circunstâncias que poderiam causar certas catástrofes específicas, uma das quais era um lançamento não autorizado do míssil.

Os métodos de análise de confiabilidade em uso na época não conduziam, por si sós, à determinação das possibilidades e probabilidades de ocorrência daqueles eventos, devido ao complexo inter-relacionamento de recursos humanos, equipamentos, materiais, e ambiente.

A AAF justamente encontra sua melhor aplicação em tais situações complexas, pela maneira sistemática na qual os vários fatores podem ser apresentados. Trata-se, com efeito, de um modelo no qual dados probabilísticos podem ser aplicados a seqüências lógicas.

O método pode ser desenvolvido através dos seguintes passos:

- a) Seleciona-se o evento indesejável, ou falha, cuja probabilidade de ocorrência deve ser determinada;
- b) São revisados todos os fatores intervenientes, como ambiente, dados de projetos, exigências do sistema, etc., determinando-se as condições, eventos particulares ou falhas que poderiam contribuir para a ocorrência do evento indesejado;
- c) É preparada uma “árvore”, através da diagramação dos eventos contribuintes e falhas, de modo sistemático, que irá mostrar o inter-relacionamento entre os mesmos e em relação ao evento “topo” (em estudo). O processo se inicia com os eventos que poderiam diretamente causar tal fato, formando o “primeiro nível”, a medida que se retrocede passo a passo, as combinações de eventos e falhas contribuintes irão sendo adicionadas. Os diagramas assim preparados são chamados “Árvores de Falhas”. O relacionamento entre os eventos é feito através de comportas lógicas, como veremos adiante;
- d) Através da Álgebra Booleana, são desenvolvidas expressões matemáticas adequadas, representando as “entradas” das árvores de falhas. Cada comporta lógica tem implícita uma operação matemática, e estas podem ser traduzidas, em última análise, por ações de adição ou multiplicação. A expressão é então simplificada o mais possível, através dos postulados da Álgebra Booleana;

- e) Determinam-se a probabilidade de falha de cada componente, ou a probabilidade de ocorrência de cada condição ou evento, presentes na equação simplificada. Esses dados podem ser obtidos de tabelas específicas, dados dos fabricantes, experiência anterior, comparação com equipamentos similares, ou ainda obtidos experimentalmente para o específico sistema em estudo;
- f) As probabilidades são aplicadas à expressão simplificada, calculando-se a probabilidade de ocorrência do evento indesejável investigado.

A AAF não necessariamente precisa ser levada até a análise quantitativa, entretanto, mesmo ao se aplicar o procedimento de simples diagramação da árvore, é possível a obtenção de um grande número de informações e conhecimento muito mais completo do sistema ou situação em estudo, propiciando uma visão bastante clara da questão e das possibilidades imediatas de ação no que se refere à correção e prevenção de condições indesejadas.

O uso da árvore de falhas pode trazer, ainda, outras vantagens e facilidades, quais sejam: a determinação da seqüência mais crítica ou provável de eventos, dentre os ramos da árvore, que levam ao evento topo; a identificação de falhas singulares ou localizadas importantes no processo; o descobrimento de elementos sensores (alternativas de solução) cujo desenvolvimento possa reduzir a probabilidade do contratempo em estudo.

Geralmente, existem certas seqüências de eventos centenas de vezes mais prováveis na ocorrência do evento topo do que outras e, portanto, é relativamente fácil encontrar a principal combinação ou combinações de eventos que precisam ser prevenidas, para que a probabilidade de ocorrência do evento topo diminua.

Além dos aspectos citados, a AAF encontra aplicação para inúmeros outros usos, como: solução de problemas diversos de manutenção, cálculo de confiabilidade, investigação

de acidentes, decisões administrativas, estimativas de riscos, etc.

Para o desenvolvimento de uma AAF deve-se ter conhecimento de álgebra booleana.

A álgebra booleana foi desenvolvida pelo matemático George Boole para o estudo da lógica. Suas regras e expressões em símbolos matemáticos permitem aclarar e simplificar problemas complexos.

Na matemática temos que um conjunto pode ser representado como uma coleção de elementos, condições ou idéias. Na álgebra booleana a totalidade de um conjunto é representada pelo número 1 (um), e um conjunto vazio é expresso pelo número 0 (zero). Os números 1 e 0 não são valores quantitativos, logo,  $1 + 1$  não é igual a 2.

O sinal  $+$  (soma) é indicativo de união de conjuntos e o sinal  $.$  (multiplicação) indica interseção de conjuntos.

Na teoria dos conjuntos, interseção representa o conjunto de elementos que, simultaneamente, pertencem a dois ou mais conjuntos. União representa o conjunto dos elementos que pertencem, pelo menos, a um destes conjuntos.

$$A . 1 = A$$

$$A . 0 = 0$$

$$A . A = A$$

$$A + 1 = 1$$

$$A + 0 = A$$

$$A + A = A$$

Para efetuar a análise de uma AAF e quais as falhas que realmente deverão ter prioridades em sua prevenção, pode-se apresentar a árvore de uma forma reduzida. Este procedimento é feito da seguinte maneira:

1- Indexar a árvore

Comporta "ou"  $\Rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$

Comporta "e"  $\Rightarrow B_1, B_2, \dots, B_n$

 e   $\Rightarrow X_1, X_2, \dots, X_n$

2- Escrever equações básicas

Comporta "ou"  $\Rightarrow$  soma

Comporta "e"  $\Rightarrow$  multiplicação

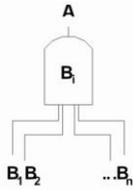
3- Simplificar pela álgebra booleana:

$$X + X = X$$

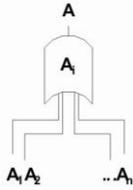
$$1 + X = 1$$

$$X \cdot X = X$$

É apresentada, a seguir, a simbologia utilizada na preparação de uma Análise de Árvore de Falhas. Pode-se dizer que é universal, uma vez que há mínimas diferenças entre os diversos autores.



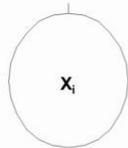
Módulo ou comporta AND (E). Relação lógica onde a saída A existe apenas se todos os  $B_1, B_2, \dots, B_n$  existirem simultaneamente.



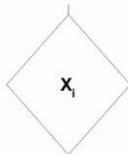
Módulo ou comporta OR (OU). Relação lógica onde a saída A existe, se qualquer dos  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , ou qualquer combinação dos mesmos, existir.



Identificação de um evento particular. Quando contido numa seqüência, usualmente descreve a entrada ou saída de um módulo AND ou OR.



Um evento, usualmente um mau funcionamento, descrito em termos de conjuntos ou componentes específicos. Falha primária de um ramo ou série.



Um evento “não desenvolvido”. Também pode ser usado para indicar maior investigação a ser realizada, quando se puder dispor de informação adicional.

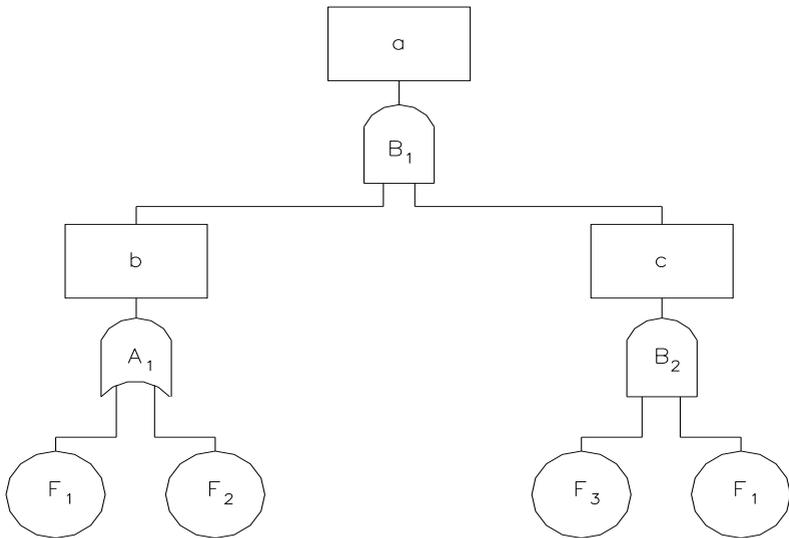


Um símbolo de conexão a outra parte da árvore de falhas, dentro do mesmo ramo mestre. Têm as mesmas funções, seqüências dos eventos e valores numéricos.

### Exercício 1:

Verificar a probabilidade do evento “a” para cada caso abaixo.

a)



$$A = B \cdot C$$

$$B = X_1 + X_2$$

$$C = X_1 \cdot X_3$$

$$A = (X_1 + X_2) \cdot (X_1 \cdot X_3)$$

$$A = X_1 \cdot X_1 \cdot X_3 + X_2 \cdot X_1 \cdot X_3$$

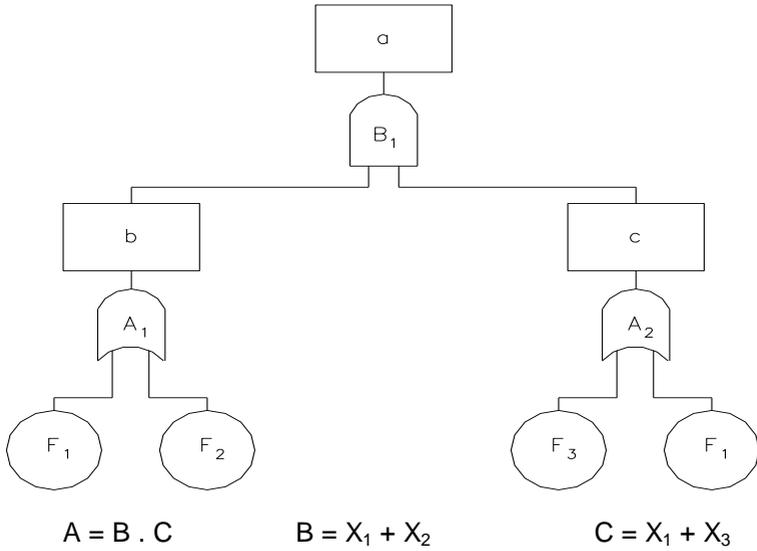
$$A = X_1 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

$$A = X_1 \cdot X_3 (1 + X_2)$$

$$A = X_1 \cdot X_3$$

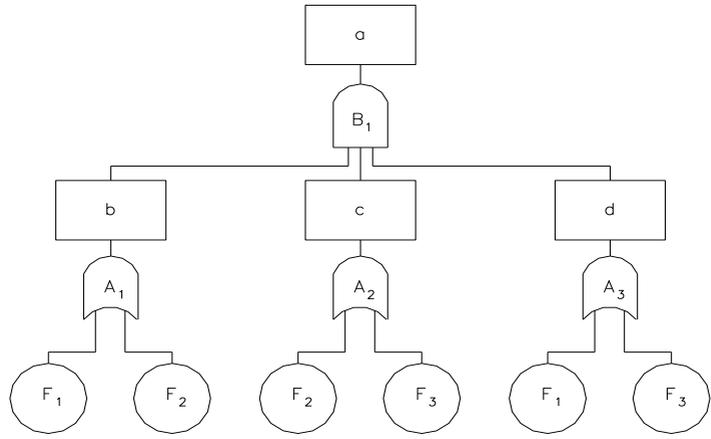
Como é demonstrado, o evento “A” só acontecerá se as falhas  $F_1$  e  $F_3$  acontecerem ao mesmo tempo.

b)



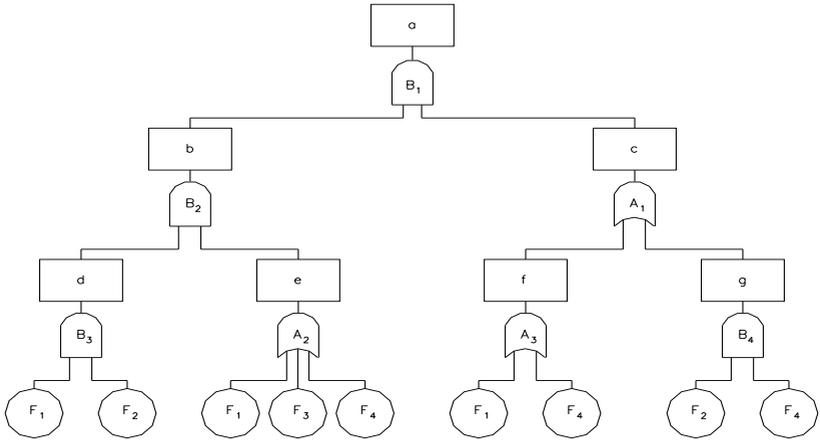
$A = (X_1 + X_2) \cdot (X_1 + X_3)$        $A = X_1 \cdot X_1 + X_1 \cdot X_3 + X_2 \cdot X_1 + X_2 \cdot X_3$   
 $A = X_1 + X_1 \cdot X_3 + X_2 \cdot X_1 + X_2 \cdot X_3$        $A = X_1(1 + X_3 + X_2) + X_2 \cdot X_3$   
 **$A = X_1 + X_2 \cdot X_3$**

c)



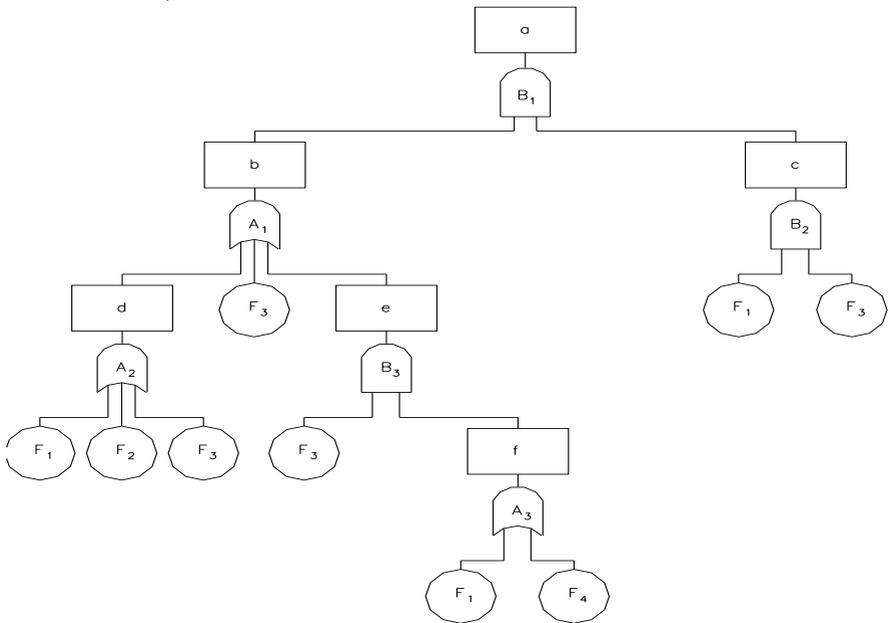
**$A = X_2 \cdot X_1 + X_2 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3$**

d)



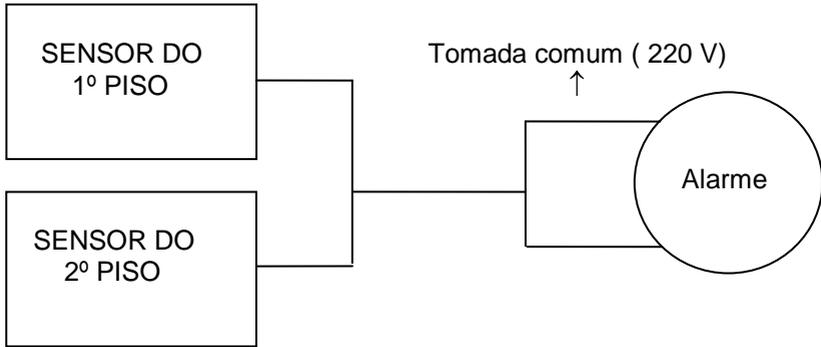
$$A = X_1 \cdot X_2$$

e)



$$A = X_1 \cdot X_3$$

Para a ilustração da AAF, será usado como exemplo um sistema domiciliar de alarme contra fogo.



Como mostrado no diagrama esquemático, existem sensores no primeiro e segundo pisos, com fiação conectada ao alarme, o qual é energizado através da potência doméstica (220V).

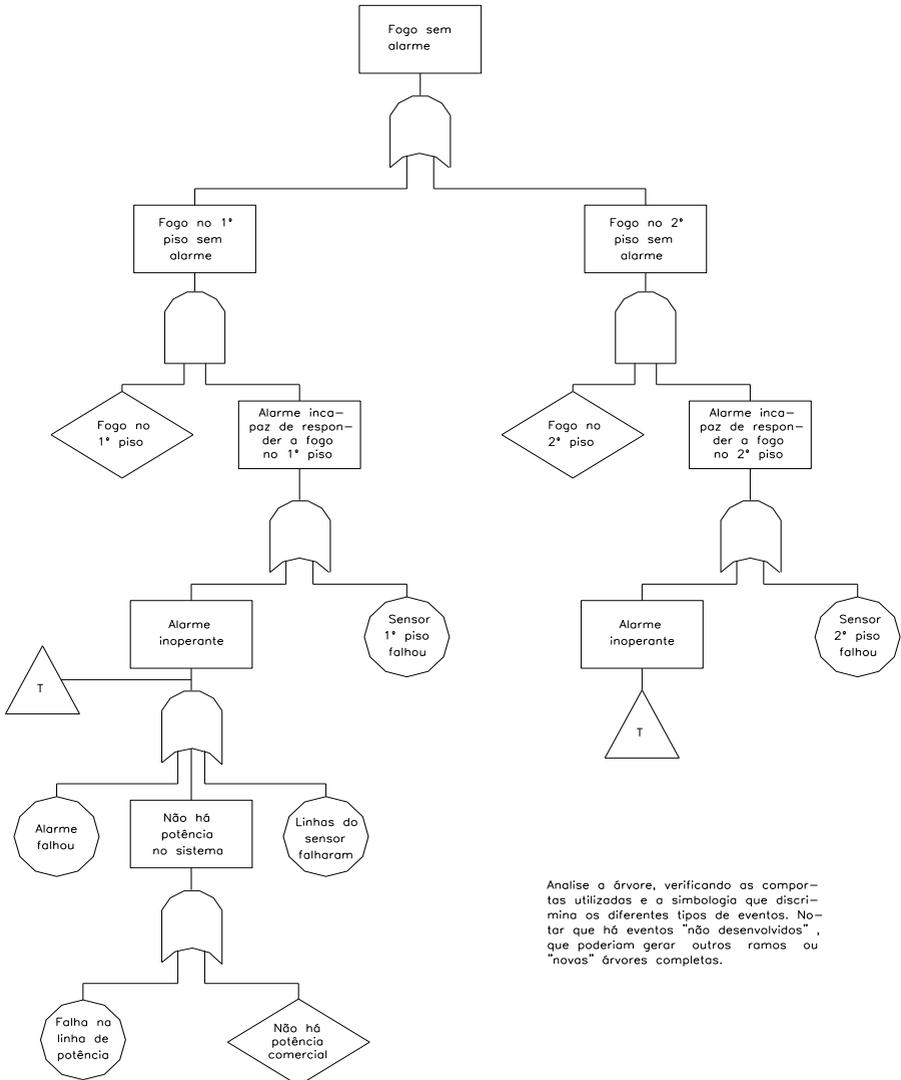
O **evento indesejado** selecionado é : “**um incêndio sem alarme**”.

Examinando a árvore, cujo desenho é mostrado a seguir, vemos que:

- a) O evento poderá sobrevir se houver um incêndio no primeiro piso sem alarme, **ou** um incêndio no segundo piso sem alarme:
- b) Um incêndio no primeiro piso sem alarme significa ter-se um incêndio no primeiro piso **e** o alarme incapaz de responder à existência de fogo.
- c) O alarme poderá falhar em responder ao fogo se o sensor do primeiro piso falhar, **ou** se o alarme estiver inoperante;
- d) O alarme ficará inoperante, se o mesmo falhar, ou seja, se a “cigarra” falhar, **ou** se não houver potência a ele fornecida, **ou** ainda se as linhas do sensor falharem;

- e) Não haverá potência para o alarme, se a linha de potência falhar, **ou** se não houver potência elétrica domiciliar.

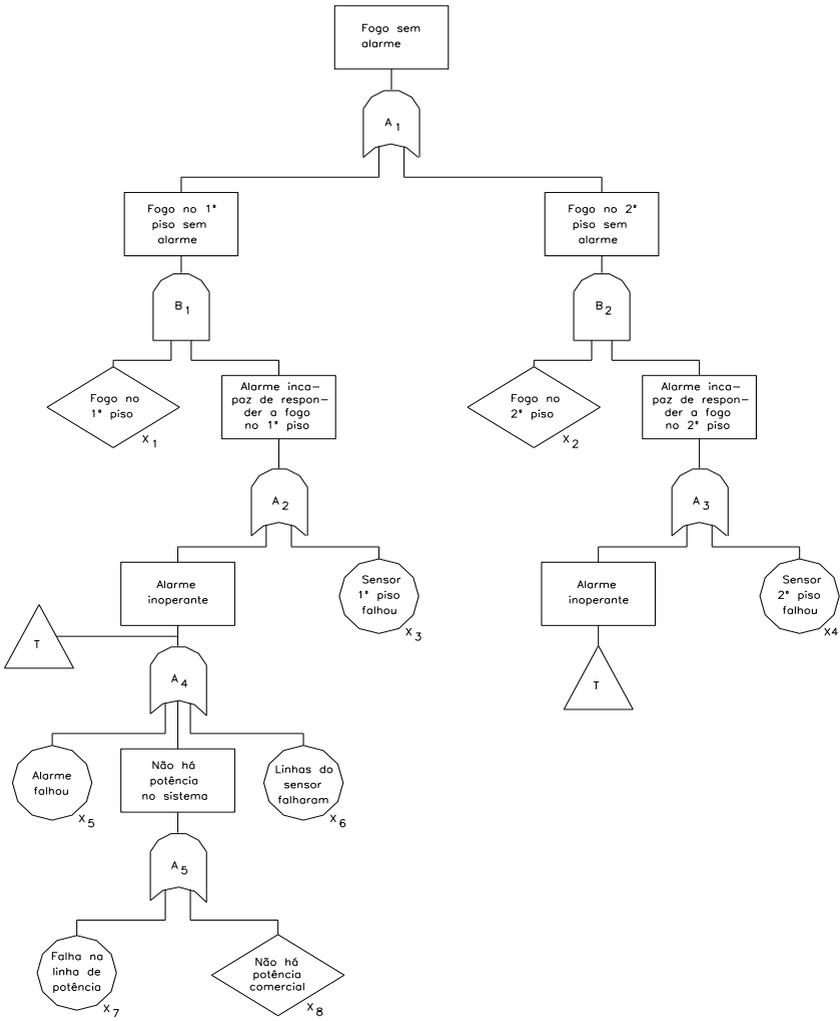
ÁRVORE DE FALHAS PARA SISTEMA DE ALARME DE FOGO DOMICILIAR



Análise a árvore, verificando os comportamentos utilizados e a simbologia que discrimina os diferentes tipos de eventos. Nota-se que há eventos "não desenvolvidos", que poderiam gerar outros ramos ou "novas" árvores completas.

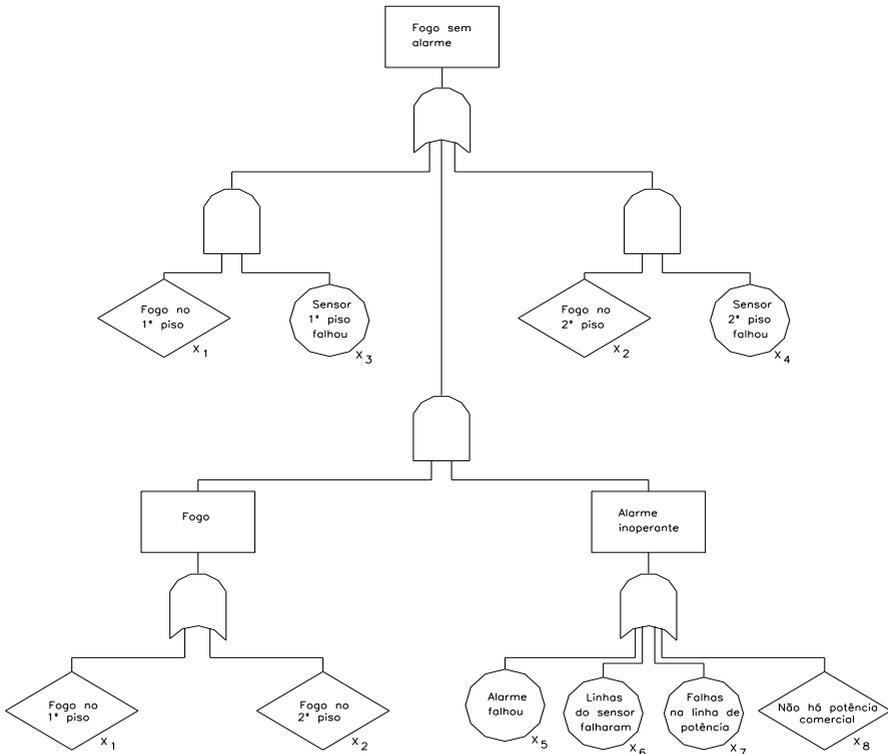
Similarmente, o ramo que envolve o segundo piso pode ser desenvolvido com as mesmas considerações. O símbolo de transferência é então colocado no local apropriado, mostrando que existe uma repetição de condições, a partir do ponto assinalado, análogas as do primeiro piso.

ÁRVORE DE FALHAS PARA SISTEMA DE ALARME DE FOGO DOMICILIAR – NOTAÇÃO



$$\begin{aligned}
 \text{Objetivo} &= A_1 \\
 A_1 &= B_1 + B_2 \\
 B_1 &= X_1 \cdot A_2 \\
 A_2 &= A_4 + X_3 \\
 A_4 &= X_5 + A_5 + X_6 \\
 A_5 &= X_7 + X_8 \\
 B_1 &= X_1 ( X_3 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 ) \\
 B_1 &= X_1 \cdot X_3 + X_1 ( X_5 + X_6 + X_7 + X_8 ) \\
 B_2 &= X_2 ( X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 ) \\
 B_2 &= X_2 \cdot X_4 + X_2 ( X_5 + X_6 + X_7 + X_8 ) \\
 A_1 &= X_1 \cdot X_3 + X_2 \cdot X_4 + [(X_1 + X_2) \cdot ( X_5 + X_6 + X_7 + X_8 )]
 \end{aligned}$$

SISTEMA DE ALARME DE FOGO DOMICILIAR – ÁRVORE SIMPLIFICADA



A partir da equação simplificada, pode-se traçar uma árvore de falhas simplificada, como mostrado no desenho anterior. Se houvessem valores da probabilidade de falhas dos diversos eventos, poderia ser calculada a probabilidade de falha do evento “Fogo sem Alarme”.

## Capítulo XII

---

### 12. CONFIABILIDADE

Certamente que o desejo de se ter produtos que não falham com muita frequência e que possam ser reparados rapidamente em caso de falha não é uma característica exclusiva da sociedade moderna. Registro encontrado no antigo Egito em uma tábua de argila em 429 a.C., e transcrito a seguir, mostra a preocupação já existente com a confiabilidade.

*“No que diz respeito ao conjunto anel de ouro com esmeralda, nós garantimos durante 20 anos que a esmeralda não sairá do anel de ouro. Se a esmeralda sair do anel de ouro antes de 20 anos, nós pagaremos junto ao Bel-Nadin-Shumu a indenização de 10 manas de prata”.*

Com a exceção da probabilidade, todos os demais elementos de confiabilidade são encontrados na citação acima.

O cavaleiro medieval que dependia do desempenho de sua espada para garantir suas propriedades e privilégios devia ficar profundamente desapontado se sua espada nova falhasse (quebrasse ou perdesse o corte) já na primeira batalha. Sem dúvida, a sua expectativa era de que a espada duraria várias batalhas, ou seja, ele esperava não ter que adquirir outra espada senão após um longo período de tempo, mesmo porque, dependendo do tipo e do momento da falha, ele talvez não sobrevivesse para mandar fazer outra espada.

Confiabilidade é um conceito popular que tem sido famoso por muitos anos como um atributo recomendável para uma pessoa ou artefato.

#### 12.1. DEFINIÇÃO

**Confiabilidade (R)** é a probabilidade de um equipamento ou sistema desempenhar satisfatoriamente suas funções específicas, por um período específico de tempo, sob

um dado conjunto de condições de operação. A confiabilidade difere do controle de qualidade no sentido de que este independe do tempo, enquanto que ela é uma medida da qualidade dependente do tempo.

A **probabilidade de falha (Q)**, até certa data  $t$ , é denominada “não confiabilidade”, e é o complemento de **R** (expresso em decimal), isto é:  **$Q = 1 - R$**

Por exemplo:

Se a probabilidade de falha de um sistema é de 5%, ou seja,  $Q = 0,05$ , a probabilidade de não haver falha (confiabilidade) será  $R = 1 - 0,05 = 0,95$  ou 95%.

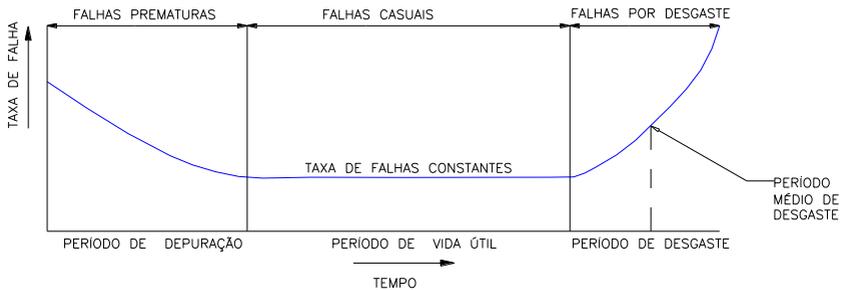
A freqüência com que as falhas ocorrem, num certo intervalo de tempo, é chamada **taxa de falha (  $\lambda$  )**, e é medida pelo número de falhas para cada hora de operação ou número de operações do sistema. Por exemplo: quatro falhas em 1000 horas de operação representam uma taxa de falha de 0,004 por hora. O recíproco da taxa de falha, ou seja,  $1/\lambda$ , denomina-se **tempo médio entre falhas (TMEF)**. No exemplo anterior, TMEF = 250 horas.

As falhas que ocorrem em equipamentos e sistemas são de três tipos:

- a) **Falhas prematuras:** ocorrem durante o período de depuração ou “queima” devido a montagens pobres ou fracas, ou componentes abaixo do padrão, que falham logo depois de postos em funcionamento. Estes componentes vão sendo substituídos gradualmente, verificando-se a diminuição da taxa de falha prematura, até a taxa de falha total atingir um nível praticamente constante. Este nível é atribuído as falhas casuais.
- b) **Falhas casuais:** resultam de causas complexas, incontrolláveis e, algumas vezes, desconhecidas. O período durante o qual as falhas são devidas principalmente a falhas casuais, é a vida útil do componente ou sistema.

- c) **Falhas por desgaste:** iniciam-se quando os componentes tenham ultrapassado seus períodos de vida útil.

Tracemos agora a curva da taxa de falha em função do tempo, de um grande número de componentes similares. Obtemos a chamada “curva da banheira”, que está representada a seguir.



Geralmente, as falhas prematuras não são consideradas na análise de confiabilidade, porque se admite que o equipamento foi “depurado”, e que as peças iniciais defeituosas foram substituídas. Para a maioria dos equipamentos, de qualquer complexidade, 200 horas é um período considerado seguro para que haja a depuração.

## 12.2. CÁLCULO DA CONFIABILIDADE

De acordo com o conceito de taxa de falha constante, durante a vida útil de um grande número de componentes similares, aproximadamente o mesmo número de falhas continuará a ocorrer, em iguais intervalos de tempo, se as peças que falham são repostas continuamente. A expressão matemática indicando a probabilidade (ou confiabilidade) com que os componentes operarão, num sistema de taxa de falha constante, até a data  $t$ , sem falhas, é a **lei exponencial de confiabilidade**, dada por:

$$R = e^{-\lambda t} = e^{-t/T}$$

onde:  $e = 2,718$   
 $t =$  tempo de operação

T= tempo médio entre falhas

$\lambda$  = taxa de falha

A proporção  $t/T$  é de extrema importância: quando  $t = T$  ( seja para 1 minuto, como para 10.000 horas, por exemplo ) a confiabilidade será  $R = e^{-1} = 0,368$  (36,8%).

Para aumentá-la é necessário que a proporção  $t/T$  seja diminuída. Quando o TMEF for aumentado, a taxa de falha (que é o seu recíproco ) será reduzida.

Consideremos, por exemplo:

$$T = 0,25 \times 10^5 \text{ horas} \quad t = 1000 \text{ horas} \quad e = 2,718$$

temos:

$$\lambda = 1/T = 1/ 0,25 \times 10^5 = 4 \times 10^{-5} \text{ falhas por hora}$$

$$\text{Confiabilidade: } R = e^{-\lambda t} = 0,9608 = 96,08 \%$$

$$\text{Probabilidade de falha: } Q = 1 - R = 1 - 0,9608 = 0,0392 = 3,92 \%$$

Se aumentarmos T para  $0,40 \times 10^6$  horas, resulta:

$$R = 0,9975 = 99,75 \%$$

$$Q = 0,0025 = 0,25 \%$$

### Exercícios:

1 - Calcular a confiabilidade de um equipamento que será utilizado durante 100 horas, sabendo-se que o setor de manutenção indicou 4 (quatro) falhas em um período de 1000 horas.

$$\lambda = 4 / 1000 = 0,004 \text{ falhas por hora}$$

$$R = e^{-\lambda t} \quad R = e^{-(0,004 \times 100)}$$

$$R = 2,718^{-0,4} \quad R = 0,67 = 67\%$$

2 – Em uma instalação elétrica de uma oficina contendo 400 lâmpadas, a taxa de falha é de 0,25 por ano. Calcular quantas lâmpadas estarão funcionando ao final de 4 meses, se não houver substituição neste período. Verificar também quantas lâmpadas estarão apagadas ao fim de 1(um) ano se não houver substituição no período.

Primeiramente será calculado o número de lâmpadas acesas ao final de 4 meses:

$$\lambda = 0,25 \text{ por ano}$$

$$t = 4 / 12 = 0,333 \text{ anos}$$

$$R = e^{-\lambda t} \quad R = e^{-(0,25 \times 0,333)}$$

$$R = 2,718^{-0,08325} \quad R = 0,92 = 92\%$$

O número de lâmpadas em funcionamento ao final de 4 meses será de 368 lâmpadas.

O número de lâmpadas apagadas ao final de 1 ano será:

$$\lambda = 0,25 \text{ por ano}$$

$$t = 1 \text{ ano}$$

$$R = e^{-\lambda t} \quad R = e^{-(0,25 \times 1)}$$

$$R = 2,718^{-0,25} \quad R = 0,7788 = 77,88\%$$

O número de lâmpadas em funcionamento ao final de 1 ano será de 311 lâmpadas e conseqüentemente, existirão 89 lâmpadas queimadas.

### 12.3. SISTEMA DE COMPONENTES EM SÉRIE

Consideremos agora um equipamento ou sistema composto de  $n$  componentes em série, ou seja, a falha de qualquer um dos componentes significa a quebra do equipamento ou sistema. Admitamos que a falha de um componente seja independente da falha de qualquer outro.

Sejam:  $r_i$  (  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) as funções de confiabilidade dos componentes e,  $R$  a função de confiabilidade do equipamento.

$$R = r_1 \times r_2 \times r_3 \times r_4 \times \dots \times r_n$$

Esta expressão é chamada **Lei do produto de confiabilidade**.

Vejamos a seguir, através de um exemplo, o efeito da Lei do produto.

Seja um sistema de 5 componentes em série, e cada um deles com confiabilidade de 90% (  $r = 0,90$  ). A confiabilidade total desse sistema será:

$$R = 0,90^5 = 0,59 \text{ ( 59 \% )}$$

Um outro sistema, de 25 componentes em série, e cada componente também com confiabilidade igual a 90 % teria uma confiabilidade total de apenas 7 %, pois  $R=0,90^{25}=0,07$ .

Em resumo, a confiabilidade de um sistema depende das confiabilidades individuais de seus componentes. Um exemplo bem conhecido é de um veículo com 4 rodas. O veículo (sistema) só funcionará adequadamente se os 4 pneus estiverem intactos, isto é, se um pneu sofrer um problema, todo o sistema será comprometido. Se a operação de um sistema requer que todos os componentes funcionem satisfatoriamente ao mesmo tempo, temos um sistema em série. Nesse sistema, a confiabilidade total é igual ao produto das confiabilidades individuais dos componentes.

#### 12.4. SISTEMA DE REDUNDÂNCIA PARALELA

Redundância é a existência de mais de um meio de execução de uma determinada tarefa. De modo geral, todos os meios precisam falhar antes da quebra do sistema. Exemplos típicos podem ser apresentados tais como: aviões com vários motores, os quais podem ainda voar, mesmo que um ou mais motores falharem. Veículos com vários pneumáticos em cada roda, que podem ainda funcionar se um pneu parar de funcionar.

Por exemplo, consideremos um sistema simples de dois componentes em paralelo:

$A_1$  com confiabilidade  $r_1 = 0,90$

$A_2$  com confiabilidade  $r_2 = 0,80$

As respectivas probabilidades de falha são:

$A_1$  :  $q_1 = 1 - r_1 = 1 - 0,90 = 0,10$

$A_2$  :  $q_2 = 1 - r_2 = 1 - 0,80 = 0,20$

A probabilidade de falha total do sistema será:

$$Q = q_1 \times q_2$$

Portanto,  $Q = 0,02$  e, a confiabilidade total, ou probabilidade de não haver falha, é:

$$R = 1 - Q = 0,98 = 98 \%$$

### Exercício:

Um determinado serviço cujo tempo de duração será de 240 horas, terá a utilização de 2 equipamentos. Calcular a confiabilidade do sistema para operação em série e em paralelo sabendo-se que, de acordo com o serviço de manutenção, os equipamentos já tiveram as seguintes falhas:

- equipamento A – 2 falhas em 1000 horas de operação
- equipamento B – 1 falha em 1000 horas de operação

- 1) Calculam-se inicialmente as confiabilidades dos equipamentos:

$$\lambda_A = 2 / 1000 = 0,002 \text{ falhas por hora}$$

$$R_A = e^{-\lambda t}$$

$$R_A = 2,718^{-0,48}$$

A confiabilidade do equipamento A será de 61,88%.

$$R_A = e^{-(0,002 \times 240)}$$

$$R_A = 0,6188 = 61,88\%$$

$$\lambda_B = 1 / 1000 = 0,001 \text{ falhas por hora}$$

$$R_B = e^{-\lambda t}$$

$$R_B = 2,718^{-0,24}$$

A confiabilidade do equipamento B será de 78,66%.

$$R_B = e^{-(0,001 \times 240)}$$

$$R_B = 0,7866 = 78,66\%$$

- 2) Em seguida são calculadas as confiabilidades dos sistemas.

- 2.1) Sistema em série

$$R = R_A \times R_B \quad R = 0,6188 \times 0,7866 = 0,4867$$

A confiabilidade para o sistema em série será de 48,67%.

- 2.2) Sistema em paralelo

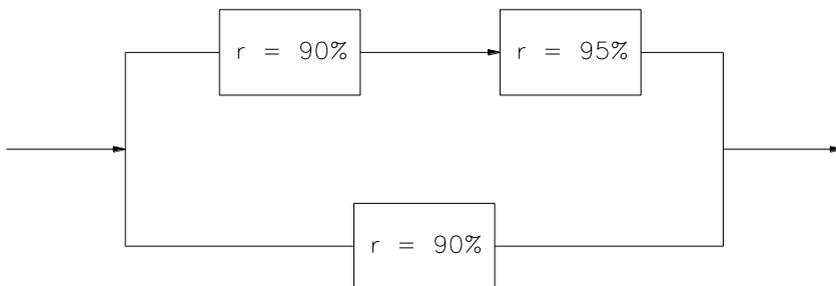
$$Q = Q_A \times Q_B \quad Q = 0,3812 \times 0,2134$$

$$Q = 0,0813$$

A probabilidade de falha do sistema é de 8,13%, logo a confiabilidade será de 91,87%.

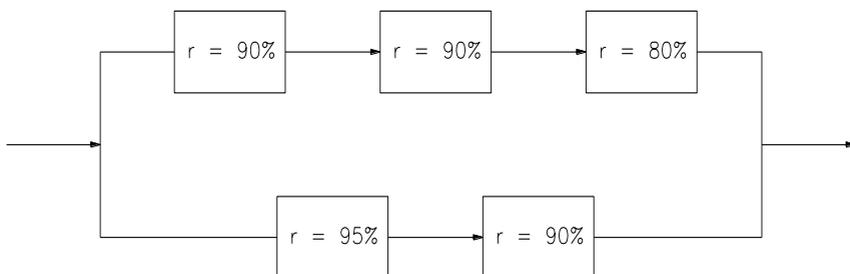
1. Calcular a confiabilidade para os sistemas indicados a seguir:

a)



A confiabilidade será de 98,55%

b)



A confiabilidade será de 94,90%

## 12.5. MELHORIA DA CONFIABILIDADE

A melhoria da confiabilidade de um sistema, a partir de um componente, pode ser conseguida:

- a) Agindo no componente
  - Refazer o projeto / troca de marca
  - Melhorar o controle de qualidade na manufatura
  
- b) Agindo no sistema
  - Redundância: é a existência de um componente reserva idêntico (ex: estepe no carro, botão no paletó).
  - Diversidade: é a existência de um componente similar para a função (ex: bomba para combate a incêndio com motor a diesel, lampião a gás ou querosene).
  
- c) Agindo sobre o impacto da falha
  - É utilizada a filosofia *fail safe* (falha segura).
    - Fail safe passiva: desativa o sistema ou leva para uma situação de energia mínima (ex: fusível).
    - Fail safe ativa: mantém a função do sistema em uma situação de segurança (ex: relé de pisca-pisca: falha sempre fechado, isto é, deixa a luz ligada permanente; freio de trem: o ar é para separar a sapata da roda e quando falha, a sapata freia o trem).

Um exemplo de redundância e diversidade no projeto foi o cruzamento do Atlântico, em um barco a remo, por Amyr Klink (10/06/84 – 18/09/84). Alguns dos equipamentos utilizados são listados no quadro a seguir.

<b>SISTEMA</b>	<b>Redundância / Diversidade</b>
Remos	3 pares olímpicos 1 par revestido de epóxi
Âncora	7 ( 25 a 90 cm de diâmetro)
Cabos	60 m x 8 mm ( poliéster) 120 m x 10 mm (nylon) 80 m x 12 mm (polipropileno) 90 m x 4 – 7 mm (nylon)
Tanques de água doce	2 x 60 L 2 x 40 L 1 x 90
Bombas diafragma	3
Painéis solares	2
Baterias	2 seladas 1 chumbo-ácido, com válvula antivazamento
Rádios	1 transceptor SSB 1 receptor 2 VHF portáteis
Sextante	2
Destiladores	1 destilador solar RFD 2 destiladores solares compactos 1 dessalinizador químico

## REFERÊNCIA

BARBOSA FILHO, A. N. *Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2008.

BINDER, M. C. PMIRVAN, Editora. *Árvore de Causas, Método de Investigação de acidentes de Trabalho*. Editora Limiar, 1995.

CARNEIRO, T. F. *Programa de Prevenção de Perdas*. Maceió: Igasa Ltda, 1984.

DE CICCO, F. e FANTAZINNI, M. *Técnicas modernas de gerência de riscos*. São Paulo: IBGR, 1985.

DE CICCO, F. e FANTAZINNI, M. *Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas*. São Paulo: Fundacentro, 1988.

FUNDACENTRO. *Introdução à Higiene Ocupacional*, 2001.

JUNIOR, W. P. *Gestão da Segurança e Higiene do Trabalho*. São Paulo: Atlas, 2000.

LOBATO, A.P. *Segurança no Trabalho com Qualidade Total*, São Paulo: Geográfica Editora Ltda.

TAVARES, José da Cunha. *Noções de prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho*. São Paulo: Ed. Senac, 1996.



*José Vieira de Figueiredo Junior* é Engenheiro de Segurança do Trabalho, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutor em Recursos Naturais, Professor do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte-IFRN.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte iniciou em 1985 suas atividades editoriais com a publicação da Revista da ETRN, que a partir de 1999 se transformou na Revista Holo, em formato impresso e, posteriormente, eletrônico. Em 2004, foi criada a Diretoria de Pesquisa que fundou, em 2005, a editora do IFRN. Nossas publicações são produtos das pesquisas dos professores e uma contribuição para o desenvolvimento do conhecimento científico e cultural na instituição.

A Editora do IFRN busca consolidar uma política editorial cuja qualidade é prioridade. Na sua função de difusora do conhecimento já contabiliza várias publicações em diversas áreas temáticas.



Atualmente está crescente uma nova visão sobre a prevenção dos acidentes do trabalho. Essa mudança de comportamento dos funcionários no seu ambiente laboral, obedecendo a uma cultura prevencionista, é resposta ao entendimento dos empresários que começaram a perceber que o funcionário afastado pelo acidente do trabalho não prejudica somente a família, como também a produtividade da empresa.

A intenção principal deste livro não é trazer novos conhecimentos sobre o assunto, mas sim compilar ensinamentos de diversas fontes e adicionar alguma experiência profissional. A finalidade, portanto, deste trabalho é apresentar, de forma resumida e integrada, tópicos de gestão de segurança, princípios e ferramentas de segurança que efetivamente funcionam, reduzindo os números de acidentes do trabalho e melhorando a produtividade da economia nacional.