

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**EDEMILSON TEIXEIRA DOS SANTOS**

**CUSTO DA ADEQUAÇÃO À NR-12 EM UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE COM  
OS GASTOS COM POSSÍVEIS ACIDENTES PELA FALTA DE ADEQUAÇÃO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2014**

**EDEMILSON TEIXEIRA DOS SANTOS**

**CUSTO DA ADEQUAÇÃO À NR-12 EM UMA EMPRESA DE MÉDIO PORTE COM  
OS GASTOS COM POSSÍVEIS ACIDENTES PELA FALTA DE ADEQUAÇÃO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai.

**CURITIBA**

**2014**

**EDEMILSON TEIXEIRA DOS SANTOS**

**CUSTO DA ADEQUAÇÃO À NR-12 EM UMA EMPRESA DE MÉDIO  
PORTE COM OS GASTOS COM POSSÍVEIS ACIDENTES PELA  
FALTA DE ADEQUAÇÃO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

*Dedico este trabalho em especial para minha esposa Marília e a meus filhos Matheus e Carla, para que este trabalho sirva de exemplo e incentivo a não desistir nunca perante as adversidades e dificuldades da vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram e me incentivaram a volta aos trabalhos acadêmicos, embora depois de algum tempo.

A minha família, por todo o apoio, paciência e sempre com o entendimento necessário para não dificultar nesta jornada.

Aos professores, pela troca de experiências durante as aulas e muita vontade em ensinar, e ao meu orientador, o Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, pelo conhecimento e sugestões e muita paciência nas orientações que realizou comigo.

## RESUMO

Com o aumento significativo da industrialização no Brasil, e como consequência o aumento dos acidentes de trabalho, os órgãos vigentes no país adotam muitas normas regulamentadoras com o objetivo de diminuir a quantidade de acidentes, principalmente nas indústrias. Para a adequação destas normas, a maioria das indústrias, por entenderem como gastos e não investimentos, não fazem a adequação correta em suas máquinas, causando riscos, acidentes e até óbitos ao operador. Este trabalho teve como objetivo a adequação de um centro de usinagem de uma empresa montadora de máquinas de médio porte, dentro da norma regulamentadora NR-12, realizando o estudo do investimento, através de orçamentos, sendo o primeiro com equipamentos de alta tecnologia, como Controladores Lógicos Programáveis e o segundo orçamento com tecnologia média, como Relés de Segurança, mas dentro da norma vigente no País. O método realizado foi o levantamento do custo de um acidente no centro de usinagem desta empresa, o impacto na produção e na sociedade, bem como os gastos com médicos na recuperação do funcionário e de advogados para representar a empresa perante processos judiciais. Como resultado desta pesquisa, verificou-se a diferença elevada de um custo de um acidente em relação ao investimento para adequação desta máquina. Custos esses, que podendo ser evitado, poderá ser investido na adequação de todo o restante do parque fabril desta empresa, pois o equipamento com custo mais elevado é o centro de usinagem.

**Palavras-chave:** NR-12. Custo de investimento de adequação. Custo acidentes

## ABSTRACT

With the significant increase of industrialization in Brazil, and as a consequence the increase in accidents, the existing agencies in the country have adopted many regulatory standards to help reduce the amount of accidents, especially in industries. To the adequacy of these standards, most industries, understanding and not spending as investment do not make any adjustment on their machines, causing risks, accidents and even death to the operator. This work aims suitability of a machining center an automaker company midsize machines, within the regulatory standard NR-12, making the study of investment, through two budgets, the first with high-tech equipment such as logic controllers programmable and the second with an average technology budget as safety relays, within the current regulations in the country. Raising the cost of an accident in the center of this machining company, the impact on production and in society was held, as well as spending on physicians in recovery officials and attorneys to represent the company with lawsuits. With this research, there is also a high difference of the cost of an accident in relation to the suitability of this investment for the machine. Those costs that can be avoided may be invested in the adequacy of the rest of the factory of this company, because the equipment with higher cost is the machining center.

**Keywords:** NR-12. Cost investment suitability. cost accidents

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Número total de acidentes de trabalho .....	23
Quadro 02 – Distâncias mínimas e largura máxima abertura de telas .....	49
Quadro 03 Critério de severidade.....	57
Quadro 04 – Critério de ocorrências.....	58
Quadro 05 – Critério de detecção.....	59
Quadro 06 – 1º orçamento do centro de usinagem.....	80
Quadro 07 – 2º orçamento do centro de usinagem.....	81
Quadro 08 – Custos totais de acidentes.....	86
Quadro 09 – FMEA do Centro de Usinagem.....	91

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Número total de acidentes de trabalho no período.....	22
Figura 02 – Acidentes de trabalho registrados em 2011.....	23
Figura 03 – Teoria de Heinrich (Estado normal).....	29
Figura 04 - Teoria de Heinrich (Estado de tombamento, acidente) .....	29
Figura 05 – Teoria de Heinrich (eliminação de uma causa do acidente).....	30
Figura 06 – Fluxograma análise de risco de equipamento e perigo.....	42
Figura 07 - Fluxograma da estimacão do risco.....	45
Figura 08 – Fluxograma análise avaliação do risco conforme norma.....	46
Figura 09 – Fluxograma de análise do risco .....	48
Figura 10 – Diagrama de blocos de um CLP.....	51
Figura 11 – Controlador lógico programável RS Logix 500.....	52
Figura 12 – Bloco de conexão armorblock.....	53
Figura 13 – Bloco de conexão armorblock.....	53
Figura 14 – Arquitetura de ligações do CLP.....	54
Figura 15 – Ciclo de vida de um projeto de segurança.....	65
Figura 16 – Fluxograma de análise de equipamento e característica.....	66
Figura 17 – Centro de usinagem com chassi.....	67

Figura 18 – Fluxograma de um acidente de trabalho.....	71
Figura 19 – Foto da adequação do centro de usinagem.....	72
Figura 20 – Tela de proteção no centro de usinagem.....	73
Figura 21 – Tela de proteção no ferramental do centro de usinagem.....	74
Figura 22 – Distância entre áreas da tela proteção no centro de usinagem.....	74
Figura 23 – Portão com sensor para desligamento automático.....	75
Figura 24 – Detalhe do sensor de segurança na porta do equipamento.....	76
Figura 25 – Portão de ferramentas com sensor para desligamento automático.....	76
Figura 26 – Cortina de luz instalada no centro de usinagem.....	77
Figura 27 – Relé de segurança de entrada Guardemaster SI.....	79
Figura 28 – Comparativo entre custo do acidente e orçamento de adequação.....	88
Figura 29 – Comparativo percentual de custo acidente e orçamento adequação.....	88

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

<b>ABNT –</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>CAT -</b>	Comunicação de Acidente do Trabalho
<b>CLP -</b>	Controlador Lógico Programável
<b>CNIS –</b>	Cadastro Nacional de Informações Sociais
<b>CNAE –</b>	Classificação Nacional de Atividade Econômica
<b>CLT –</b>	Consolidação de Leis do Trabalho
<b>CRFB –</b>	Constituição da República Federativa do Brasil
<b>DORT –</b>	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
<b>EPI`s –</b>	Equipamentos de Proteções Individuais
<b>EPC`s –</b>	Equipamentos de Proteções Coletivas
<b>E/S -</b>	Entradas e Saídas de um cartão de um CLP
<b>FAP -</b>	Fator Acidentário Previdenciário
<b>IHM –</b>	Interface Homem Máquina
<b>LER –</b>	Lesões Por Esforço Repetitivo
<b>MPAS -</b>	Ministério da Previdência e Assistência Social
<b>MTPS –</b>	Ministério do trabalho e Previdência Social
<b>MTE -</b>	Ministério do Trabalho e Emprego
<b>NBR –</b>	Norma Brasileira
<b>OIT –</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>SST –</b>	Segurança e Saúde no Trabalho
<b>SAT -</b>	Seguro de Acidente do Trabalho
<b>TST –</b>	Tribunal Superior do Trabalho

## Conteúdo

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1.1 OBJETIVO</b> .....	14
1.1.1 Objetivos Gerais .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 Justificativas .....	15
<b>2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA</b> .....	16
2.1 A Produção Industrial.....	16
2.2 Perigo e Risco .....	17
2.3 O Acidente de Trabalho.....	17
2.3.1 Doença Profissional .....	20
2.3.2 Doença do Trabalho.....	20
2.4 Estatísticas de Acidente de Trabalho no Brasil.....	21
2.5 Indicadores de Acidente de Trabalho.....	24
2.5.1 Fatores de Acidente .....	25
2.5.1.1 Agente de Lesão .....	25
2.5.1.2 Condição Insegura.....	26
2.5.1.3 Ato Inseguro.....	26
2.6 Teoria de Heinrich .....	27
2.7 Causas de Acidentes .....	31
2.8 Taxa de Incidência de Acidentes de Trabalho .....	32
2.8.1 Fórmula da taxa de Incidência de Acidentes de Trabalho.....	33
2.8.2 Fórmula da taxa de Incidência de específica para doenças do trabalho .....	33
2.8.3 Fórmula da taxa Incidência específica para acidentes do trabalho típicos.....	34
2.8.4 Fórmula da taxa de incidência específica para incapacidade temporária.....	34
2.8.5 Fórmula da taxa de mortalidade .....	35
2.8.6 Fórmula da taxa de Letalidade.....	35
2.8.7 Fórmula taxa acidentalidade proporcional faixa etária 16 a 34 anos.....	36
2.9 Custos do Acidente .....	36
2.9.1 Custo Direto.....	37
2.9.2 Custo Indireto.....	37
2.10 Custo e Investimento para Prevenção de Acidente.....	38
2.11 A Norma Regulamentadora 12.....	39
2.12 O Fluxo da Análise e Identificação do Perigo .....	42

2.12.1 Identificação do Perigo do Centro de Usinagem.....	43
2.13 Fluxograma da Análise de Estimação de Risco .....	45
2.14 Avaliação dos Riscos.....	47
2.14.1 Fluxograma da Avaliação do Risco .....	48
2.15 Adequações do Centro de Usinagem .....	49
2.15.1 Adequação com Sistema de Programação.....	50
2.16 Descrições do Material Utilizado .....	55
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>60</b>
3.1 Objetivo da Atualização da Norma Regulamentadora.....	60
3.2 Adequação do Centro de Usinagem Conforme NR-12 .....	62
3.3 Projeto de Adequação Conforme Norma .....	63
3.4 Adequação do Centro de Usinagem.....	64
3.4.1 Análise do Risco do Centro de Usinagem.....	64
3.5 Características e Limite do Centro de Usinagem .....	67
3.5.1 Estimativa do Risco no Centro de Usinagem.....	69
3.6 Custo de um Acidente na Indústria .....	70
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>72</b>
4.1 Orçamentos da adequação .....	78
4.2 Simulação do custo do Acidente no Centro de Usinagem.....	82
4.2.1 Consequência do Acidente .....	82
4.2.2 Dados Produtivos .....	82
4.2.3 Dados Operacionais.....	82
4.2.4 Custos de Produção Referente à Máquina Parada .....	83
4.2.5 Custos Salariais .....	84
4.2.6 Custos Médicos .....	84
4.2.7 Custos com Processo Cível.....	85
4.2.8 Custos Totais do Acidente .....	86
4.3 Ferramenta FMEA .....	90
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>94</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na indústria de manufatura em geral, o índice de acidentes é bem menor que o da área de montagem e de construção civil, índices estes contestáveis, pois muitas vezes têm-se empresas que não relatam acidentes por medo de fiscalização por órgãos competentes.

Tem-se também outro fator que influencia muito, que seria o do grau de instrução dos funcionários, que nas indústrias são relativamente superiores que na construção civil.

Outro fator que também se deve levar em consideração seria a remuneração e também as condições e ambiente de trabalho que o funcionário se encontra, condições e investimentos da empresa responsável com a qualidade dos EPI's e EPC's e sua obrigatoriedade de uso.

As condições de trabalho no Brasil não possuem bons índices de desempenho, segundo Faleiros (1982); No Brasil, saúde, condições de trabalho e acidentes são preocupações dos trabalhadores desde o início do processo de industrialização. Neste período - que tem muita semelhança com o ocorrido na Europa - verifica-se as péssimas condições de trabalho, com jornadas prolongadas, baixos salários, emprego de crianças e alto índice de acidentes do trabalho.

Segundo Marx (1980) apud Vilela (1998), No final do século XIX Marx já diagnosticava que, nas fábricas que surgem, os trabalhadores se transformam em um complemento vivo de um mecanismo morto. Desde aquele tempo, quando ocorre a Revolução Industrial na Europa, o trabalho na fábrica exaure os nervos ao extremo, suprime o jogo variado dos músculos, e confisca toda a atividade livre, física e espiritual do trabalhador. "A máquina ao invés de libertar o trabalhador do trabalho, despoja o trabalho de todo interesse". Na produção capitalista ocorre o fenômeno de subjugação do homem ao maquinário.

Em análise dos acidentes nas indústrias, segundo Faleiros (1992), a questão dos acidentes com máquina ganha relevância e é objeto de preocupação dos órgãos públicos. Segundo este levantamento, de 1912 a 1917 ocorrem 11.895 acidentes sendo 76% considerados leves, 22,2% graves e 1,1% fatais, e quanto à localização, é observado que a maioria dos acidentes de trabalho ocorre nas fábricas, oficinas,

depósitos e casas comerciais, que respondem por 41,1% dos locais dos acidentes, sendo que os operários representam a maior parcela dos atingidos: 16%. As causas apuradas por este levantamento mostram que as máquinas são responsáveis por 26,3% (435 trabalhadores atingidos).

## **1.1 OBJETIVO**

### **1.1.1 Objetivos Gerais**

Esta monografia tem como objetivo a comparação do investimento necessário para adequação quanto a NR-12 de um centro de usinagem, dentro de uma empresa de médio porte, com os gastos com possíveis acidentes pela falta de adequação.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Adequação de um centro de usinagem de uma Empresa montadora de máquinas de médio porte, dentro da norma regulamentadora NR-12, analisando a comparação do custo entre as duas adequações, sendo que na primeira adequação é realizado um orçamento com materiais de alta tecnologia, com um custo elevado e o segundo orçamento, com média tecnologia, com custo um pouco menor, mas dentro das normas e segurança compatível com o sistema.
- Verificação do custo do acidente pela falta de adequação, comparando com o investimento e o impacto do acidente para a empresa e a sociedade, pois geralmente as empresas não investem na adequação, desconhecendo o real custo do acidente e o impacto que pode gerar na sociedade.

## 1.2 Justificativas

Com as constantes mudanças que tem vivido atualmente, e com um número cada vez maior de concorrentes, as empresas precisam cada vez mais de um diferencial que melhore sua concorrência. Para isso, uma empresa que obtenha o menor número de acidentes, ou tenha parâmetros corretamente ecológico ou com bons fatores ambientais, servem de um grande diferencial para melhorar sua concorrência.

Buscando esses diferenciais, as empresas estão cada vez mais à procura de se resguardar contra possíveis acidentes que possam ocorrer, para que sua imagem não seja marcada perante a sociedade.

Uma das maneiras encontradas pelos empresários é um investimento pesado na segurança da empresa, adequando a todas as normas vigentes no país, não deixando nenhum ponto descoberto que possa gerar um acidente.

As empresas estão passando a controlar os quase acidentes e até incidentes com danos materiais, para conseguir diminuir a probabilidade de um acidente.

Verifica-se que muitos empresários zelam também pela marca de sua empresa e de seu produto, pois em caso de um acidente grave, com impacto na mídia, tem-se uma redução de investidores e como consequência, uma perda inestimável de lucros e redução de produção.

Com isso, perante o prejuízo não só financeiro de um acidente, mas moral e de comprometimento irreparável em sua marca, os empresários optam por investir cada vez mais em adequações das normas e das máquinas e equipamentos de uso dos funcionários para evitar acidentes.

## **2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA**

### **2.1 A Produção Industrial**

Na área de manufatura, o ritmo de produção continua cada vez mais acelerado, culpa de uma concorrência cada vez mais acirrada, muitas vezes desleal e desnecessária para o ser humano, que muitas vezes sem experiência na tarefa que desempenha, sofre acidentes graves e lesões irreversíveis.

Segundo Martins (2010) uma empresa que tem controle dos seus custos e despesas, consegue conhecer a realidade, compará-la com o que deveria ser e tomar conhecimento rápido das divergências e suas origens e tomar atitudes para sua correção, verificar se estão dentro do que era esperado, analisar as divergências e tomar medidas de correção de tais desvios.

Infelizmente sabe-se que, conforme Martins (2010), a questão acima não se traduz como a realidade, pois a maioria das empresas simplesmente ignora as normas e legislações, imaginando ser um custo, que na realidade é um investimento por longo prazo, que pode ter custos irreparáveis no futuro pela falta deste investimento.

Segundo Vilela (1998), uma análise do ciclo de vida das máquinas no Brasil pode comprovar que são concebidas na fase de projeto sem uma preocupação como ser humano que irá operar estes equipamentos, são vendidas para o mercado desprovidas de dispositivos mínimos de segurança, é colocado em uso nestas condições. Após a ocorrência de acidentes e mutilações, a depender do nível de organização dos trabalhadores, pode vir a ser objeto de alguma adaptação com instalação de dispositivos de segurança.

Quando isso ocorre, segundo o MTE (Brasil 2010), geralmente a empresa começa o investimento para adequação de sua empresa perante as normas vigente, como NR-12, NR-10 e outras, mas com um diferencial de que além do custo do investimento destas adequações, a empresa despendeu o custo com o acidente do funcionário, custo este bastante elevado e muitas vezes irreparável.

## **2.2 Perigo e Risco**

Muita polêmica existe entre saber distinguir o risco de um perigo. Muitos autores comentam a diferença de forma natural, mas os principais envolvidos, que seriam os trabalhadores, muitas vezes não sabem desta diferença.

Conforme Sanders (1993), risco é a probabilidade ou chance de lesão ou morte, e perigo é uma condição ou um conjunto de circunstâncias que têm o potencial de causar ou contribuir para uma lesão ou morte.

Para uma melhor compreensão, segundo Sanders (1993) e para facilitar o entendimento, risco seria a situação em que se encontra, sob a ameaça, a existência ou a integridade de uma pessoa, um animal, um objeto e outros, e risco seria a probabilidade de perigo, que gera com ameaça física para o homem e/ou para o meio ambiente.

## **2.3 O Acidente de Trabalho**

Segundo Gonçalves (2000), acidente de trabalho classifica como um evento não programado que ocorre a serviço da empresa e têm como resultantes lesões aos trabalhadores com perda parcial ou permanente da capacidade para o trabalho.

O artigo 19 da Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991 conceitua como acidente de trabalho aquele que ocorre no exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause morte, perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho, seja ela causada por acidente típico ou doenças ocupacionais.

Conforme comenta Bedrikow, Baumecker e Buschinelli (1996), eles destacam que os riscos de ocorrência de acidentes típicos e doenças ocupacionais variam para cada ramo de atividade econômica, em função de tecnologias utilizadas, condições de trabalho, características da mão de obra empregada e medidas de segurança adotadas, dentre outros fatores.

Segundo Bedrikow (1996), não é difícil de comparar a qualidade de serviço de um funcionário da construção civil, muitas vezes com a precariedade dos EPI's e EPC's, em um canteiro de obras com poucas condições de trabalho e com uma

tarefa pesada e penosa durante praticamente nove a doze horas por dia. Em contrapartida, tem-se funcionários que trabalham em indústrias, com uma jornada de trabalho de no máximo oito horas, com um ambiente de trabalho melhor, com maior ganho financeiro e uma qualidade de vida melhor.

Segundo a Previdência Social (2012), ocorrido um acidente de trabalho, as suas consequências podem ser categorizadas em:

- Simples Assistência Médica - O segurado recebe atendimento médico e retorna imediatamente as suas atividades profissionais;
- Incapacidade Temporária - O segurado fica afastado do trabalho por um período, até que esteja apto para retomar sua atividade profissional.

Para a Previdência Social (2012), é importante dividir esse período em inferior a quinze dias e superior a quinze dias, uma vez que, no segundo caso, é gerado um benefício pecuniário, o auxílio-doença ou auxílio-acidente;

- Incapacidade Permanente - O segurado fica incapacitado para a atividade profissional que exercia a época do acidente. A incapacidade permanente pode ser total ou parcial. No primeiro caso o segurado fica impossibilitado de exercer qualquer tipo de trabalho e passa a receber uma aposentadoria por invalidez. No segundo caso o segurado recebe uma indenização pela incapacidade sofrida (auxílio-acidente, pago mensalmente e incorporado à aposentadoria futura), embora considerado apto para o desenvolvimento de outra atividade profissional.
- Óbito - pelo falecimento do segurado em decorrência do acidente do trabalho será concedida uma pensão, caso haja dependentes.

Sabe-se que durante a Revolução Industrial, segundo Marx (1980), iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII, houve um aumento notável do número de agravos relacionados ao trabalho. Isso decorreu do uso crescente de máquinas, do acúmulo de operários em locais confinados, das longas jornadas laborais, da utilização de crianças nas atividades industriais, das péssimas condições de

salubridade nos ambientes fabris, entre outras razões. Embora o assalariamento tenha existido desde o mundo antigo, sua transformação em principal forma de inserção no processo produtivo somente ocorreu com a industrialização.

Segundo fontes do IPEA (2011), com o passar dos tempos, teve também no Brasil problemas relacionados ao trabalho, e para isso houve a criação da Organização Internacional do Trabalho (OIT), em 1919, logo após o final da Primeira Grande Guerra, mudou acentuadamente o ritmo e o enfoque das normas e práticas de proteção à saúde dos trabalhadores, sendo atualmente a grande referência internacional sobre o assunto.

No Brasil, conforme Iglésias (1981), o fenômeno ocorreu, embora de forma mais tardia em relação aos países de economia central. Durante o período colonial e imperial (1500-1889), a maior parte do trabalho braçal era realizada por escravos (índios e negros) e homens livres pobres. A preocupação com suas condições de segurança e saúde no trabalho era pequena e essencialmente privada.

O desenvolvimento de uma legislação de proteção aos trabalhadores, segundo Iglésias (1981), surgiu com o processo de industrialização, durante a República Velha (1889-1930). Inicialmente esparsa, a legislação trabalhista foi ampliada no Governo Vargas (1930-1945) com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), instituída pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943 (BRASIL, 1943).

Conforme comentário de Munakata (1984), dentro da linha autoritária, com tendências fascistas, que então detinha o poder, essa legislação buscou manter as demandas sociais e trabalhistas sob o controle do Estado, inclusive com a criação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, em 26 de novembro de 1930. Boa parte dessa legislação original foi modificada posteriormente, inclusive pela Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB), de 10 de outubro de 1988 (BRASIL, 1988). Porém, muitos dos seus princípios e instituições continuam em vigor, tais como os conceitos de empregador e empregado, as características do vínculo empregatício e do contrato de trabalho, a Justiça do Trabalho e o Ministério Público do Trabalho, a unicidade e a contribuição sindical obrigatória, entre outros. A fiscalização do trabalho, então formalmente instituída, só passou a ter ação realmente efetiva alguns anos depois.

Do ponto de vista do TST (2013), Conforme dispõe o art. 19 da Lei nº 8.213/91:

*"acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho".*

Ao lado da conceituação acima, de acidente de trabalho típico, por expressa determinação legal, as doenças profissionais e/ou ocupacionais equiparam-se a acidentes de trabalho. Os incisos do art. 20 da Lei nº 8.213/91 as conceitua:

### **2.3.1 Doença Profissional**

Entendida, produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social. MTPS (Brasil 2013).

### **2.3.2 Doença do Trabalho**

Assim entendida, adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada na lei abaixo, segundo o MTPS (Brasil 2013).

Como se revela inviável listar todas as hipóteses dessas doenças, o § 2º do mencionado artigo da Lei nº 8.213/91 estabelece que *em caso excepcional, constatando-se que a doença não incluída na relação prevista nos incisos deste artigo resultou das condições especiais em que o trabalho é executado e com ele se relaciona diretamente, a Previdência Social deve considerá-la acidente do trabalho.*

O art. 21 da Lei nº 8.213/91 equipara ainda a acidente de trabalho:

Esses acidentes, segundo o MTPS (Brasil 2013) não causam repercussões apenas de ordem jurídica. Nos acidentes menos graves, em que o empregado tenha que se ausentar por período inferior a quinze dias, o empregador deixa de contar com a mão de obra temporariamente afastada em decorrência do acidente e tem que arcar com os custos econômicos da relação de empregado. O acidente

repercutirá ao empregador também no cálculo do Fator Acidentário de Prevenção - FAP da empresa, nos termos do art. 10 da Lei nº 10.666/2003.

Os acidentes de trabalho, segundo o INSS (Brasil 2013), geram custos também para o Estado. Incumbe ao Instituto Nacional do Seguro Social – INSS administrar a prestação de benefícios, tais como auxílio-doença acidentário, auxílio-acidente, habilitação e reabilitação profissional e pessoal, aposentadoria por invalidez e pensão por morte. Estima-se que a Previdência Social gastou, só em 2010, cerca de 17 bilhões de reais com esses benefícios.

## **2.4 Estatísticas de Acidente de Trabalho no Brasil**

Cerca de 700 mil casos de acidentes de trabalho são registrados em média no Brasil todos os anos, sem contar os casos não notificados oficialmente, de acordo com o Ministério da Previdência (2013). O País gasta cerca de R\$ 70 bilhões esse tipo de acidente anualmente.

Entre as causas desses acidentes, segundo Ministério da Previdência (2013) estão o maquinário velho e desprotegido, tecnologia ultrapassada, mobiliário inadequado, ritmo acelerado, assédio moral, cobrança exagerada e desrespeito a diversos direitos.

Os acidentes mais frequentes, conforme o Ministério da Previdência (2013) são os que causam fraturas, luxações, amputações e outros ferimentos. Muitos causam a morte do trabalhador. A atualização tecnológica constante nas fábricas e a adoção de medidas eficazes de segurança resolveriam grande parte deles.

Na sequência, ainda segundo o Ministério da Previdência (2013), aparecem os casos de lesões por esforço repetitivo e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/Dort), que incluem dores nas costas. A prevenção se dá por correções posturais, adequação do mobiliário e dos instrumentos.

Em terceiro lugar, aparecem os transtornos mentais e comportamentais, como episódios depressivos, estresse e ansiedade. Segundo Remígio Todeschini, diretor do Departamento de Políticas de Saúde e Segurança Ocupacional do Ministério da Previdência Social, esses são os problemas de solução mais complexa.

A aplicação do Fator Acidentário de Prevenção (FAP), segundo o Ministério da Previdência social (2013), obrigou as empresas a pagarem mais impostos sobre a

folha de pagamentos conforme o índice de acidentes de trabalho. Esses recursos servem para financiar o Seguro Acidente de Trabalho (SAT), para custear benefícios ou aposentadorias decorrentes de acidentes de trabalho.

Os dados estatísticos de Acidentes de Trabalho de 2011 divulgados pelo Ministério da Previdência Social indicam, em comparação com os dois anos anteriores, um pequeno aumento no número de acidentes de trabalho registrados. O número total de acidentes de trabalho registrados no Brasil aumentou de 709.474 casos em 2010 para 711.164 em 2011, conforme a figura 01.



Figura 01 - número total de acidentes de trabalho  
Fonte: MPAS (2012)

O número de óbitos, segundo o Ministério da Previdência Social (2013) também registrou aumento: de 2.753 mortes registradas em 2010, o número subiu para 2.884 em 2011. O número de acidentes típicos seguiu a mesma tendência, os quais passaram de 417.167 em 2010 para 423.167 registros em 2011.

Já os dados apurados pelo Ministério da Previdência Social (2013) quanto às doenças ocupacionais registram queda: de 17.177 em 2010 para 15.083 em 2011, conforme Quadro 01.

ANOS	Trabalhadores formais	Acidentes típicos	Acidentes de trajeto	Doenças ocupacionais	Total dos acidentes	Mortes
2007	37.607.430	417.036	79.005	22.374	659.523*	2.845
2008	39.441.566	441.925	88.742	20.356	755.980*	2.817
2009	41.207.546	424.498	90.180	19.570	733.365*	2.560
2010	44.068.355	417.295	95.321	17.177	709.474*	2.753
2011	46.310.631	423.167	100.230	15.083	711.164*	2.884

Quadro 01 – Número total de acidentes de trabalho  
Fonte: MPAS (2011)

Em análise as cinco macrorregiões demográficas, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), a região Sudeste conta com o maior número de acidentes de trabalho, com um total de 387.142 ocorrências, cerca de 70% do total nacional. Em seguida, a região Sul registra 153.329 casos, a região Nordeste 91.725, região Centro-Oeste 47.884 e, por fim, região Norte, com 31.084 acidentes, conforme se verifica na figura 02.

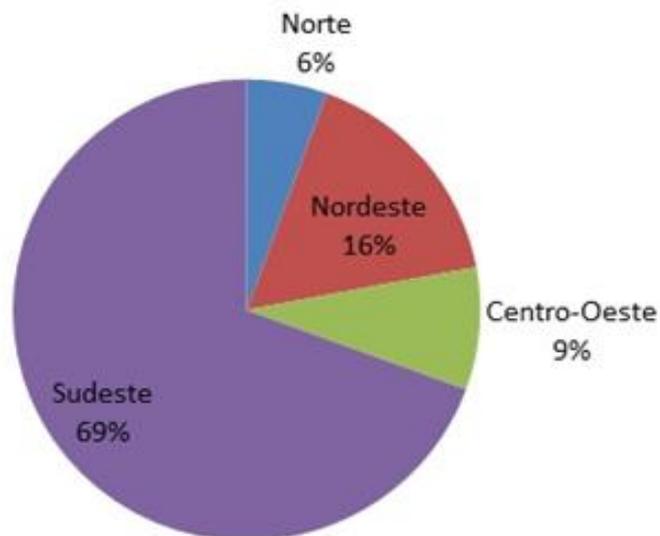


Figura 02 – Acidentes de trabalho registrados por macrorregiões em 2011  
Fonte: MPAS (2011)

Analisando isoladamente os Estados, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), apresentaram-se aumento no número de acidentes de trabalho

somente estados das regiões Norte e Nordeste: Rondônia (de 5.101 em 2009 para 5.280 em 2010), Maranhão (de 5.957 em 2009 para 5.969 em 2010), Piauí (de 3.118 em 2009 para 3.226) Paraíba (de 4.914 em 2009 para 4.957 em 2010), Pernambuco (18.629 em 2009 para 19.936 em 2010), Alagoas (9.065 em 2009 para 9.185 em 2010).

No Nordeste, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), merece destaque a redução do número de acidentes de trabalho na Bahia (26.483 em 2009 para 23.934 em 2010) e no Rio Grande do Norte (de 8.923 em 2009 para 7.023 em 2010).

O Estado de São Paulo, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), registrou uma pequena redução no número de acidentes de trabalho, de 249.289 registros em 2009 para 242.271 em 2010, mas continua sendo o com maior número de registros de acidentes de trabalho.

Quanto aos grupos separados por idade e sexo, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), em todos os grupos houve uma discreta redução nos números de acidentes de trabalho, com exceção na faixa de até dezenove anos, em que houve um pequeno aumento: de 26.336 em 2008 para 22.159 em 2009, subindo novamente para 22.847 em 2010.

Da análise no setor específico da indústria, as atividades de produção de alimentos e bebidas, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), com 59.976 ocorrências, e o da construção civil, com 54.664 registros, se encontram dentre os com maior número absoluto de acidentes de trabalho e 2010.

Quanto ao setor de serviços, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), o segmento do comércio e reparação de veículos automotores registrou o maior número de acidentes de trabalho, com 95.496 ocorrências em 2010, seguido pelo de Saúde e serviços sociais, com 58.252 acidentes de trabalho, e pelo de Transporte, armazenagem e correios, com 51.934 acidentes computados.

## **2.5 Indicadores de Acidente de Trabalho**

Sabe-se que os indicadores de acidentes do trabalho são utilizados para mensurar a exposição dos trabalhadores aos níveis de risco inerentes à atividade econômica, permitindo o acompanhamento das flutuações e tendências históricas

dos acidentes e seus impactos nas empresas e na vida dos trabalhadores. Além disso, fornecem subsídios para o aprofundamento de estudos sobre o tema e permitem o planejamento de ações nas áreas de segurança e saúde do trabalhador.

Os indicadores propostos, segundo o Ministério da Previdência Social (2013), a seguir não esgotam as análises que podem ser feitas a partir dos dados de ocorrências de acidentes, mas são indispensáveis para a determinação de programas de prevenção de acidentes e a consequente melhoria das condições de trabalho no Brasil.

As informações utilizadas na construção dos indicadores foram extraídas do Sistema de Comunicação de Acidente do Trabalho, do Sistema Único de Benefícios, SUB e do Cadastro Nacional de Informações Sociais – CNIS. A partir de 2007 para o cálculo dos indicadores foram utilizados tanto os acidentes com CAT registrada quanto os acidentes sem CAT registrada.

### **2.5.1 Fatores de Acidente**

Para fins de prevenção de acidentes, segundo o CNIS (2013), há cinco tipos de informações de importância fundamental em todos os casos de acidentes. São os chamados fatores de acidentes que se distinguem de todos os demais fatos que descrevem o evento. Eles são: o agente da lesão; a condição insegura; o acidente tipo; o ato inseguro e o fator pessoal inseguro.

#### **2.5.1.1 Agente de Lesão**

Agente da lesão, segundo o CNIS (2013), é aquilo que, em contato com a pessoa determina a lesão. Pode ser, por exemplo, um dos muitos materiais com características agressivas, uma ferramenta, a ponta de uma máquina.

A lesão, segundo o CNIS (2013), e o local da lesão no corpo é o ponto inicial para identificarmos o agente da lesão. Convém observar qual a característica do agente que causou a lesão. Alguns agentes são essencialmente agressivos, como os ácidos e outros produtos químicos, a corrente elétrica, etc., basta um leve contato para ocorrer uma lesão. Outros determinam ferimentos por atritos mais acentuados, por batidas contra a pessoa ou da pessoa contra eles, por prensamento, queda, etc.

Por exemplo, a dureza de um material não é essencialmente agressiva, mas determina sempre alguma lesão quando entra em contato mais ou menos violento com a pessoa. O mesmo se pode dizer do peso de objetos; o peso, em si, não constitui agressividade, mas é um fator que aliado à dureza do objeto, determina ferimentos ao cair sobre as pessoas. CNIS (2013).

### **2.5.1.2 Condição Insegura**

Condição insegura, em um local de trabalho, segundo o CNIS (2013), são as falhas físicas que comprometem a segurança do trabalhador, em outras palavras, as falhas, defeitos, irregularidades técnicas, carência de dispositivos de segurança e outros, que põem em risco a integridade física e/ou a saúde das pessoas, e a própria segurança das instalações e dos equipamentos. Nós não devemos confundir a condição insegura com os riscos inerentes a certas operações industriais. Por exemplo: a corrente elétrica é um risco inerente aos trabalhos que envolvem eletricidade, ou instalações elétricas; a eletricidade, no entanto, não pode ser considerada uma condição insegura, ao contrário de instalações mal feitas ou improvisadas, fios expostos, são condições inseguras.

A corrente elétrica, conforme explica o CNIS (2013), quando devidamente isolada do contato com as pessoas, passa a ser um risco controlado e não constitui uma condição insegura. Apesar do fato da condição insegura ser possível de neutralização ou correção, ela tem sido considerada responsável por 16% dos acidentes. Podemos exemplificar algumas condições inseguras:

Proteção mecânica inadequada; Condição defeituosa do equipamento, partes cortantes, locais escorregadios, escadas, pisos, tubulações; Projeto ou construções inseguras; Processos, operações ou disposições perigosas e outras. CNIS (2013).

### **2.5.1.3 Ato Inseguro**

Ato inseguro é a maneira pela qual os trabalhadores se expõem consciente ou inconscientemente a riscos de acidentes. Em outras palavras é um tipo de comportamento que leva ao acidente. MTE (Brasil, 2013).

Vemos que se trata de uma violação de um procedimento consagrado, violação essa, responsável pelo acidente.

Segundo estatísticas correntes do MTE (Brasil, 2013), aproximadamente 84% do total dos acidentes do trabalho são oriundas do próprio trabalhador. Portanto, os atos inseguros no trabalho provocam a grande maioria dos acidentes; não raro o trabalhador se serve de ferramentas inadequadas por estarem mais próximas ou procura limpar máquinas em movimento por ter preguiça de desligá-las, ou se distrai e desvia sua atenção do local de trabalho, ou opera sem os óculos e aparelhos adequados. Ao se estudar os atos inseguros praticados, não devem ser considerados as razões para o comportamento da pessoa que os cometeu, o que se deve fazer tão somente é relacionar tais atos inseguros. Veremos os mais comuns:

- Levantamento impróprio de carga (com o esforço desenvolvido a custa da musculatura das costas);
- Permanecer embaixo de cargas; Permanecer em baixo de cargas suspensas; Manutenção, lubrificação ou limpeza de máquinas em movimento; Abusos, brincadeiras grosseiras, etc.;
- Realização de operações para as quais não esteja devidamente autorizado e treinado; Remoção de dispositivos de proteção ou alteração em seu funcionamento, de maneira a torna-los ineficientes; Operação de máquinas a velocidades inseguras;
- Uso de equipamento inadequado, inseguro ou de forma incorreta (não segura);
- Uso incorreto do equipamento de proteção individual necessário para a execução de sua tarefa. (MTE, 2013)

## **2.6 Teoria de Heinrich**

Entre vários estudos desenvolvidos no campo da segurança do trabalho, encontra-se a teoria de Heinrich. Essa teoria mostra-nos que o acidente e conseqüentemente a lesão são causados por alguma coisa anterior, alguma coisa onde se encontra o homem, e todo acidente é causado, ele nunca acontece. É causado porque o homem não se encontra devidamente preparados e comete atos inseguros, ou então existem em condições inseguras que comprometem a

segurança a do trabalhador, portanto, atos inseguros e as condições inseguras constituem o fator principal na causa dos acidentes.

Heinrich imaginou, partindo da personalidade, demonstrar a ocorrência de acidentes e lesões, com o auxílio de cinco pedras de dominó; a primeira representando a personalidade; a segunda as falhas humanas, no exercício do trabalho; a terceira causas de acidentes (atos e condições inseguras); a quarta pedra o acidente e a quinta, as lesões.

- Personalidade: ao iniciar o trabalho em uma empresa, o trabalhador trás consigo um conjunto de características positivas e negativas, de qualidades e defeitos, que constituem a sua personalidade. Esta se formou através dos anos, põe influência de fatores hereditários e do meio social e familiar em que o indivíduo desenvolveu. Algumas dessas características (irresponsabilidade, temeridade, teimosia e outros) podem construir em razões próximas para a prática de atos inseguros ou para criação de condições inseguras.
- Falhas humanas: devidos aos traços negativos de sua personalidade, o homem seja qual for a sua posição hierárquica, pode cometer falhas no exercício do trabalho, do que resultarão as causas de acidentes.
- Causas de acidentes: estas englobam como já vimos às condições inseguras e os atos inseguros.
- Lesão: toda vez que ocorre um acidente corre-se risco de que o trabalhador venha sofrer lesões, embora nem sempre os acidentes provoquem lesões.

Desde que não consegue eliminar traços negativos da personalidade, segundo Heinrich, surgirão em consequência, falhas no comportamento do homem no trabalho, de que podem resultar atos e condições inseguras, as quais poderão levar ao acidente e as lesões, quando isso ocorrer, tombando a pedra “Personalidade” ela ocasionará e queda, em sucessão de todas as demais, conforme se verifica na figura 03.

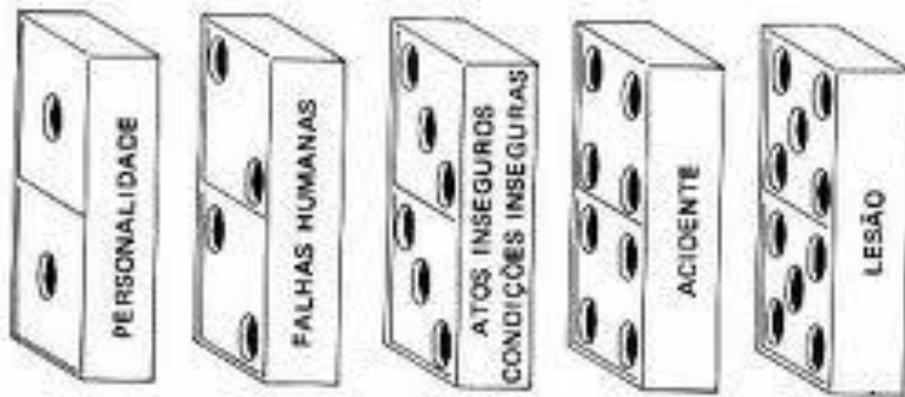


Figura 03 – Teoria de Heinrich (Estado normal)  
 Fonte: Livro O Acidente de Trabalho (Oliveira, Diogo 2008)

Na figura 04, verifica-se o exemplo do tombamento das peças e como consequência a lesão ocorrida.

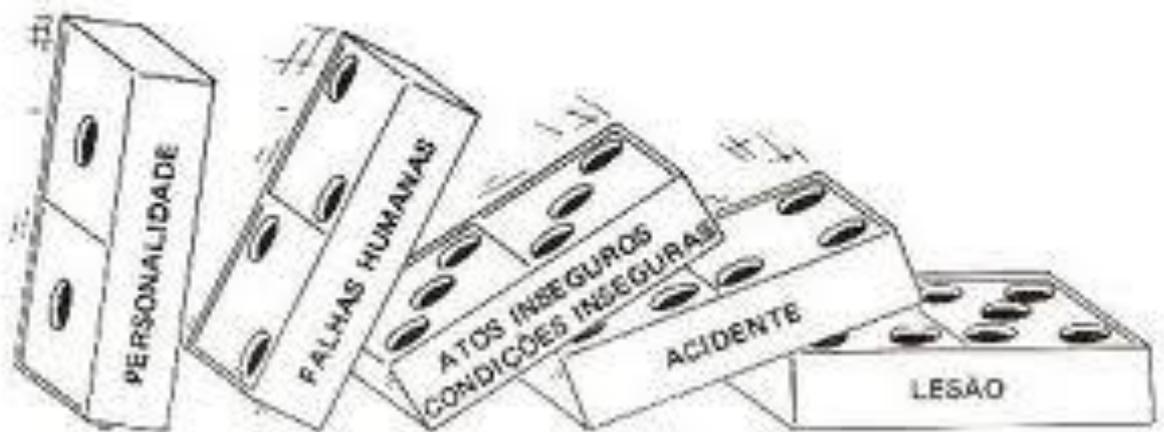


Figura 04 – Teoria de Heinrich (Estado de tombamento, acidente)  
 Fonte: Livro O Acidente de Trabalho (Oliveira, Diogo 2008)

Segundo Oliveira (2008), considera-se que é impraticável modificar radicalmente a personalidade de todos que trabalham de tal sorte a evitar as falhas humanas no trabalho deve-se procurar eliminar as causas de acidentes, sem que haja preocupação em modificar a personalidade de quem quer que seja, para tanto,

deve-se buscar a eliminação tanto das condições inseguras, apesar da avareza, do desprezo pela vida humana ou quaisquer outros traços negativos de personalidade de administradores ou supervisores como também, deve-se que os operários, apesar de teimosos, desobedientes, temerários, não pratiquem atos inseguros, que se pode conseguir através da criação nos mesmos, da consciência de segurança, de tal sorte que a pratica da segurança, em suas vidas, transforme em um verdadeiro habito.

Eliminadas as causas de acidentes administradores, supervisores e trabalhadores continuarão cada um com sua personalidade, de que resultarão falhas no comportamento no trabalho, mas o acidente as lesões não terão lugar, conforme figura 05.

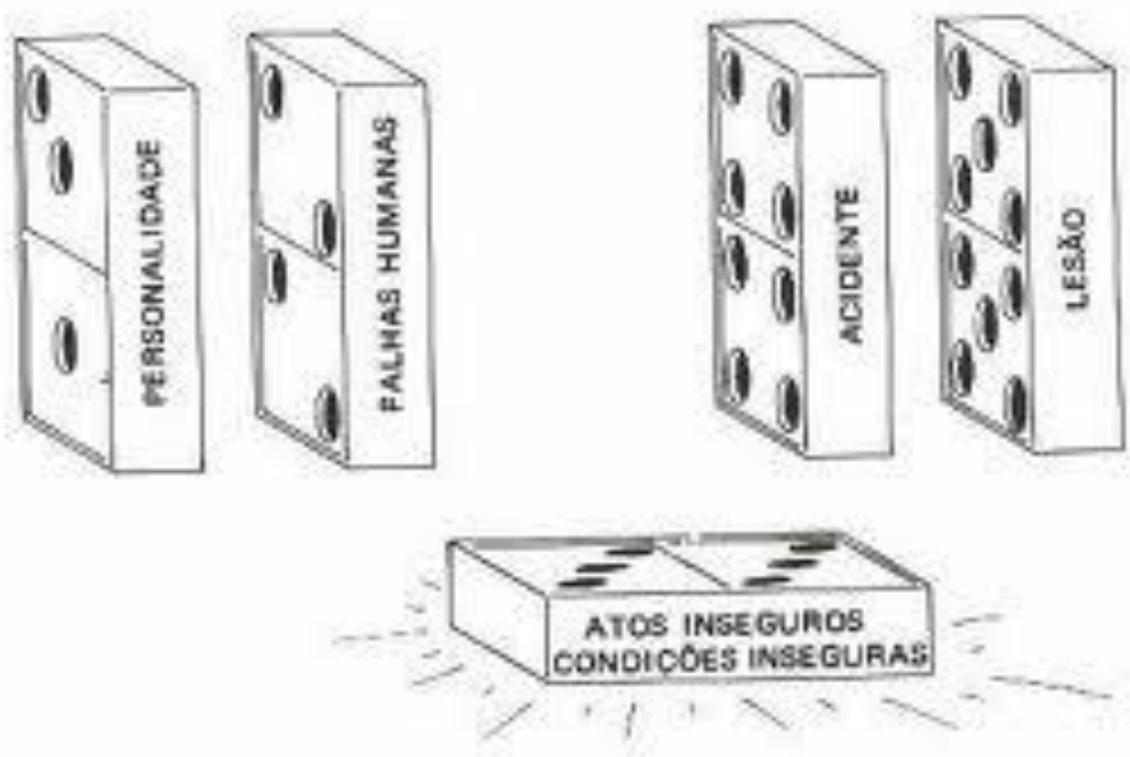


Figura 05 – Teoria de Heinrich (eliminação de uma causa do acidente)  
 Fonte: Livro O Acidente de Trabalho (Oliveira, Diogo 2008)

Tendo em vista que as causas de acidentes se devem as falhas humanas e falhas materiais, segundo Heinrich, a prevenção de acidentes deve visar:

- A eliminação de prática de atos inseguros;
- A eliminação das condições inseguras.

Os primeiros, segundo Oliveira (2008), poderão ser eliminados inicialmente através de seleção profissional e exames médicos adequados e posteriormente através da educação e treinamento e as segundas, através de medidas de engenharia que garantam a remoção das condições inseguras no trabalho.

Nesse item em particular, segundo Oliveira (2008), convém lembrar, de uma regra, chamada de “Regra EDE”, relativa aos problemas de segurança do trabalho: E (educação, isto é, o ensino de segurança a todo pessoal), deve convencer a administração a corrigir as condições inseguras reveladas pela “engenharia”, obter seu apoio para o programa e conquistar a cooperação de todos os supervisores.

A segurança do trabalho, segundo Oliveira (2008), não é somente um problema pessoal, mas envolve uma engenharia, um conhecimento de legislação específica, cujo sucesso é função direta de habilidade de vender o programa a gerencia e aos trabalhadores.

## **2.7 Causas de Acidentes**

Em princípio, conforme Oliveira (2008) tem-se três fatores principais causadores de acidentes:

- Condições inseguras, inerentes às instalações, como máquinas e equipamentos.
- Atos inseguros, entendidos como atitudes indevidas do elemento humano.
- Eventos catastróficos, como inundações, tempestades e outros.

Estudos técnicos, principalmente no campo da engenharia, segundo Oliveira (2008), são capazes de, com o tempo, eliminar as condições inseguras. Quando se fala, porém, do elemento homem, apenas técnicas não são suficientes para evitar uma falha nas suas atitudes. Sob o ponto de vista de prevenção, a causa de acidente é qualquer fator que, se removido a tempo teria evitado o acidente. Os acidentes não são inevitáveis, não surgem por acaso, eles, na maioria das vezes, são causados e, portanto são possíveis de prevenção, através da eliminação a

tempo de suas causas. Estas podem decorrer de fatores pessoais (dependentes, portanto, do homem) ou materiais (decorrentes das condições existentes nos locais de trabalho).

Vários autores, principalmente Oliveira (2008), na análise de um acidente, consideram como causa do acidente o ato ou a condição que originou a lesão, ou o dano. No nosso entendimento, devem ser analisadas todas as causas, desde a mais remota, o que permitirá um adequado estudo e posterior neutralização ou eliminação dos riscos.

## **2.8 Taxa de Incidência de Acidentes de Trabalho**

A taxa de incidência, segundo Oliveira (2008), é um indicador da intensidade com que acontecem os acidentes do trabalho. Expressa a relação entre as condições de trabalho e o quantitativo médio de trabalhadores expostos àquelas condições. Esta relação constitui a expressão mais geral e simplificada do risco. Seu coeficiente é definido como a razão entre o número de novos acidentes do trabalho a cada ano e a população exposta ao risco de sofrer algum tipo de acidente.

A dificuldade desta medida, segundo Oliveira (2008), reside na escolha de seu denominador. A população exposta ao risco deve representar o número médio de trabalhadores dentro do grupo de referência e para o mesmo período de tempo que a cobertura das estatísticas de acidentes do trabalho. Desta forma, são considerados no denominador apenas os trabalhadores com cobertura contra os riscos decorrentes de acidentes do trabalho. Não estão cobertos os contribuintes individuais (trabalhadores autônomos e empregados domésticos, entre outros), os militares e os servidores públicos estatutários.

Segundo o MTE (Brasil, 2013), devido à necessidade de publicar os indicadores detalhados por CNAE, decidiu-se pela utilização, no denominador, do número médio de vínculos ao invés do número médio de trabalhadores. Como um trabalhador pode ter mais de um vínculo de trabalho e o CNAE é um atributo do vínculo, a associação de CNAE a um trabalhador com mais de um vínculo pressupõe uma escolha, que constitui num fator de imprecisão indesejado para o cálculo dos indicadores.

### 2.8.1 Fórmula da taxa de Incidência de Acidentes de Trabalho

Observa-se na equação 01 abaixo, segundo dados do MTE (Brasil, 2013), que para o cálculo da taxa de incidência de acidentes, pode ser usada a equação que corresponde ao número de casos de acidente de trabalho registrados pelo número médio de vínculos, multiplicados por mil.

$$\frac{\textit{número de novos casos de acidentes do trabalho registrados}}{\textit{número médio anual de vínculos}} * 1.000$$

(Eq.01)

### 2.8.2 Fórmula da taxa de Incidência de específica para doenças do trabalho

Além da taxa de incidência, segundo dados do MTE (Brasil, 2013), para o total de acidentes do trabalho serão calculados também taxas de incidência específicas para doenças do trabalho, acidentes típicos e incapacidade temporária, descritas na Equação 02.

$$\frac{\textit{número de casos novos de doenças relacionadas ao trabalho}}{\textit{número médio anual de vínculos}} * 1.000$$

(Eq. 02)

O numerador desta taxa de incidência específica, segundo o MTE (Brasil, 2013) considera somente os acidentes do trabalho cujo motivo seja doença profissional ou do trabalho, ou seja, aquela produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho, peculiar a determinada atividade e constante de relação existente no Regulamento de Benefícios da Previdência Social.

### 2.8.3 Fórmula da taxa Incidência específica para acidentes do trabalho típicos

Conforme o MTE (Brasil, 2013), a taxa de incidência específica para acidentes do trabalho pode ser calculada pela equação 03 abaixo, que corresponde ao número de casos de acidentes de trabalho típico, pelo número médio anual de vínculos, multiplicado por mil.

$$\frac{\textit{número de casos novos de acidentes do trabalho típicos}}{\textit{número médio anual de vínculos}} * 1.000$$

(Eq. 03)

A taxa de incidência específica para acidentes do trabalho típicos, segundo o MTE (Brasil, 2013) considera em seu numerador somente os acidentes típicos, ou seja, aqueles decorrentes das características da atividade profissional desempenhada pelo acidentado.

### 2.8.4 Fórmula da taxa de incidência específica para incapacidade temporária

A taxa de incidência específica para incapacidade temporária, segundo o MTE (Brasil, 2013) pode ser calculado pela equação 04, que é o número de acidentes que resultaram em incapacidade temporária, dividido pelo número médio anual de vínculos, multiplicado por mil.

$$\frac{\textit{número de acidentes que resultaram em incapacidade temporária}}{\textit{número médio anual de vínculos}} * 1.000$$

(Eq. 04)

Com dados do MTE (Brasil, 2013), são considerados no numerador desta taxa os acidentes do trabalho nos quais os segurados ficaram temporariamente incapacitados para o exercício de sua capacidade laboral. Durante os primeiros 15

dias consecutivos ao do afastamento da atividade, caberá à empresa pagar ao segurado empregado o seu salário integral. Após este período, o segurado deverá ser encaminhado à perícia médica da Previdência Social para requerimento de um auxílio-doença acidentário.

### 2.8.5 Fórmula da taxa de mortalidade

Pode-se verificar, através de dados do MTE (Brasil, 2013), na equação 03 a taxa de incidência específica para incapacidade temporária pode ser calculada pelo número de óbitos decorrentes de acidentes do trabalho, dividido pelo número médio anual de vínculos, multiplicado por cem mil.

$$\frac{\textit{número de óbitos decorrentes de acidentes do trabalho}}{\textit{número médio anual de vínculos}} * 100.000$$

(Eq. 05)

### 2.8.6 Fórmula da taxa de Letalidade

Entende-se por letalidade, segundo o MTE (Brasil, 2013), o maior ou menor poder que tem o acidente de ter como consequência a morte do trabalhador acidentado. É um bom indicador para medir a gravidade do acidente.

O coeficiente é calculado pelo número de óbitos decorrentes dos acidentes do trabalho e o número total de acidentes, conforme descrito abaixo:

$$\frac{\textit{número de óbitos de correntes de acidentes do trabalho}}{\textit{número de acidentes do trabalho registrados}} * 1.000$$

(Eq. 06)

### 2.8.7 Fórmula taxa acidentalidade proporcional faixa etária 16 a 34 anos

A taxa de Acidentalidade Proporcional Específica para a Faixa Etária de 16 a 34 Anos pode ser calculada através da equação 07, que segundo o MTE (Brasil, 2013), corresponde ao número de acidentes do trabalho registrados na faixa etária de 16 a 34 anos, pelo número total de acidentes do trabalho registrados.

$$\frac{\textit{número de acidentes do trabalho registrados na faixa etária de 16 a 34 anos}}{\textit{número total de acidentes do trabalho registrados}} * 100$$

(Eq. 07)

A avaliação da ocorrência de acidentes do trabalho, segundo o MTE (Brasil, 2013) pode ser aprimorado com a elaboração de indicadores por grupos etários. Este indicador tem por objetivo revelar o risco específico de se acidentar para o subgrupo populacional de trabalhadores na faixa etária de 16 a 34 anos e pode ser expresso como a proporção de acidentes que ocorreram nesta faixa etária em relação ao total de acidentes.

Os indicadores aqui apresentados buscam retratar o comportamento e as características dos acidentes do trabalho ocorridos em 2009 e 2010, detalhados por Unidade da Federação e CNAE.

## 2.9 Custos do Acidente

Em análise a quantidade de acidentes ocorridos no mundo, comparando os mesmos com o Brasil, que depois de ocupar durante a década de 70 o título de campeão mundial de acidentes de trabalho, e no momento, com base nos dados da Organização Internacional do Trabalho - OIT (1995), que está posicionado entre os dez piores no plano mundial, ao lado da Índia, quanto ao índice de acidentes em relação ao número de trabalhadores empregados na indústria.

Com isso, pode-se perguntar qual o custo de um acidente para uma empresa, visto que o empresário perde muito dinheiro, o investidor, conforme a gravidade do acidente investe em outro local o seu capital, visando em grandes prejuízos, além de

possíveis multas por não adequação das normas vigentes pelo Ministério do Trabalho quando em vistoria na empresa.

A OIT (1995) estima que 6.000 trabalhadores morram a cada dia no mundo devido a acidentes e doenças relacionadas com o trabalho. Além disso, a cada ano ocorrem 270 milhões de acidentes do trabalho não fatais, que resultam em um mínimo de três dias de falta ao trabalho e 160 milhões de casos novos de doenças profissionais. O custo total estimado destes acidentes e doenças equivale a 4% do PIB global. Nesse período ocorreram 3.263.797 acidentes do trabalho, sendo 19.602 mortes. No ano de 2007 foram 653.786 casos, sendo 2.804 casos com óbito, o que significa, aproximadamente, uma morte a cada três horas.

### **2.9.1 Custo Direto**

Conforme Galloro (1992), o mesmo destaca a importância de se notar que custos e despesas não são sinônimos, pois os custos estão diretamente relacionados ao processo de produção de bens ou serviços. Enquanto os produtos ficam estocados os custos são ativados, aparecem no balanço e não na demonstração de resultado, e só fazem parte do cálculo do lucro ou prejuízo quando da sua venda, passando a configurar na demonstração do resultado, já as despesas referem-se a gastos administrativos com vendas e também despesas financeiras.

Custos diretos, segundo Galloro (1992), são aqueles diretamente incluídos no cálculo dos produtos. São os materiais diretos usados na fabricação do produto e a mão de obra direta. Os custos diretos têm a propriedade de ser perfeitamente mensuráveis de maneira objetiva. No caso abordado pelo presente artigo destacamos como custo direto o salário da mão de obra enquanto o funcionário estiver afastado da instituição em decorrência de um acidente.

### **2.9.2 Custo Indireto**

Segundo Galloro (1992), o mesmo afirma que os custos Indiretos são aqueles atribuídos ao produto através do critério de rateio, como materiais indiretos, a mão

de obra indireta, operários que cuidam da manutenção de equipamentos e os demais custos de fabricação (seguros, impostos, aluguel de fábrica). Incluem-se nos materiais indiretos, os diretos por natureza, mas irrelevantes ou de difícil mensuração. Em relação a acidentes de trabalho temos como custos indiretos seguros pagos para previdência social, reparos em máquinas danificadas e equipamentos, assistências médica paga, dentre outras de difícil mensuração.

## **2.10 Custo e Investimento para Prevenção de Acidente**

Em fevereiro de 2007, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assinou decreto reduzindo a alíquota de contribuição previdenciária de empresas que registrarem número de acidentes de trabalho abaixo da média nacional. "O objetivo é fazer com que os empregadores percebam que investimento em prevenção de acidentes de trabalho não é gasto. Prevenir, capacitar, utilizar equipamento de proteção, substituir máquinas que geram acidentes de trabalho, o empregador terá uma compensação econômica por meio da redução de alíquota no futuro."

O governo, segundo o MTE (2013), neste mesmo ano concedeu no FAP, Fator Acidentário Previdenciário permitiu que, por setor de atividade econômica, as empresas que melhor preservarem a saúde e a segurança de seus trabalhadores tenham descontos nas alíquotas de contribuição. O FAP é um índice que pode reduzir à metade, ou duplicar, a alíquota de contribuição do Seguro de Acidentes de Trabalho (SAT) de 1%, 2% ou 3%, que é paga pelas empresas, com base em indicador de sinistralidade. O FAP oscilará de acordo com o histórico de doenças e acidentes de trabalho por empresa e incentivará aqueles que investem na prevenção aos agravos da saúde do trabalhador.

## 2.11 A Norma Regulamentadora 12

Neste item apresentam-se os tópicos mais relevantes da NR-12 para esta monografia.

Segundo a NR-12 do Ministério do Trabalho e Emprego, as disposições desta Norma, referem-se a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade. (BRASIL, 2014).

No item 12.8 desta norma, os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionados ao trabalho. (BRASIL, 2014).

Verifica-se no item 12.8.1 que a distância mínima entre máquinas, em conformidade com suas características e aplicações, deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa. (BRASIL, 2014).

Com referência ao item 12.8.2, as áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança. (BRASIL, 2014).

No item 12.11 desta norma, as máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas quanto à sua estabilidade, de modo que não se desloquem intempestivamente por vibrações, choques, forças externas previsíveis, forças dinâmicas internas ou qualquer outro motivo acidental. (BRASIL, 2014).

Observa-se que no item 12.11.1, a instalação das máquinas estacionárias deve respeitar os requisitos necessários fornecidos pelos fabricantes ou, na falta desses, o projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, em especial quanto à fundação, fixação, amortecimento. (BRASIL, 2014).

No item 12.13, as máquinas, as áreas de circulação, os postos de trabalho e quaisquer outros locais em que possa haver trabalhadores devem ficar posicionados de modo que não ocorram transporte e movimentação aérea de materiais sobre os trabalhadores. (BRASIL, 2014).

No item 12.14, verifica-se que as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios

seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR-10. (BRASIL, 2014).

Observa-se que no item 12.38, as zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores. (BRASIL, 2014).

Com referência ao item 12.39, os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:

- a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;
- b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;
- c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;
- d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;
- e) manterem-se em vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos;
- f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho. (BRASIL, 2014).

No item 12.43, os componentes relacionados aos sistemas de segurança e comandos de acionamento e parada das máquinas, inclusive de emergência, devem garantir a manutenção do estado seguro da máquina ou equipamento quando ocorrerem flutuações no nível de energia além dos limites considerados no projeto, incluindo o corte e restabelecimento do fornecimento de energia. (BRASIL, 2014).

Observa-se que no item 12.44, a proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, observando-se que:

- a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;
- b) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco. (BRASIL, 2014).

No item 12.45, as máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem:

- a) operar somente quando as proteções estiverem fechadas;

- b) paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação;
- c) garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas. (BRASIL, 2014).

No item 12.49, as proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:

- a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
- b) ser constituídas de materiais resistentes e adequadas à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;
- c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
- d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
- e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;
- g) impedir que possam ser burladas;
- h) proporcionar condições de higiene e limpeza;
- i) impedir o acesso à zona de perigo. (BRASIL, 2014).

Observa-se no item 12.51, que durante a utilização de proteções distantes da máquina ou equipamento com possibilidade de alguma pessoa ficar na zona de perigo, devem ser adotadas medidas adicionais de proteção coletiva para impedir a partida da máquina enquanto houver pessoas nessa zona. (BRASIL, 2014).

Observa-se no item 12.116, que as máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores. (BRASIL, 2014).

## 2.12 O Fluxo da Análise e Identificação do Perigo

Para a análise da identificação do perigo na adequação do centro de usinagem, faz-se o uso do fluxograma abaixo, fluxograma este bem usado em projetos de máquinas e na adequação de máquinas conforme a norma regulamentadora 12, conforme se vê na figura 06.

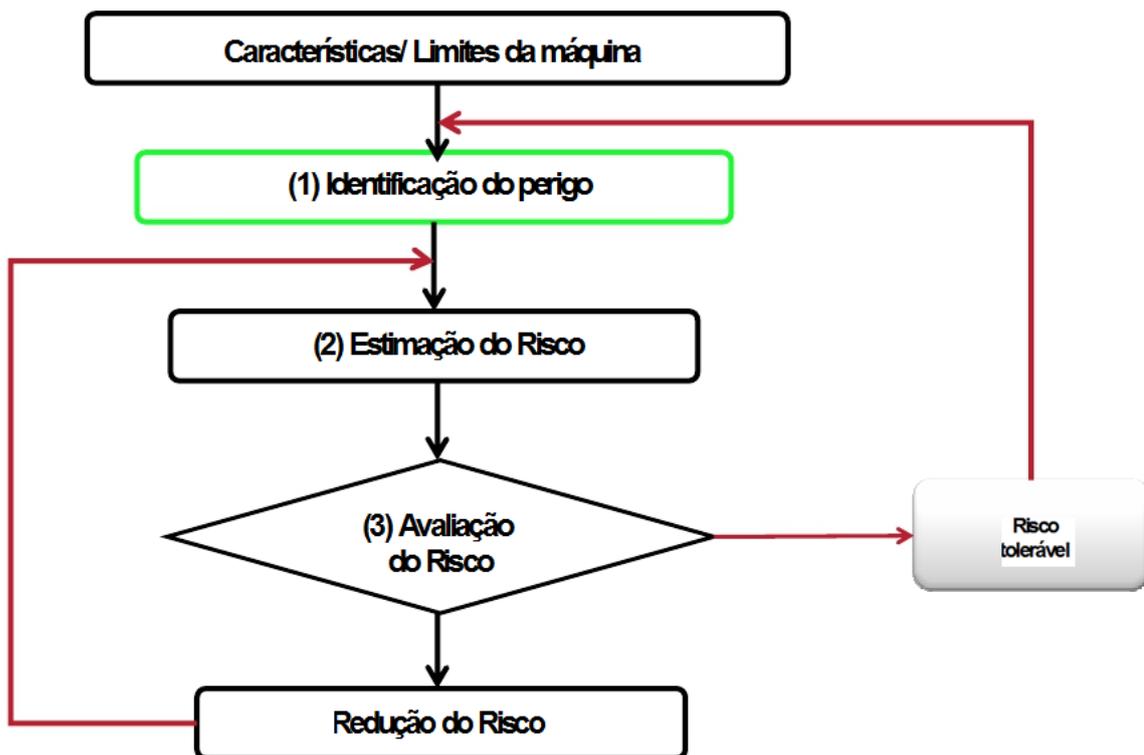


Figura 06 – Fluxograma de análise do risco do equipamento e perigo  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

### 2.12.1 Identificação do Perigo do Centro de Usinagem

Para a análise dos perigos existentes neste equipamento, usa uma técnica de Brainstorming, ou seja, uma composição ou tempestade de ideias de como pode ter um acidente neste equipamento e quais as causas dos mesmos. Esse estudo é realizado pelo responsável pela adequação do equipamento, em conjunto com o departamento de engenharia, que tem a função de envolver os principais responsáveis e que trabalham diretamente com o equipamento, como gestores de produção, operadores e técnicos de manutenção.

Os principais perigos verificados foram:

- Limpeza da máquina após o término de uma peça;
- Chegada de um funcionário que não conhece o funcionamento da máquina;
- Quando em funcionamento, a cabine do operador pode se movimentar conforme o ciclo do equipamento;
- Quando o profissional da limpeza geral está no local, geralmente desconhece os riscos existentes;
- Se o equipamento parar por algum defeito, poderá causar acidente quando em um defeito intermitente;
- Equipe da manutenção geralmente quando visualizando algum defeito, geralmente precisa deixar o equipamento ligado;
- O equipamento troca de ferramentas automaticamente, e se alguém estiver no local limpando ou em manutenção, causará um acidente.

Indica-se e dividem-se os perigos em:

- **Físicos:**
  - Quedas e movimentação de objetos;
  - Prensamentos;
  - Colisões;
  - Colapso de estruturas;

- **Químicos:**

- Explosão;
- Fogo;
- Materiais tóxicos;
- Óleos;

- **Elétrico:**

- Flashes e queimaduras;
- Curto circuito;
- Conexão errada;
- Perda de conexão;

- **Mecânicos / Processo:**

- Pontos de agarramento ou esmagamento;
- Abrasão, cortes, perfuração;
- Efeitos da liberação de pressão;
- Gases durante a usinagem;
- Fagulhas ou corte durante a retífica;

### 2.13 Fluxograma da Análise de Estimação de Risco

Para uma melhor visualização da análise da adequação, opta-se em usar um fluxograma que melhor exprime a real situação do equipamento a ser adequado e usar uma sequência lógica para essa adequação, como se observa na figura 07.

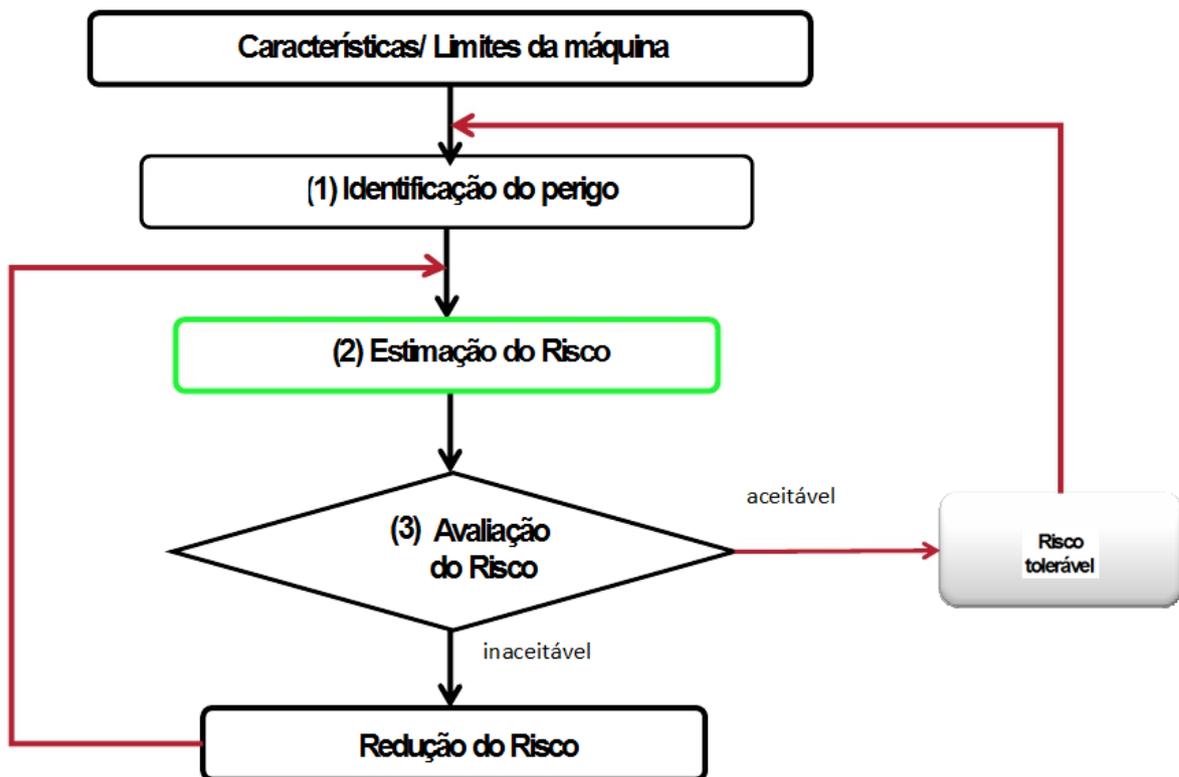


Figura 07 – Fluxograma de análise da estimativa de risco  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Na estimação do risco, entra na avaliação do mesmo, com a consulta da NBR 14153, conforme se observa no fluxo da figura 08.

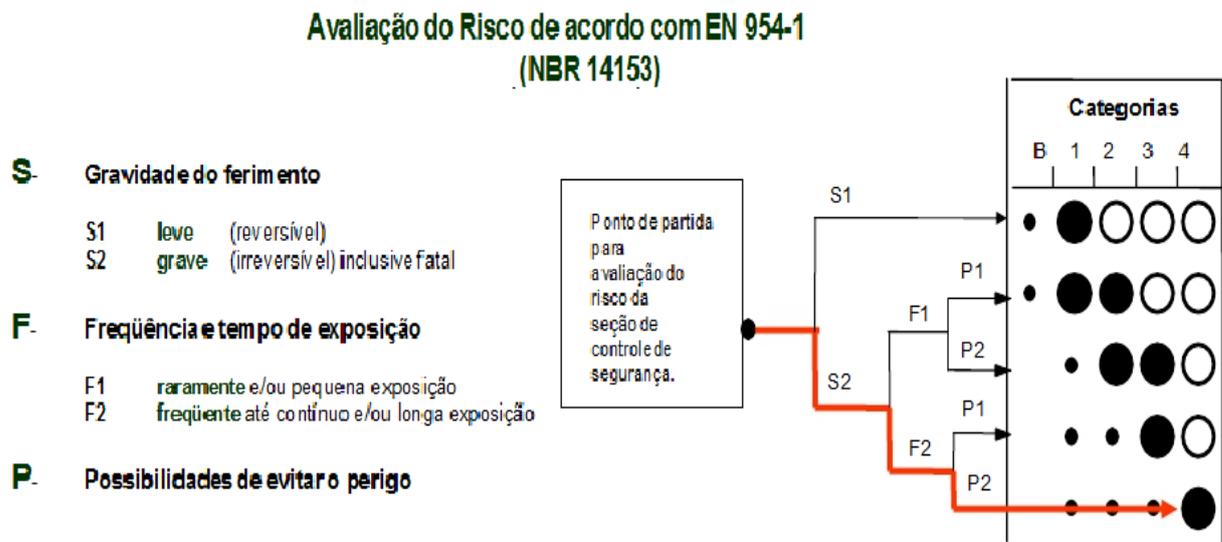


Figura 08 – Fluxograma de avaliação do risco de acordo com a NBR 14153  
Fonte (NBR 14153, Brasil)

**As categorias verificadas na tabela são:**

**Categoria B:** A ocorrência da falha de segurança pode levar a perda da função de segurança.

**Categoria 1:** A ocorrência da falha pode levar a perda da função de segurança, mas a probabilidade é mais baixa do que a CAT B.

**Categoria 2:** A função de segurança será perdida por uma falha única, como um curto-circuito no fio de entrada.

**Categoria 3:** Um acúmulo de falhas não detectadas, podem levar à perda de da função de segurança. Função Principal: Redundância.

**Categoria 4:** Um acúmulo de falhas não irá levar à perda da função de segurança. Função Principal: Redundância e Auto Teste.

Observa-se que na adequação do centro de usinagem, tem-se a categoria 4, onde precisa de redundância e auto teste em nosso sistema de segurança. Nos circuitos de segurança tem-se no mínimo:

- Redundância, diversidade e auto teste.
- Redundância (Dois Contatos).
- Diversidade (Dois canais separados).
- Auto teste (Teste automático do equipamento Entradas/ Saídas; Falha Segura).

Esse equipamento não perde a função de segurança com uma simples falha e nem com a soma ou acúmulo de falhas. Este tipo de segurança é realizado com o objetivo de eliminar as hipóteses que possam ocorrer de acidentes, por alguma falha no sistema.

#### **2.14 Avaliação dos Riscos**

Observa-se que após a análise da estimacão de risco, e conforme a NBR 14153, categoriza o risco como categoria 4, que precisa usar dispositivos de segurança que comporte quando um acúmulo de falhas e que não irá levar à perda da função de segurança e a função principal é a redundância e auto teste.

Este sistema é muito usado em sistemas onde existem riscos de falhas humanas e principalmente possibilidades de processos onde possam ter riscos de pensamento ou esmagamento de membros ocasionados pela falha ou interferências de sinais de sensores e chaves magnéticas em geral e do equipamento, evitando assim riscos graves de acidente.

### 2.14.1 Fluxograma da Avaliação do Risco

Para melhor análise da avaliação do risco, observa-se no fluxograma da figura 09, que será a próxima sequência adotada, pois conforme se observa nesta análise de risco, o mesmo pode ser um risco aceitável ou não aceitável, conforme figura 09.

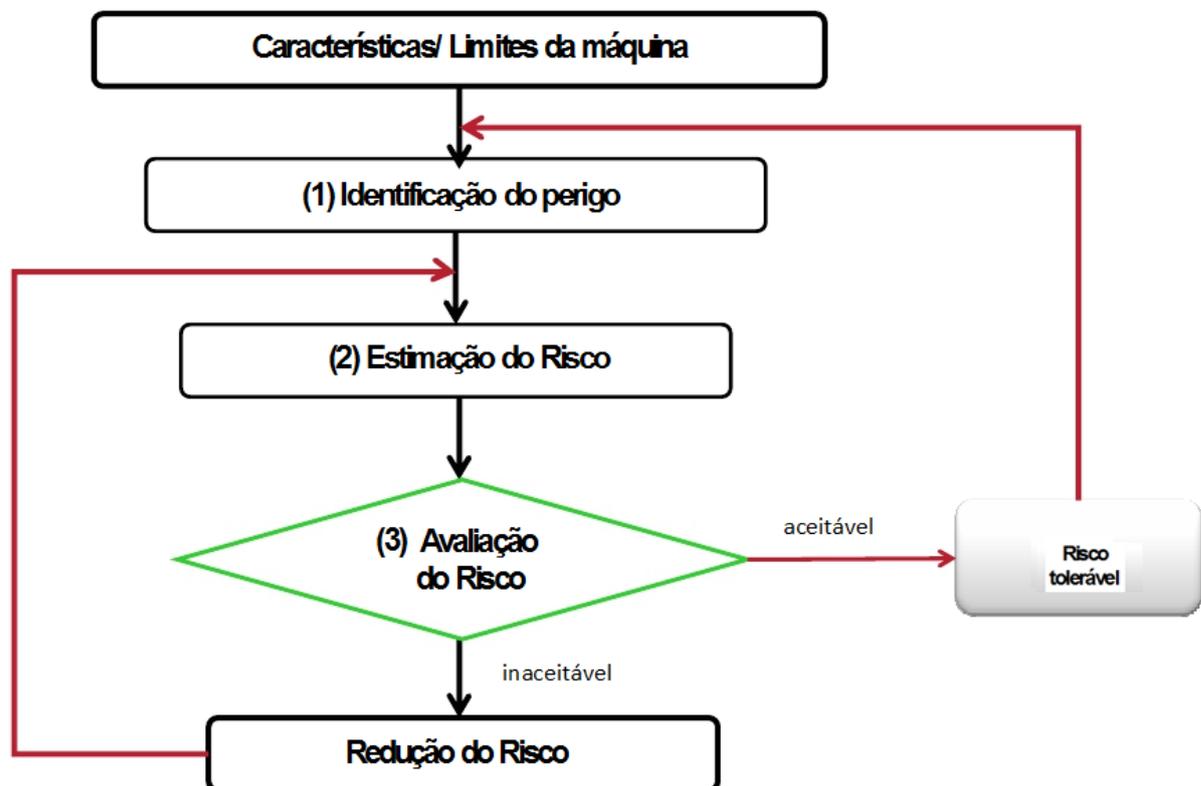


Figura 09 – Fluxograma da análise do risco  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Na avaliação do risco, tem-se uma avaliação criteriosa, aonde chega a uma decisão de um risco aceitável ou inaceitável, pois quando chega à conclusão do risco ser inaceitável, tem que fazer um plano de ação para redução destes riscos, que em nosso caso, felizmente foi aceitável por se tratar de uma maneira de conseguir minimizar o mesmo através de dispositivos de segurança confiável e eficaz. Observa-se no fluxograma que como o mesmo é aceitável, passa a ter um risco tolerável, podendo iniciar o projeto de adequação do centro de usinagem.

## 2.15 Adequações do Centro de Usinagem

Para as adequações do centro de usinagem, inicia-se o projeto, onde se observa e instalam-se telas de proteção, conforme as normas, que indicam que o tamanho das aberturas deve impedir o operador de chegar ao perigo conforme a tabela do quadro 02.

<b>Distance of opening from point of operation hazard</b>	<b>Maximum width of opening</b>
<b>1/2 to 1 1/2</b>	<b>1/4</b>
<b>1 1/2 to 2 1/2</b>	<b>3/8</b>
<b>2 1/2 to 3 1/2</b>	<b>1/2</b>
<b>3 1/2 to 5 1/2</b>	<b>5/8</b>
<b>5 1/2 to 6 1/2</b>	<b>3/4</b>
<b>6 1/2 to 7 1/2</b>	<b>7/8</b>
<b>7 1/2 to 12 1/2</b>	<b>1 1/4</b>
<b>12 1/2 to 15 1/2</b>	<b>1 1/2</b>
<b>15 1/2 to 17 1/2</b>	<b>1 7/8</b>
<b>17 1/2 to 31 1/2</b>	<b>2 1/8</b>

Quadro 02 – Distâncias mínimas e largura máxima de abertura de telas  
Fonte U.S OSHA (2010)

Essa tabela oferece orientações para a distância apropriada que uma abertura específica deve estar de um perigo. Essas distâncias podem ser visualizadas dentro da NR-12 e ABNT NBR 00213, Segurança de Máquinas - Conceitos Fundamentais.

### **2.15.1 Adequação com Sistema de Programação**

Neste projeto, opta-se pelo uso de um controlador lógico programável, CLP que tem a função de captar em sua entrada, todos os sinais dos sensores das portas, do portão, das cortinas de luz e demais sistemas de segurança e intertravamentos da máquina e liberar em sua saída, o desligamento da mesma, liberando sinais de advertência sonoros, visuais e o travamento completo da mesma até solucionar e realizar o reset do equipamento.

Nesta monografia, comentam-se sobre os tipos de sensores e demais chaves de segurança, usados na adequação conforme a norma regulamentadora 12 do centro de usinagem. Nesta monografia não se explora o sistema de programação do CLP ou as demais sequências de intertravamentos deste equipamento, e sim os equipamentos utilizados para esse fim, pois é o principal foco da pesquisa.

Pela necessidade de aplicações de segurança flexível e escalável impulsionou o desenvolvimento de CLP's de segurança e/ou controladores. Controladores de segurança programável fornecem aos usuários o mesmo nível de flexibilidade de controle em um aplicativo de segurança, que eles estão acostumados, com controladores programáveis padrão. No entanto, existem extensas diferenças entre CLPs padrão e de segurança. CLPs de segurança, mostrado na figura 10, vêm em diversas plataformas para atender aos requisitos de escalabilidade, funcionais e de integração dos sistemas de segurança mais complexos.

A redundância de CPUs, memória, circuitos E/S, e os diagnósticos internos são melhorias que CLPs de segurança têm que não são necessários em um CLP padrão. O CLP de Segurança gasta muito mais tempo realizando diagnósticos internos na memória, comunicações e E/S. Estas operações adicionais são necessárias para alcançar a certificação de segurança exigida. Esta redundância e diagnósticos adicionais são cuidados no sistema do controlador operacional,

tornando-o transparente para o programador, para que programar CLPs de segurança seja como programar CLPs padrão, conforme a figura 10.

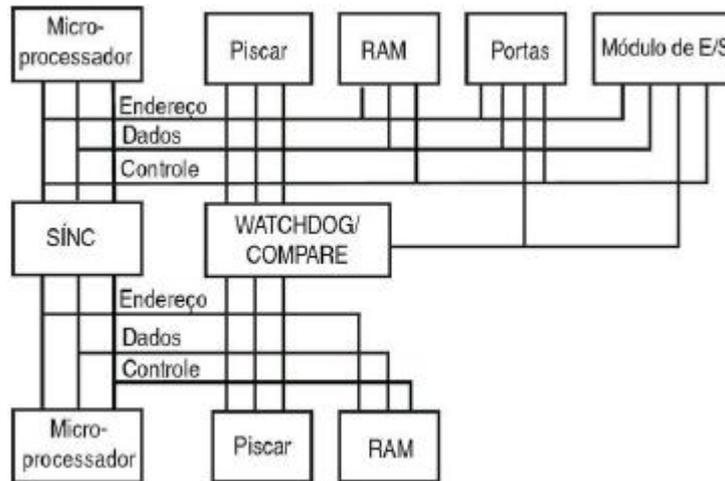


Figura 10 – Diagrama de Blocos de um CLP  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Os microprocessadores que controlam estes dispositivos executam extensos diagnósticos internos, para garantir o desempenho da função de segurança. A figura 10 fornece um exemplo de diagrama de blocos de um CLP de segurança. Embora os controladores microprocessados tenham leve diferença de uma família para outra, princípios similares são aplicados para conseguir uma classificação de segurança.

O CLP escolhido foi o da família RS Logix 500, com dois cartões de entrada, sendo um analógico e um digital e dois cartões de saída, sendo um digital e um analógico. Esse CLP trabalha com um diagrama de lógica em blocos de funções com lógica de Ladder, com texto Estruturado, gráfico sequencial de funções e instruções certificadas de segurança, conforme se vê na figura 11.



Figura 11 – Controlador Lógico Programável RS Logix 500  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Como o CLP possui uma interface de comunicação, opta-se por uma rede de comunicação confiável, ou seja, com redundância intrínseca e a prova de interferências eletromagnéticas. Essa rede de comunicação tem a função de interface entre os diferentes dispositivos de segurança, como sensores, cortina de luz e outros e o CLP, fazendo com que o mesmo, através de suas saídas, interceda no funcionamento do centro de usinagem, interrompendo o funcionamento da mesma de forma segura e sem risco de quebra das ferramentas ou perda do chassi que está sendo usinado.

Opta-se para o uso da rede Devicenet por se tratar de uma rede confiável e de fácil comunicação com a rede ethernet local, bastando apenas o uso de um cartão de comunicação com protocolo EtherNet/IP. A conexão dos dispositivos foi escolhido através do uso de bloco de conexão chamado de ArmorBlock Guard I/O, que foi escolhido por ter uma proteção IP67 para uso no corpo da máquina, possuir uma Instalação simplificada.

Através do uso de um cabo M12 conecta dispositivos de canal duplo em entradas ou saídas, usando conexões rápidas e compatíveis com sistemas que precisam dessas conexões. A mesma pinagem de entrada e saída do sistema escolhido, ArmorBlock, padrão pode conectar dispositivos de um ou dois canais, conforme figura 12.



Figura 12 – Bloco de conexão Armorblock  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Para a conexão dos sensores usa-se um bloco de conexão com os respectivos cabos, conforme a figura 13.

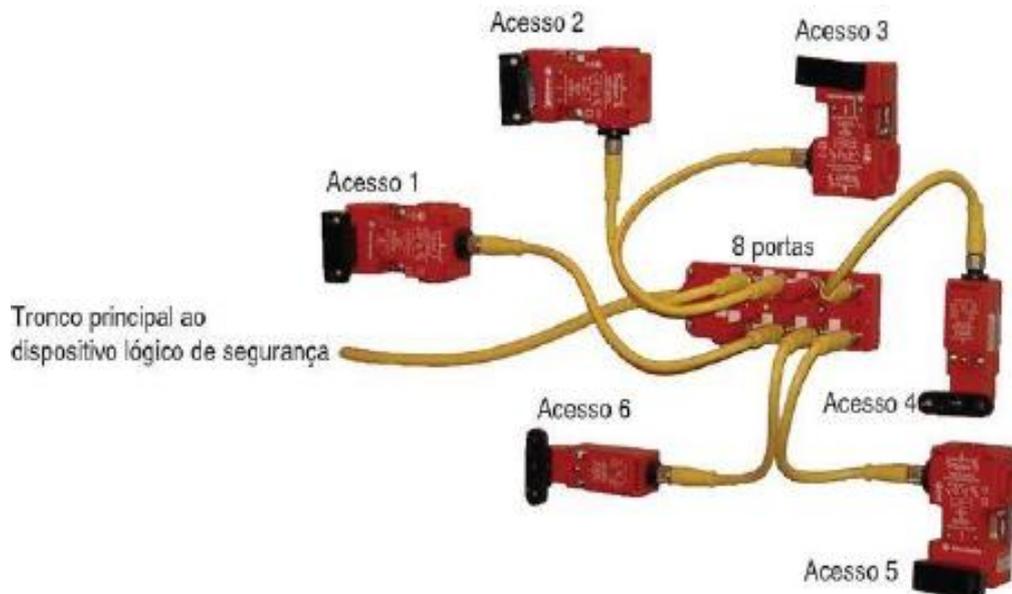


Figura 13 – Bloco de conexão Armorblock  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

A ligação dos sensores foi realizada através de condutores conforme a figura 13. Verifica-se que, por se tratar de um sistema em rede, o sistema de conexão agrega maior valor, reduzindo os custos de instalação e manutenção de sistemas de segurança. O projeto deve levar em conta consideração do canal simples, canal duplo, canal duplo com a indicação e vários tipos de dispositivos.

Quando uma conexão série de bloqueios de canal duplo é necessária, um bloco de distribuição pode simplificar a instalação. A figura 14 mostra um exemplo simples de uma série de bloqueios conectado a uma porta. Com uma classificação IP67, estes tipos de caixas podem ser montadas na máquina em locais remotos, conforme a figura 14.

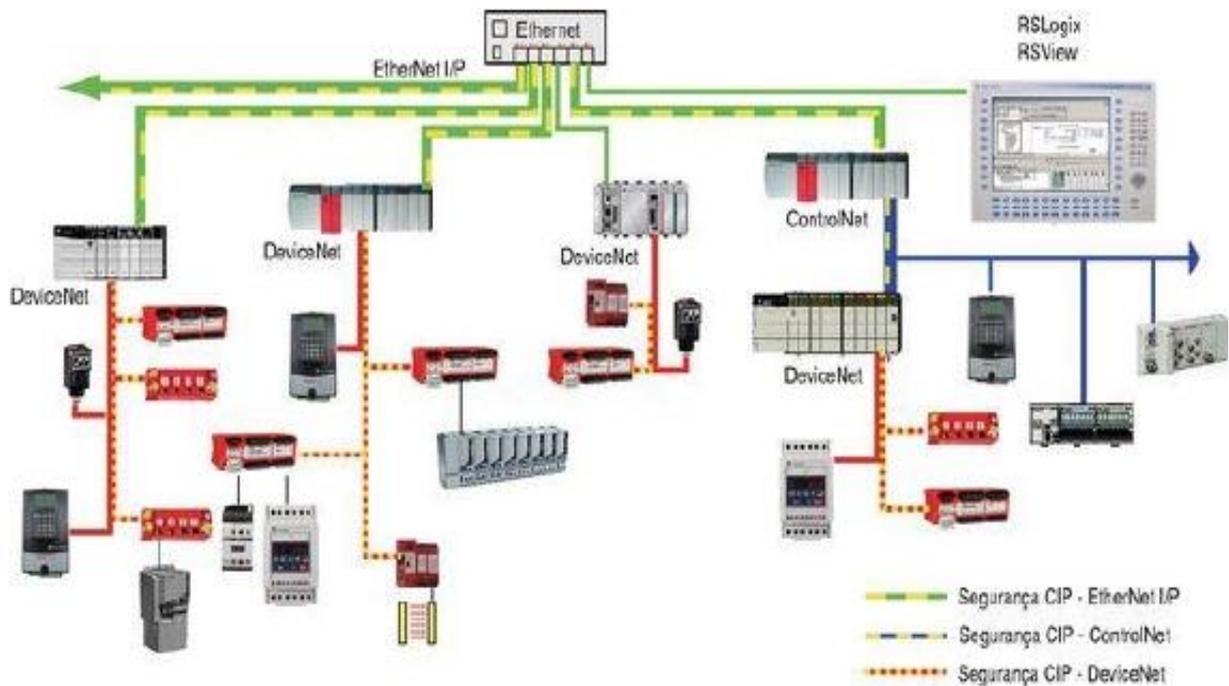


Figura 14 – Arquitetura de Ligações do CLP  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

Como se pode observar, o sistema de segurança conectado em rede é muito mais seguro, pois possui várias maneiras de comunicação, e se em uma eventual falha de algum dispositivo de segurança, o mesmo emite um sinal de falha, relatando o problema e a chave defeituosa.

## **2.16 Descrições do Material Utilizado**

Os materiais utilizados para a adequação do centro de usinagem estão dentro das normas nacionais, NBR's e ABNT, e com certificados internacionais de segurança.

Duas normas importantes são seguidas pelos equipamentos usados na adequação do centro de usinagem, por se tratar de equipamentos importados, mas homologados no Brasil. São a ISO 13849-1, Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design. 2006 e a IEC 62061. 2005, Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems, sendo que essa última norma se baseia nas estruturas, ou o chamado Hardware de tolerância de falhas.

## **2.16 Custos de Adequação do Centro de Usinagem Conforme NR-12**

Na maioria das máquinas a serem adequadas, geralmente as empresas optam em diminuir o custo e deixar o equipamento mais simples possível, a ponto de comprometer o nível de adequação, e geralmente ocorre do equipamento ficar fora da adequação por não verificarem o nível de classificação ou categoria que foi classificado.

A monografia realizada contempla o orçamento de adequação do centro de usinagem exposto, contendo mão de obra, custo dos equipamentos, projeto de adequação e outros custos. Por se tratar de equipamentos muitas vezes com um custo elevado, optou-se em fazer dois orçamentos de adequação, usando materiais de boa qualidade, mas com restrição de automação, conseqüentemente com custo inferior do primeiro orçamento.

O orçamento realizado foi transformado em moeda corrente norte americano (dólar), para que no decorrer dos anos do término desta pesquisa, possa ser fator de consulta, optando apenas por corrigir para o valor do dólar atual.

Podemos verificar, conforme planilha, os custos em reais e em dólar, como a descrição comercial de cada equipamento.

Nesta monografia, os valores foram coletados conforme orçamento de empresa local, com valores reais do mercado, preservando o nome do estabelecimento.

## 2.17 Ferramenta FMEA

Na monografia, optou-se em usar na adequação do centro de usinagem, a ferramenta FMEA (Análise dos Modos e Efeitos das Falhas) que é um método de análise de projetos usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema, produto ou processo, mediante um raciocínio basicamente dedutivo. É um método analítico *padronizado* para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa.

Os principais objetivos do FMEA, segundo Faria (2010) são:

- Tem como objetivo, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo, buscando assim, a confiabilidade, que é a probabilidade buscando aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto e processo.
- Identificar todos os modos de falha em potencial dentro de um projeto (de produto ou processo), todas as possibilidades de falhas catastróficas e críticas, de tal maneira que elas possam ser eliminadas ou minimizadas através da correção do projeto, o mais cedo possível.

No quadro 07, verificam-se os valores do critério de severidade com os valores numéricos, onde se observa os efeitos e os critérios explicados.

No quadro 08 observa-se o critério de ocorrências e após no quadro 09 o critério de detecção.

### Critério de severidade

Efeito	CRITÉRIO - QUADRO DE SEVERIDADE	Índice de Severidade
Perigoso - Sem advertência	Pode pôr em perigo o operador da máquina ou montador. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental. A falha ocorrerá sem aviso prévio.	10
Perigoso - Com advertência	Pode pôr em perigo o operador da máquina ou montador. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental. A falha ocorrerá com aviso prévio.	9
Muito alto	Grande interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. Cliente muito insatisfeito.	8
Alto	Pequena interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. Cliente muito insatisfeito.	7
Moderado	Pequena interrupção na linha de produção. Grande parte ou todos os produtos deve ser selecionado. Cliente sente desconforto.	6
Baixo	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser selecionada. O cliente sente alguma insatisfação.	5
Muito baixo	Pequena interrupção na linha de produção. O produto deve ser selecionado e uma parte retrabalhada. Defeito notado pela maioria dos clientes.	4
Menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser retrabalhada, mas fora da estação de trabalho. Defeito notado pela média dos clientes.	3
Muito menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos deve ser retrabalhada, dentro da estação de trabalho. Defeito notado por alguns clientes.	2
Nenhum	Não afeta a performance do produto e não prejudica o processo.	1

Quadro 03 Critério de Severidade  
Fonte: FARIA (2010)

No quadro 08, observam-se os valores do critério de ocorrências com os respectivos valores numéricos, com a probabilidade da falha e a explicação das ocorrências.

### Critério de Ocorrências

Probabilidade da falha	QUADRO DE OCORRÊNCIAS	Índice de Ocorrência
Muito alta	Falhas persistentes - maior ou igual a 1 em 10	10
Muito alta	Falhas persistentes - 1 em 20	9
Alta	Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas freqüentes – 1 em 50	8
Alta	Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas freqüentes – 1 em 100	7
Moderada	Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas ocasionais mas não em maiores proporções - 1 em 200	6
Moderada	Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas ocasionais mas não em maiores proporções - 1 em 500	5
Baixa	Associada a processos similares que apresentaram poucas falhas - 1 em 1000	4
Baixa	Associada a processos similares que apresentaram poucas falhas - 1 em 10000	3
Remota	Falha improvável. Processos quase idênticos, nunca apresentará falha - 1 em 20000	2
Remota	Falha improvável. Processos quase idênticos, nunca apresentará falha - menor ou igual a 1 em 1.000.000	1

Quadro 04 Critério de Ocorrências

Fonte: FARIA (2010)

No quadro 09, observam-se os valores do critério de detecção com os respectivos valores numéricos. Verificamos a detecção e a explicação dos critérios.

### Critério de Detecção

<b>QUADRO DE DETECÇÃO</b>		
<b>Detecção</b>	<b>Critério</b>	<b>Índice de detecção</b>
Totalmente incerta	Controle do projeto não detectará e/ou não poderá detectar causa/mecanismo potencial e modo de falha subsequente; ou não existe controle do projeto.	10
Muito remota	Chance muito remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	9
Remota	Chance remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	8
Muito baixa	Chance muito baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	7
Baixa	Chance baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	6
Moderada	Chance moderada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	5
Moderadamente alta	Chance moderadamente alta de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	4
Alta	Chance elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	3
Muito alta	Chance muito elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	2
Quase certa	Controle de projeto quase que certamente detecte potencial causa/mecanismo e modo de falha subsequente.	1

Quadro 05 Critério de detecção  
Fonte: FARIA (2010)

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia empregada nesta monografia consiste em um estudo de adequação de um centro de usinagem de uma empresa montadora de médio porte conforme a norma regulamentadora NR-12.

Foram realizados dois orçamentos para uma adequação desta norma, um orçamento com alta tecnologia, usando tecnologias de CLP`s e sensores inteligentes, e um outro orçamento com uma tecnologia média, mas dentro da norma regulamentadora 12, onde consegue-se com os dois levantamentos, um custo médio de adequação deste centro de usinagem.

Foi realizado um breve estudo do custo de acidente que essa empresa teria quando pela falta da adequação da norma regulamentadora 12 e a comparação do custo entre as duas adequações.

Com o custo do acidente pela falta de adequação da norma regulamentadora 12 e o com o investimento e o impacto do acidente para a empresa e a sociedade, bem como a comparação com o Impacto da marca da empresa envolvida em um acidente, verificou a situação que esse problema impacta para a empresa e seus investidores, muitas vezes irreparáveis.

Com o intuito de preservar os valores desta pesquisa, bem como ter uma maior confiabilidade e acurácia no decorrer dos anos, o valor dos orçamentos utilizados nas tabelas foram também transformados em moeda monetária americana (dólar) para que essa pesquisa possa, após algum tempo ser usada como fonte de pesquisa para outros trabalhos acadêmicos do custo estimado em cada adequação.

#### **3.1 Objetivo da Atualização da Norma Regulamentadora**

Conforme comentários da Abimaq (2014), o objetivo da Nova Norma Regulamentadora 12 é de ter em médio prazo máquinas e equipamentos realmente seguros, com informações mínimas para serem projetado e construído desta forma desde o transporte, utilização, manutenção, até o descarte. Ao mesmo tempo, a norma traz medidas para adequação das máquinas que já estão em utilização há alguns anos, além de apontar a necessidade de informação e capacitação dos

trabalhadores, com explicações mais claras sobre o que é necessário, formulando um conceito de atualização contínua, o que a diferencia da antiga versão. A nova versão contempla a maioria dos diferentes modelos de máquinas e equipamentos de distintos processos de trabalho, buscando proteger de fato os envolvidos nos métodos de fabricação, e nas demais áreas envolvidas.

A nova Norma Regulamentadora 12 trabalha com o conceito de falha segura, ou seja, qualquer que for a falha no sistema, ele deve ir para uma situação segura, que não coloque em risco os usuários. Pode citar as chaves de segurança com bloqueio intertravadas instaladas em algumas máquinas, que tem a função de atuar no momento em que ocorrer uma anormalidade no funcionamento do equipamento, como por exemplo, a abertura de uma das portas que dão acesso às partes móveis e perigosas, quando as mesmas entram em emergência automaticamente.

Outro forte impacto da norma é na elaboração de projetos, pois ela direciona para a implantação de uma análise de riscos e especificações técnicas para os fornecedores, com controle de toda a documentação e principalmente o planejamento tanto de manutenção, como do processo produtivo, com o treinamento do pessoal envolvido.

Pode citar como exemplo de investimentos para adequação à norma, as empresas do ramo moveleiro e metal mecânico do oeste catarinense. A maioria das indústrias está trabalhando há anos com seus equipamentos e máquinas do processo produtivo sem proteções de segurança do trabalhador e usuários, ainda com conceitos antigos de segurança.

Com a necessidade de adequação, devido à revisão da normativa, é inevitável que custos sejam gerados para que as máquinas fiquem em conformidade e para que os produtos estejam prontos para ser comercializados. Geralmente esses custos são classificados como gastos necessários para manter-se no mercado.

Porém esses gastos para adequação, capacitação e manutenção dos equipamentos podem ser encarados como investimentos, a partir de que estes reduzem a quantidade de sinistros, afastamentos, e as ações judiciais, indenizações para acidentados, entre outros.

O segundo impacto levantado pelas empresas é a perda de produtividade, pois alegam que as máquinas do processo produtivo e equipamentos industriais ficam restritos para algumas operações.

O que as empresas não consideram é que após as adequações há um ganho de produtividade quando se trata de motivação do funcionário. Ao se sentir cuidado há uma redução na rotatividade, com diminuição dos pedidos de demissão, podendo assim investir mais nos empregados.

Uma boa adequação nos requisitos de ergonomia também gera ganhos para a empresa, devido à redução dos afastamentos por doenças ocupacionais. Através de um bom estudo de layout em conjunto com as adequações da nova NR 12 pode-se dar maior velocidade ao processo produtivo.

Para conseguir uma melhor observação na pesquisa, referente aos itens de adequação da norma regulamentadora 12, no próximo item, tem-se os tópicos principais desta norma conforme a atualização vigente para possíveis consultas durante a pesquisa.

Por se tratar de uma adequação no âmbito industrial, e em máquinas específicas, como o caso do centro de usinagem, comenta-se apenas alguns tópicos importantes da norma regulamentadora 12, pois o restante da documentação não é foco desta pesquisa.

### **3.2 Adequação do Centro de Usinagem Conforme NR-12**

Para o início de um estudo de caso de adequação de uma máquina, precisa antes de qualquer coisa iniciar com um breve estudo do caso, dos riscos envolvidos e dos dispositivos e equipamentos que será usado nesta adequação.

Quando em um projeto de adequação, quando se comenta de dispositivos e equipamentos industriais para adequação, a empresa pensa no investimento que precisa fazer para essa adequação, pois pode realizar a mesma adequação, com alta tecnologia, e como consequência custo elevado, ou com uma tecnologia média, mas com baixo investimento e dentro das normas.

Nesta pesquisa tem os dois casos estudados e o levantamento do investimento de cada caso.

### **3.3 Projeto de Adequação Conforme Norma**

A Nova NR-12 incorpora na legislação em SST o conceito de “falha segura”, que em última análise, significa que se o sistema falha, qualquer que seja ele, deve haver um escape para uma situação segura, que não coloca em risco usuários e o sistema. Este conceito é oriundo dos sistemas metro-ferroviários, no qual, para a ferrovia, o estado seguro é aquele no qual todos os trens estão parados. Se tal estado existir, o sistema pode ser projetado para entrar neste estado quando ocorrerem falhas.

Para o início da adequação de uma máquina, tem que ter no mínimo um projeto de adequação da mesma, que contempla algumas ferramentas que vai ser vista a seguir, segundo a empresa Rockwell Software (2011), que chama de Ciclo de Vida de um Projeto de Segurança, tendo algumas etapas conforme listado abaixo:

#### **1º Análise do Risco**

- Identificar os perigos;
- Estimar os Riscos;
- Identificar o Potencial;
- Técnicas para minimizar os riscos;

#### **2º Seleção de técnicas para adequação**

- Baseado na Análise de Risco;
- Performance do sistema e;
- Normas de segurança;

#### **3º Projeto de Segurança**

- Arquitetura do Sistema
- Projeto do Circuito de segurança
- Projeto do gradeamento mecânico

#### **4º Instalação e Montagem**

- Teste de Integração
- Comissionamento
- Treinamento
- Validação

#### **5º Operação**

- Verificação funcional do Sistema
- Produção
- Manutenção Preventiva
- Garantir performance após as tarefas de manutenção

### **3.4 Adequação do Centro de Usinagem**

Para início da adequação, usa os passos do projeto, apresentando passo a passo, com diagrama de fluxo e fotos as adequações necessárias neste centro de usinagem.

#### **3.4.1 Análise do Risco do Centro de Usinagem**

Antes de iniciar a análise de risco, aplica-se uma sequência bastante usada nas adequações de máquinas para a NR-12. Usa uma sequência conforme o fluxograma que contempla os passos a serem seguidos, verificado na figura 15.

## CICLO DE VIDA DE UM PROJETO DE SEGURANÇA

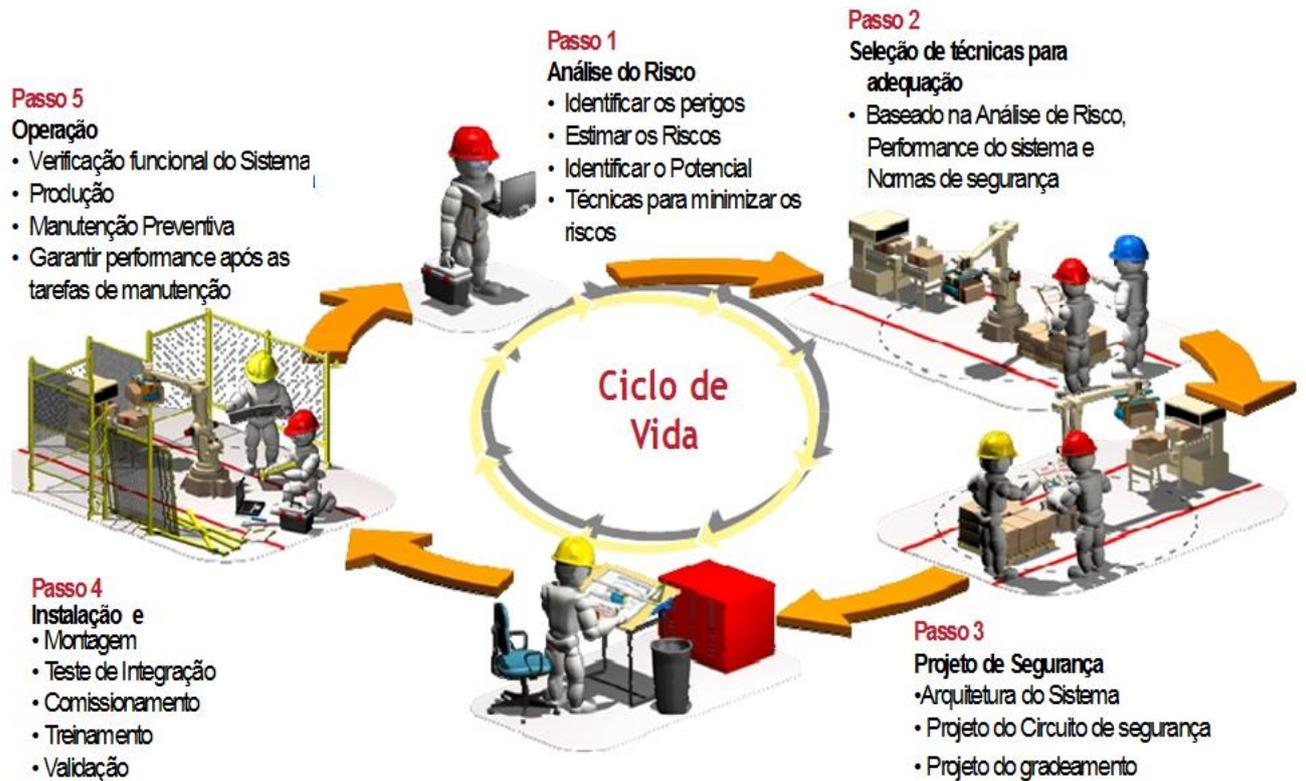


Figura 15 – ciclo de vida de um projeto de segurança  
 Fonte: Rockwell Automation (2011)

Nesta monografia segue-se além do Projeto de Ciclo de Vida de Segurança, conforme verificado acima, um fluxo de análise, conforme visto a seguir. Essas ferramentas são de suma importância para um desenvolvimento correto da adequação do Centro de Usinagem, conforme fluxograma da figura 16.

## FLUXOGRAMA DA ANÁLISE E CARACTERÍSTICAS

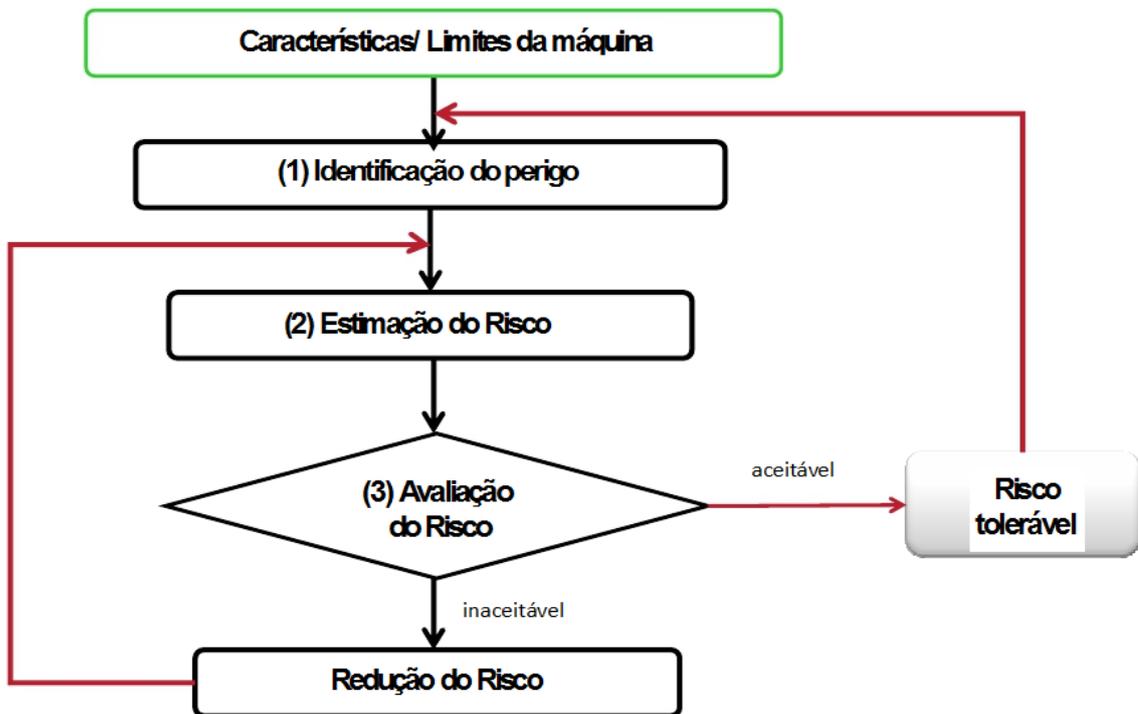


Figura 16 – Fluxograma de análise do risco do equipamento e características  
Fonte: Rockwell Automation (2011)

### 3.5 Características e Limite do Centro de Usinagem

O equipamento escolhido para a adequação conforme NR-12 foi um centro de Usinagem, conforme descrição abaixo. Por se tratar de uma empresa de médio porte, têm-se muitas outras máquinas, mas com risco baixo, não sendo contemplado no estudo desta pesquisa.

O Centro de Usinagem, formado por um equipamento importado, de origem Italiana, totalmente automática, que possui intervenção de um operador apenas para colocar o chassi a ser usinado e após retirar o mesmo quando do término do trabalho.

Por se tratar de um sistema totalmente automático, com a cabine de operação móvel, ou seja, acompanha a centralização da peça a ser usinada, tem-se com isso um risco de incidente ou acidente elevado, precisando de um sistema muito seguro, a prova de falhas humanas com proteção intrínseca. Sabe-se que existe uma movimentação de gestores, operadores, e até profissionais de limpeza nas imediações desta máquina, aumentando ainda mais o risco, pois muitas vezes os mesmos desconhecem os riscos que estão expostos, conforme se pode observar na figura 17, referente ao centro de usinagem com o chassi.



Figura 17 – Centro de usinagem com um chassi  
Fonte: O Autor (2014)

Este centro de usinagem possui uma precisão da ordem centesimal, acionado por sistemas hidráulicos de alta pressão, sendo que esse sistema possui inúmeras fontes de energia residual. Esse equipamento é acionado por sistemas de intertravamentos por CLP's e relés. O funcionamento se baseia através de programações de uma IHM, que possui dezenas de programas e que o operador escolhe conforme o modelo do chassi a ser usinado.

O chassi pesa aproximadamente 900 kg até 1200 kg, conforme o modelo da máquina a ser usinada, pois através deste peso, podemos ter ideia da precisão do equipamento, pois trabalhando na casa dos milésimos, com furos com diâmetro aproximado entre 30 mm a 250 mm e com centralização entre eles com elevada exatidão, pois caso contrário, não teremos a montagem correta entre as peças e reprovação no controle de qualidade.

Se existir qualquer anomalia durante a usinagem deste chassi, como descentralização da broca durante o início da furação, a quebra da broca durante o processo, ou vibração excessiva durante esses processos, o chassi é condenado, servindo apenas para sucata.

Durante o início da usinagem, têm-se riscos de quebra de ferramentas, e como as mesmas quando usadas estão em alta rotação, tem-se grandes riscos de incidentes e acidentes durante esse tipo de processo.

Os chassis são montados e soldados, com chapas de espessura de até 90 mm, tendo o centro de usinagem que realizar essas furações com brocas especiais. Além do operador, que seria um por turno, temos aproximação na máquina, técnicos da manutenção, e gestores do processo.

Após a apresentação do equipamento a ser adequado conforme as normas NR-12 pode iniciar a análise de risco deste centro de usinagem.

### 3.5.1 Estimativa do Risco no Centro de Usinagem

Para iniciar a análise dos riscos dentro deste centro de usinagem, usa a consulta de diversas normas, como:

- NBR 14009 – “Segurança de máquinas”, Princípio para determinação dos riscos, (agora ISSO 12100:2013, pois a NBR 14009 foi cancelada)
- NBR 14153 -“Segurança de máquinas”; Partes de sistemas de comando relacionados à segurança;
- NBR 13760 – Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano;
- NBR 14152 – Segurança em máquinas: Dispositivos de comando bi manuais;
- NBR 13759 –“Segurança de máquinas” - Equipamentos de parada de emergência - Aspectos funcionais;
- ANSI TR11.3 American National Standard
- EN1050 – Norma Europeia.

Observa-se, conforme fluxograma da figura 16, a estimativa dos riscos, baseados nas normas descritas acima, e para isso, pode-se, como técnica de observação, iniciar com três perguntas básicas, mas que ajudam muito no decorrer da adequação, que são:

- **Qual é o perigo existente?**
- **Qual a probabilidade do perigo causar um acidente?**
- **Qual a frequência que essa atividade ocorre?**

Baseado nestas perguntas inicia a adequação, e seguindo a NBR 14153, anexo B, fizemos o estudo da severidade do acidente.

### 3.6 Custo de um Acidente na Indústria

Conforme pode observar, o custo de acidente em uma indústria depende de inúmeros fatores, dentre os quais da gravidade do acidente, do local onde foi ocorrido o acidente.

No ano de 2007, o presidente da época assinou decreto, reduzindo a alíquota de contribuição previdenciária de empresas que registrarem número de acidentes de trabalho abaixo da média nacional. O objetivo é fazer com que os empregadores percebam que investimento em prevenção de acidentes de trabalho não é gasto. Prevenir, capacitar, utilizar equipamento de proteção, substituir máquinas que geram acidentes de trabalho, o empregador terá uma compensação econômica por meio da redução de alíquota no futuro.

O FAP, Fator Acidentário Previdenciário irá permitir que, por setor de atividade econômica, as empresas que melhor preservarem a saúde e a segurança de seus trabalhadores tenham descontos nas alíquotas de contribuição. O FAP é um índice que pode reduzir à metade, ou duplicar, a alíquota de contribuição do Seguro de Acidentes de Trabalho (SAT) de 1%, 2% ou 3%, parcela paga pelas empresas, com base em indicador de sinistralidade.

O FAP oscilará de acordo com o histórico de doenças e acidentes de trabalho por empresa e incentivará aqueles que investem na prevenção aos agravos da saúde do trabalhador.

Observa-se no figura 18, o fluxo de um acidente de trabalho, com esse fluxo, em análise, se verifica claramente os custos elevados de indenizações, que muitas vezes relacionadas a multas e valores estipulados pelo governo, conforme a figura 18.

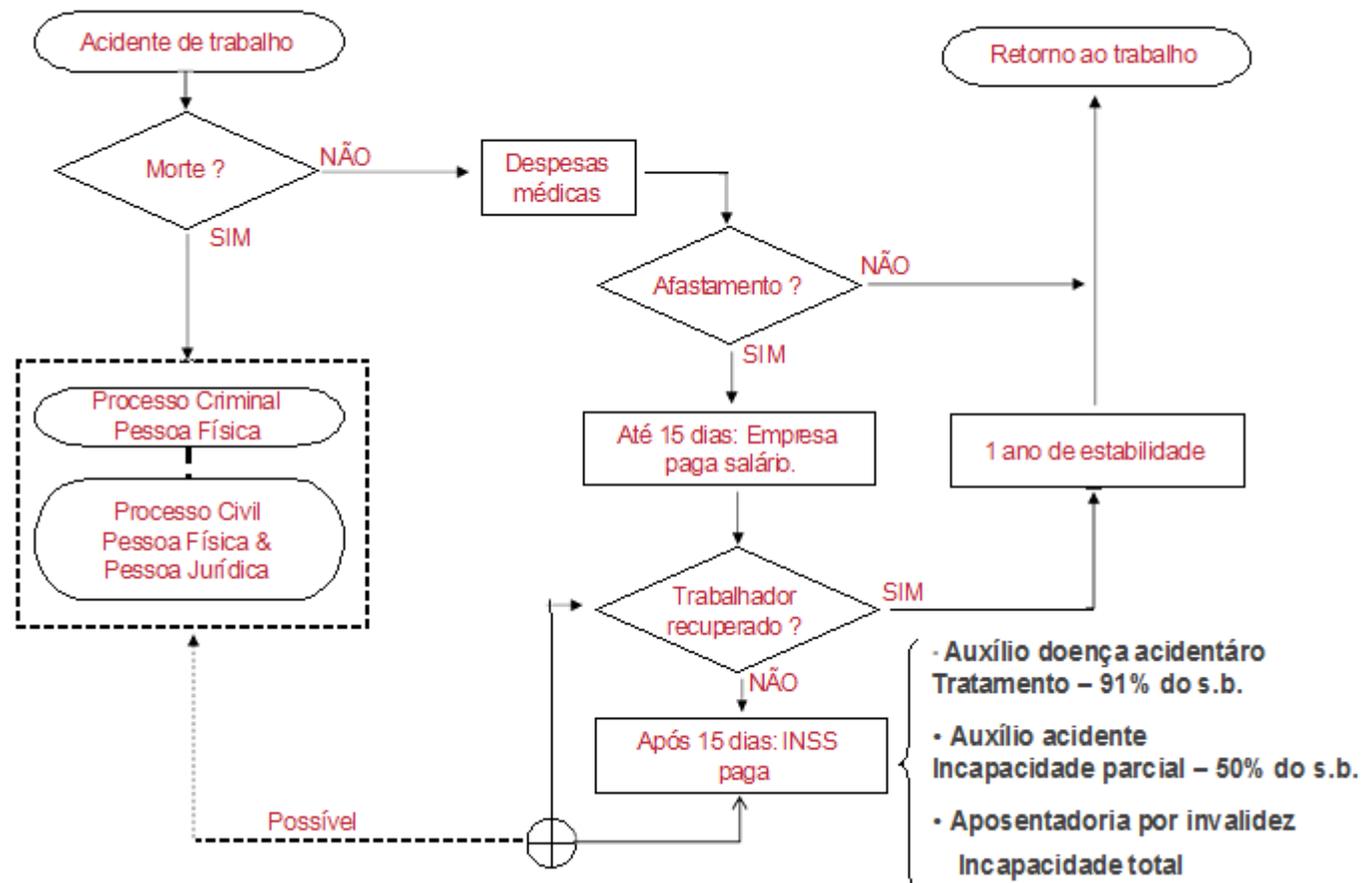


Figura 18 – Fluxograma de um acidente de trabalho

Fonte: Rockwell Automation (2011)

#### 4. RESULTADOS

Os resultados e discussões expostos nesta monografia que estão inclusos neste capítulo, relatam em detalhes os principais itens da adequação do centro de usinagem, mostrando fotos da mesma, equipamentos de segurança usados, como sensores, cortinas de luz e demais dispositivos. Este capítulo relata também os orçamentos, os custos relativos em caso de um acidente pela falta de investimento nesta adequação e a ferramenta qualitativa de segurança usada para análise.

Comparando a atual situação que se encontrava o centro de usinagem, e realizado as instalações das devidas adequações deste equipamento, observa-se conforme a figura 19 o aumento significativo da segurança tanto da operação quanto na restrição do contato no local de pessoas sem conhecimento.



Figura 19 – Foto de adequação do centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

As telas de proteção usadas nesta adequação não comprometem o funcionamento da máquina e deixa a mesma mais segura e até com uma estética melhor.

Instalou no centro de usinagem telas em todo o entorno do equipamento, com dimensões de “3/8”, diminuindo ou bloqueando totalmente condições de acesso de pessoas conforme se pode verificar na figura 20.



Figura 20 – Tela de proteção no centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

Observou-se também que no local onde ocorrem as trocas de ferramentas, chamado de magazine, instalou-se também telas, com cores diferenciadas, neste caso o vermelho, para sinalizar constantes movimentações deste lado do centro de usinagem, conforme verificado na figura 21.



Figura 21 – Tela de proteção no ferramental magazine do centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

Observou-se que a distância máxima da área vazada da tela é proporcional para que não consiga passar o dedo de uma pessoa, conforme a norma OSHA 1910.217 (2012), verificado na figura 22.



Figura 22 – Distância entre áreas da tela de proteção no centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

Após a colocação das telas no entorno do centro de usinagem, iniciou a colocação das portas da cabine, um portão e portas, e de sensores de intertravamento que operam por lingueta que desligam a máquina quando qualquer porta ou portão for aberto, através de sensores inteligentes instalados e que se comunica com um controlador lógico programável, onde mostra sua arquitetura no decorrer desta pesquisa. Um dos portões com o respectivo sensor de segurança pode ser visto na figura 23.



Figura 23 – Portão com sensor para desligamento automático  
Fonte: O Autor (2014)

Além dos portões, foram instalados também nas portas do centro de usinagem os respectivos sensores, que desligam o equipamento e interrompem o ciclo quando abertos, conforme se pode observar na figura 24.



Figura 24 – Detalhe do sensor de segurança na porta do equipamento  
Fonte: O Autor (2014)

No portão de ferramentas magazine também foram instalados sensores, conforme observado na figura 25.



Figura 25 – Portão de ferramentas com sensor para desligamento automático  
Fonte: O Autor (2014)

Por se tratar de um centro de usinagem totalmente automatizado, optou-se para a instalação de cortinas de luz, que tem a função de limitar o acesso do operador e de qualquer outro funcionário ou visitante desorientado com o risco de segurança que o equipamento pode proporcionar. Além da cortina de luz, foi instalado corrente de isolamento de área e pintado no chão, faixas de advertência para maior sinalização do local, qual se observa na figura 26.



Figura 26 – Cortina de luz instalada no centro de usinagem

Fonte: O Autor (2014)

Observa-se que os sensores usados nas portas e portões possuem um nível de segurança robusto, com alta tecnologia e com um custo razoável, em comparação com o nível de segurança que o mesmo apresenta.

A instalação dos sensores de cortina de luz contribuiu para uma melhor segurança dos operadores de outras áreas, que quando transitando pelo local, não acarretam em perigo ou risco de acidente.

Com o uso da tecnologia de CLP, a adequação conseguiu um nível de segurança intrínseco, que podemos dizer que contribuiu para eliminar o risco de

algum operador conseguir entrar na linha de processo do centro de usinagem, sem o mesmo desligar e acionar um alarme. A arquitetura do CLP usado possui uma boa tecnologia, com aplicações de segurança flexível.

O CLP ofereceu redundância de CPUs, memória, circuitos E/S, e os diagnósticos internos são melhorias que o CLPs de segurança tem que não são necessários em um CLP padrão, pois o mesmo gasta muito mais tempo realizando diagnósticos internos na memória, comunicações e E/S.

Os microprocessadores que controlam estes dispositivos executam extensos diagnósticos internos, para garantir o desempenho da função de segurança. Além disso, cada circuito de entrada é testado internamente, muitas vezes a cada segundo, para se certificar de que ele está funcionando corretamente.

#### **4.1 Orçamentos da adequação**

Tem-se no quadro 03 o primeiro orçamento, com alta tecnologia e no quadro 02 tem-se o segundo orçamento, em caráter de comparação, com uma tecnologia menor, mas dentro das normas vigentes no Brasil.

No segundo orçamento, observou-se uma diminuição acentuada do custo, próximo de 315%, pois se pode observar que não foi utilizado o CLP para a programação do sistema de segurança, mas sim relés de segurança inteligentes de entrada, que tem a função idêntica de uma proteção com CLP, mas com menos confiabilidade, acarretando menor custo, mas dentro das normas de adequação. Também não se tem o custo do programador de CLP que reduziu o custo da mão de obra, onde se opta pelo uso de relés de segurança conforme se pode observar na figura 27.



Figura 27 – Relé de segurança de entrada Guardmaster SI  
Fonte: Phoenix contacts (2012)

No quadro 03 e quadro 04 abaixo, tem-se o orçamento desta adequação, sendo que o primeiro orçamento é de um sistema totalmente automatizado e o segundo orçamento é de um sistema com pouca automação, mas dentro das normas. Optou-se por realizar dois orçamentos para poder comparar o investimento da adequação do centro de usinagem e de proporcionar uma segunda opção para a adequação com um custo menor, mas dentro das normas, conforme se observa no quadro 06 e 07.

1º ORÇAMENTO DE ADEQUAÇÃO DO CENTRO DE USINAGEM							
Ítem	Quantidade	descrição	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)	Custo unitário (\$)	Custo total (\$)	Obs.:
Dolar							2,279
1	48	Tela encapada em PVC com espessura de 4 mm, com distância entre lados de 8 mm, com 2,10 m de altura	R\$ 85,00	R\$ 4.080,00	\$ 37,30	\$ 1.790,26	
2	3	chave de intertravamento com lingueta modelo Cadet 3, com dois contatos NF e um NA, MT-GD2 440K	R\$ 560,00	R\$ 1.680,00	\$ 245,72	\$ 737,17	
3	2	Cortinas de luz de proteção PLE, Compact tipo 4, SIL 3,	R\$ 3.150,00	R\$ 6.300,00	\$ 1.382,19	\$ 2.764,37	
4	1	Controladores CompactLogix™ L3 5370, com porta USB incorporada para downloads e programação de firmware, cartão SecureDigital (SD) removível para memória flash e memória de usuário, completo com 02 cartões analógicos e 02 cartões digitais,	R\$ 39.000,00	R\$ 39.000,00	\$ 17.112,77	\$ 17.112,77	
5	4	Bloco de conexão Armorblock, com 08 saídas, com conexão tipo M12,	R\$ 890,00	R\$ 3.560,00	\$ 390,52	\$ 1.562,09	
6	42	mão de obra para instalação total tela	R\$ 34,00	R\$ 1.428,00	\$ 14,92	\$ 626,59	2 técnicos + ajudante
7	46	mão de obra para instalação total elétrica	R\$ 34,00	R\$ 1.564,00	\$ 14,92	\$ 686,27	2 técnicos
8	95	mão de obra para instalação total programação	R\$ 80,00	R\$ 7.600,00	\$ 35,10	\$ 3.334,80	1 técnico
		<b>Total</b>	R\$ 43.833,00	R\$ 65.212,00	\$ 19.233,44	\$ 28.614,30	

Quadro 06 – 1º Orçamento do centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

2º ORÇAMENTO DE ADEQUAÇÃO DO CENTRO DE USINAGEM							
Ítem	Quantidade	descrição	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)	Custo unitário (\$)	Custo total (\$)	Obs.:
Dolar							2,279
1	48	Tela encapada em PVC com espessura de 4 mm, com distância entre lados de 8 mm, com 2,10 m de altura	R\$ 85,00	R\$ 4.080,00	\$ 37,30	\$ 1.790,26	
2	3	chave de intertravamento com lingueta modelo Cadet 3, com dois contatos NF e um NA, MT-GD2 440K	R\$ 560,00	R\$ 1.680,00	\$ 245,72	\$ 737,17	
3	2	Cortinas de luz de proteção PLE, Compact tipo 4, SIL 3,	R\$ 3.150,00	R\$ 6.300,00	\$ 1.382,19	\$ 2.764,37	
4	4	Relé de segurança para parada de emergência e porta de proteção, até SIL 3, SIL CL 3, cat. 4, PL e, operação de um canal, 4 circuitos de corrente de liberação, tensão nominal de entrada 24 V AC/DC, terminais parafusados plugáveis	R\$ 520,00	R\$ 2.080,00	\$ 228,17	\$ 912,68	
5	4	Bloco de conexão Armorblock, com 08 saídas, com conexão tipo M12,	R\$ 890,00	R\$ 3.560,00	\$ 390,52	\$ 1.562,09	
6	42	mão de obra para instalação total tela	R\$ 34,00	R\$ 1.428,00	\$ 14,92	\$ 626,59	2 técnicos + ajudante
7	46	mão de obra para instalação total elétrica	R\$ 34,00	R\$ 1.564,00	\$ 14,92	\$ 686,27	2 técnicos
		<b>Total</b>	R\$ 5.273,00	R\$ 20.692,00	\$ 2.313,73	\$ 9.079,42	

Quadro 07 – 2º Orçamento do centro de usinagem  
Fonte: O Autor (2014)

## **4.2 Simulação do custo do Acidente no Centro de Usinagem**

Como o objetivo desta monografia é o de simular o custo de um acidente, citou-se como exemplo o acidente de um funcionário, após um esmagamento de sua mão em um centro de usinagem.

### **4.2.1 Consequência do Acidente**

Como consequência o mesmo perdeu 03 falanges. O Centro de usinagem ficou sem produzir por cinco dias. A simulação aqui é de um acidente, embora com uma gravidade elevada, não possui óbito, que iria aumentar em muito o custo.

### **4.2.2 Dados Produtivos**

O centro de usinagem tem uma produção de 08 chassis por turno, tendo uma produção total diária de 24 chassis dia (24 horas de turno).

Já a capacidade produtiva deste equipamento é de seis chassis dia por cinco dias parados devido ao acidente, totalizando um total de trinta chassis sem produzir. Desta forma, o custo de cada chassi é de R\$ 260,00.

### **4.2.3 Dados Operacionais**

Na empresa que possui o centro de usinagem para a adequação conforme a norma regulamentadora 12, que possui vários níveis de operação com salários que diferenciam com o tempo de permanência do funcionário na empresa e do grau de especialização do mesmo. Neste estudo optou-se por um operador de nível médio de especialização e com um tempo de permanência proporcional de dois anos na empresa. Com isso, os principais dados para o cálculo são:

Salário do operador: R\$ 1200,00 p/ mês

Salário + encargos: R\$ 1596,00 p/ mês

#### 4.2.4 Custos de Produção Referente à Máquina Parada

Nesta empresa, como existe, além dos serviços dentro do centro de usinagem, sabe-se que antes do chassi entrar para a usinagem, as peças passam por processos de soldagem, e após a usinagem, o mesmo chassi vai para a pintura e após para montagem da máquina.

Esse comentário é válido para verificar que os custos da máquina parada são proporcionais ao tempo de permanência da parada, visto que se o mesmo equipamento ficar parado por mais de uma semana, os custos serão bem maiores.

Como se tem a produção: 8 chassi por dia;

Capacidade produtiva: 24 chassis/dia/3 turnos - 5 dias na semana;

Custo de cada peça: R\$ 260,00.

Pode-se usar a fórmula abaixo para calcular o custo da máquina parada, pois temos o total de peças produzidas no dia e o total de dias de máquina parada, visto que para efeito de cálculo, optou-se para o total de cinco dias de máquina parada, pois acima deste prazo, os custos serão bem maiores, pois comprometeria a solda e após a pintura e montagem.

$$\text{CMP} = \text{TPD} * \text{ND} \quad (\text{Eq.08})$$

onde:

- CMP - custo máquina parada
- TPD - total peças produzidas dia
- ND - total de dias de máquina parada

**Então:**

$$\text{CMP} = (24 \text{ chassi/dia} * 5 \text{ dias parado}) * (\text{R\$ } 150,00/ \text{ chassi})$$

$$\text{CMP} = (120) * (\text{R\$ } 260,00/ \text{ chassi})$$

$$\text{CMP} = \text{R\$ } 31.200,00$$

$$\text{Total} = \text{R\$ } 31.200,00$$

Este custo total, embora baixo em comparação com a produção mensal ou anual, pode ser bastante comprometido devido ao clima entre funcionários, notícias externas da mídia e de possíveis inspeções ou auditorias do Ministério do Trabalho comprometendo a imagem da Empresa.

#### **4.2.5 Custos Salariais**

Salário do funcionário acidentado: R\$ 1.596,00 \* 4 = **R\$ 6.240,00;**

(deve ser pago integralmente conforme acordo coletivo, referente acordo sindical na região do ABC);

Este valor, pago ao funcionário afastado, está comprometendo as metas de produção, pois a empresa terá que produzir, após a liberação da máquina com outro funcionário e pagando praticamente dois salários, o do funcionário substituto e do afastado.

Salário do funcionário substituto: R\$ 1.596,00 \* 4 = R\$ 6.240,00

Tem-se um custo total bem maior que o estimado para a produção da mesma peça no intervalo de tempo que o funcionário estiver afastado, totalizando:

**TOTAL R\$ 12.480,00**

#### **4.2.6 Custos Médicos**

Estes custos, embora o funcionário tenha um plano médico básico, muitos dos tratamentos, o plano médico não cobre principalmente as emergências de cirurgia, enxertos e demais serviços, tendo que o pagamento ser pela própria empresa.

Transporte funcionário: R\$ 1.950,00

Tratamento Hospitalar: R\$ 19.850,00 (Cirurgia + Enxerto + Plástica)

Tratamento psicológico. : R\$ 1.216,00 18 sessões

Fisioterapia: R\$ 910,00

**TOTAL R\$ 23.926,00**

Este custo é considerado um custo médio, pois conforme a gravidade do acidente, o funcionário pode ser internado em uma unidade de terapia intensiva, podendo até dobrar o custo das despesas médicas.

#### **4.2.7 Custos com Processo Cível**

Estes custos foram usados como estimativa de valor, pois se sabe que o custo pode variar em até 30% a mais do que o indicado neste cálculo, e o trabalho de um perito pode variar de região e até da empresa.

Advogado: R\$ 50.000,00 (p/ defesa da empresa)

Perito: R\$ 28.000,00

**TOTAL R\$ 78.000,00**

No Custo destas despesas não está incluso a indenização que possa ocorrer durante o processo. Se isso ocorrer, pode chegar a um valor de até 100% do custo médio estimado nestes cálculos.

Pode-se observar que, segundo o código penal brasileiro (Brasil), 2014, temos:

**Artigo 129 do Código Penal:**

**"Se resulta em lesão corporal de natureza grave ou incapacidade permanente para o trabalho":**

**§ 6º - Detenção de 2 meses a 1 ano.**

**§ 7º - Aumento de um terço da pena se o crime foi resultante de inobservância de regra técnica de "profissão."**

#### 4.2.8 Custos Totais do Acidente

Observou-se que o custo total de um acidente, com o custo do equipamento parado, sem produção, juntamente com os demais custos principais, como custos salariais, médicos e de processos, chegou-se a um valor elevado, conforme se pode observar no quadro 05.

Custos	Valor
Custo da máquina parada	R\$ 31.200,00
Custos salariais	R\$ 12.480,00
Custos médicos	R\$ 23.926,00
Custos com processo cível	R\$ 78.000,00
<b>Total do custo com acidente</b>	<b>R\$ 145.606,00</b>

Quadro 08 - Custos totais de acidentes  
Fonte: O Autor (2014)

Pode-se observar que o foco principal desta pesquisa é o levantamento de custos de um acidente sem óbito, pois se comparado com um acidente com óbito, tem-se um custo maior, estimando as multas da falta de adequação desta norma, aplicada pelo MTE, devido ao não cumprimento das demais normas vigentes, como a NR-12 e outras, o custo do advogado aumenta consideravelmente, pois terá a defesa de um processo criminal. O custo estimado é próximo de **R\$ 850.000,00**.

Além do custo estimado comentado anteriormente, a empresa terá o custo de adequação das normas regulamentadoras 10, norma regulamentadora 12 e outras normas que a fiscalização governamental exigir no local.

Quando comparado o investimento da adequação do centro de usinagem conforme a norma regulamentadora 12, e comparando com o custo de um possível acidente que poderia ocorrer naquele local devido à falta de adequação conforme normas verificou-se que a diferença é próxima de:

**Investimento da adequação do orçamento 01 igual a R\$ 65.212,00**

**Investimento da adequação do orçamento 02 igual a R\$ 20.692,00**

Foi realizado dois orçamentos, um com alta tecnologia e outro com uma tecnologia média, mas usual e dentro das normas, para verificar que se pode reduzir um custo de adequação em até 31% sem comprometer a segurança do sistema.

E comparando os mesmos com o custo do acidente, que é de **R\$ 145.606,00**, pode-se verificar que temos uma diferença elevada com relação aos dois valores comparativos, pois transformando em valores percentuais, para melhor análise, verificou-se:

**Diferença percentual de 223,28% maior que do acidente do orçamento 01;**

**Diferença percentual de 703,68% maior que do acidente do orçamento 02;**

Pode-se verificar facilmente através das figuras 28 que o custo do acidente é muito maior do que qualquer custo de investimento em reais para a adequação do centro de usinagem.

Conforme se observa na figura 29, verificou-se uma diferença percentual elevada, fácil de verificar e realizar uma análise entre os dois orçamentos, pois valores estes que podem servir até de incentivo para o empresário, pois quando optar em adequação de alguma máquina conforme a norma regulamentadora 12 pode verificar uma diferença percentual próxima de 480% entre os dois orçamentos de adequações do centro de usinagem.

Pode-se observar na figura 28 o comparativo entre o custo de um acidente e o investimento entre os dois orçamentos realizados.

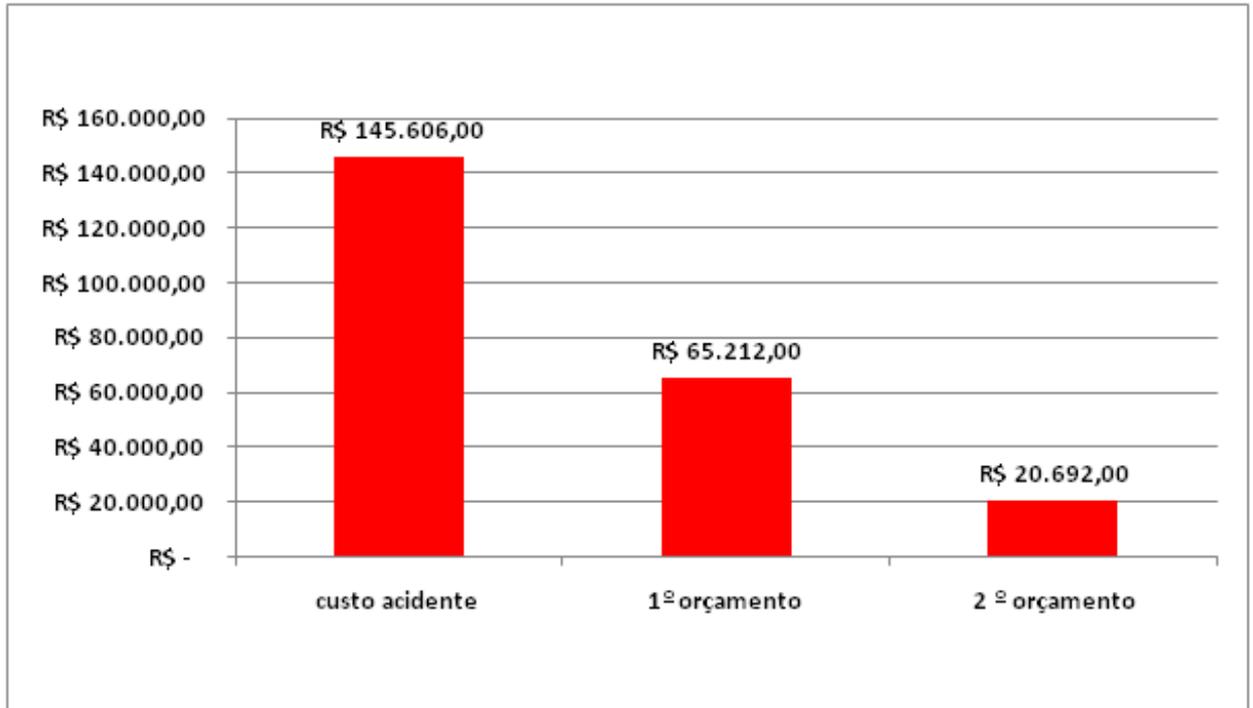


Figura 28 – Comparativa entre custo do acidente e orçamentos de adequação  
Fonte: O Autor (2014)

Pode-se observar a diferença comparativa entre os dois orçamentos, verificado na figura 29.

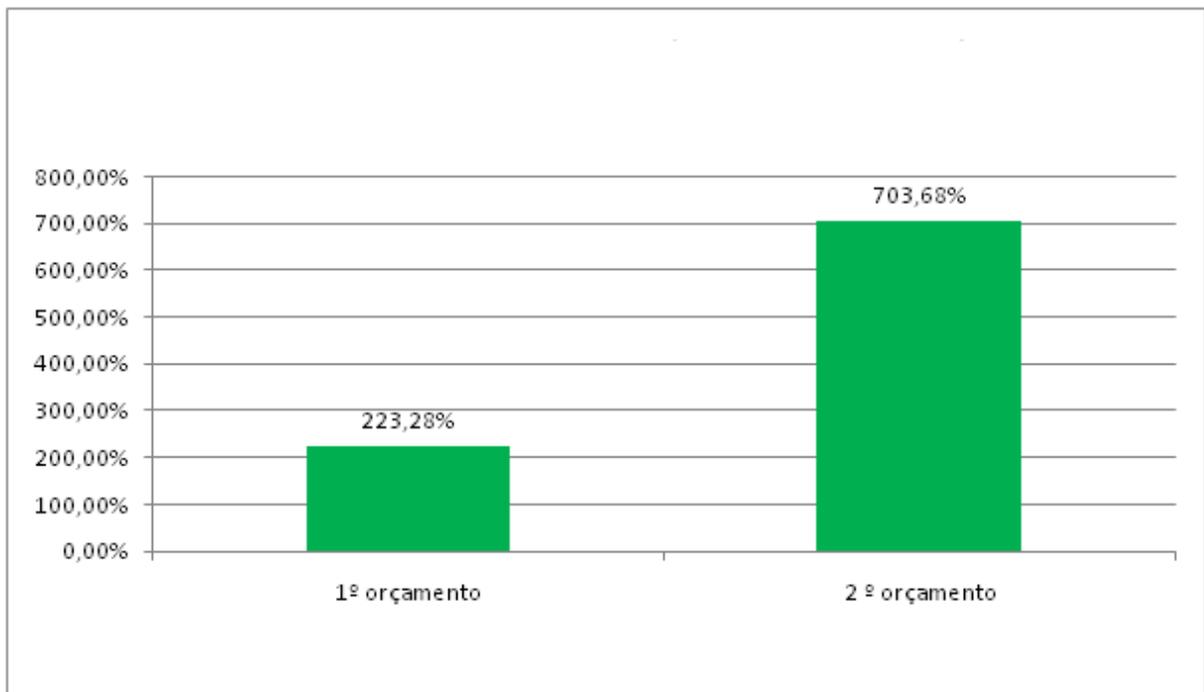


Figura 29 – Comparativa percentuais de custos acidente e orçamentos adequação  
Fonte: O Autor (2014)

Observou-se nesta monografia que o custo calculado do acidente em um centro de usinagem poderia, sem dúvida, ser usado para a adequação não somente deste centro de usinagem, mas de muitas outras máquinas, pois estamos falando de um custo de 223,28% a 703,68% maior que o investimento para a adequação desta máquina.

Quando se compara o custo do investimento do primeiro orçamento em relação ao custo do segundo orçamento, pode-se observar uma enorme diferença de valores, onde os empresários podem investir na adequação de suas máquinas com um custo bem menor e cumprindo os itens das normas regulamentadoras.

Por desconhecimento de muitos empresários, e muitas vezes pela redução de custos inconsequentes, muitas empresas quando não investe na adequação das normas regulamentadoras de sua empresa, ocorrendo um acidente grave, a mesma vai ser multada, interditada, inspecionada e somente será liberada pela justiça após pagamento de multas pesadas e da adequação de todas as normas regulamentadoras ligadas a sua produção.

Outro fator que se leva em consideração foi o comprometimento da marca, que fica muito vulnerável, pois, perante o prejuízo não só financeiro de um acidente, mas moral e de comprometimento irreparável em sua marca, os empresários optam por retirar seus investimentos.

Em caso de acidente grave ou fatal, a mídia faz reportagens e propagandas negativas com relação ao acidente ocorrido, e como consequência deste fato, a interdição da empresa, uma queda violenta de produção, altos prejuízos financeiros, podendo nesta empresa ocorrer à concordata, fechamento ou até mesmo sua falência.

### 4.3 Ferramenta FMEA

Com o objetivo de conseguir mensurar valores quantitativos na adequação do centro de usinagem desta Empresa, optou-se pelo uso de alguma ferramenta que pudesse mostrar com qualidade e até com certa simplicidade o efeito das falhas que poderiam causar um acidente no local.

Optou-se em usar na adequação do centro de usinagem, a ferramenta FMEA (Análise dos Modos e Efeitos das Falhas) que é um método de análise de projetos usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema, produto ou processo, mediante um raciocínio basicamente dedutivo. É um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa.

Com essa ferramenta, conseguiu-se analisar os principais modos de falhas que poderiam ocasionar um acidente grave, analisando seus efeitos potenciais, suas principais causas e as ações recomendadas com seus respectivos responsáveis em realizar essas ações. Após a realização das ações, verificaram-se novamente os resultados, com as respectivas pontuações.

A ferramenta FMEA por se tratar de uma análise quantitativa, consegue-se observar nitidamente, através de valores numéricos, a eficiência da mesma.

Observou-se no quadro 06, que após uma inspeção no centro de usinagem, antes da adequação conforme a norma regulamentadora 12 ser realizada, um valor numérico bem superior que o valor numérico após a adequação deste equipamento.

Empresa:		EMPRESA							Núm. FMEA		1				
Processo Analisado:	Risco Centro de Usinagem								Página	1	de	1			
Grupo de Trabalho:									Responsável:						
									Data:		01/09/2014				
Item		Estado Melhorado							Resultados pós-ações						
Função/Processo	Modo de Falha Potencial	Efeito Potencial da Falha	S e v	Causa	O c o r	Controles atuais do processo	D e t e c	N P R	Ações recomendadas	Reponsável / Prazo	Ações que foram tomadas	S e v	O c o r	D e t e c	N P R
Usinagem do chassi no Centro de Usinagem	esmagamento do corpo ou partes durante a operação	morte ou amputação dos membros	9	entrada no local na hora errada	9	baixa	6	486	instalação de telas no entorno do equipamento e sensores de interrupção de processo nas portas	Engenharia	instalado telas no entorno do centro de usinagem e instalado sensores	1	1	1	1
	prensamento durante movimentação final do chassi	amputação dos membros e/ou contusão	9	deixar o carro automático do chassi esmagar os membros	7	baixa	6	378	instalação sensores cortina luz na entrada e saída do equipamento	Engenharia	instalado sensores de cortina de luz	1	2	1	2
	entrada do operador com a máquina em funcionamento	morte ou amputação dos membros	9	desatenção durante a operação	7	moderada	5	315	instalação de telas no entorno do equipamento e sensores de interrupção de processo nas portas	Engenharia	instalado telas no entorno do centro de usinagem e instalado sensores	1	1	1	1
	entrada de pessoas estranhas no centro de usinagem	morte ou amputação dos membros	9	desatenção e desconhecimento do perigo do local	7	moderada	5	315	instalação de telas no entorno do equipamento e sensores de interrupção de processo nas portas	Engenharia	instalado telas no entorno do centro de usinagem e instalado sensores	1	1	1	1
	quebra de ferramentas e projeção no operador	perfuração do corpo e perda de visão	8	desatenção durante a operação e falta proteção no local	4	moderada	5	160	Instalação sensores que quando da abertura porta interrompa processo	Engenharia	Instalado sensores nas portas	2	2	1	4

Quadro - 09 FMEA do centro de usinagem

Fonte: O Autor (2014)

Pode-se observar que no uso da ferramenta de análise dos modos e efeitos de falha (FMEA), chegou-se a um valor numérico inicial antes da adequação de:

486 pontos para esmagamento;

378 pontos para prensamento;

315 pontos para entrada do operador com máquina em funcionamento;

315 pontos para entrada de pessoas estranhas no centro de usinagem;

160 pontos para quebra de ferramentas e projeção no operador.

Após a adequação do centro de usinagem, observou-se uma grande melhora, conforme observado de:

01 ponto para esmagamento;

02 pontos para prensamento;

01 ponto para entrada do operador com máquina em funcionamento;

01 ponto para entrada de pessoas estranhas no centro de usinagem;

04 pontos para quebra de ferramentas e projeção no operador.

Quando comparado com valores percentuais, chegou-se a valores entre 99,8% no melhor caso de diminuição dos riscos a valores de 97.5% para o pior caso de diminuição dos riscos.

Esta ferramenta foi de suma importância para medir, de forma qualitativa, pois se observou claramente a diminuição dos itens de severidade, ocorrência e detecção, e chegou-se a valores muito baixos se comparado com os valores da análise inicial, sem a adequação da máquina do centro de usinagem conforme a norma regulamentadora 12.

## 5. CONCLUSÃO

Verificou-se um percentual de diferença aproximado de 223,28%, entre o investimento de adequação do Centro de Usinagem e um possível acidente, quando usado uma adequação com materiais de alta tecnologia, e podendo chegar a 703,68% quando usando materiais de média tecnologia, mas dentro da aceitação das normas vigentes. Estes valores, se comparados com acidentes fatais, podem chegar a valores bem maiores.

Nos objetivos específicos, verificou-se que na adequação deste centro de usinagem, se tem duas alternativas de investimento, com alta tecnologia e com uma tecnologia média, mas dentro das expectativas da segurança, podendo ser realizado uma escolha. A empresa, por ter uma cultura elevada de segurança, optou em usar a adequação com alta tecnologia.

O investimento da adequação, comparando com o custo de um acidente, pode ser usado para a implantação de todas as máquinas desta empresa, tendo ainda uma margem de sobra de capital investido, pois sabemos que as outras máquinas desta empresa, que não é considerada o foco desta pesquisa, possui um custo bem menor de investimento para sua adequação.

O maior impacto de um acidente grave dentro de uma empresa, além do custo financeiro, é o comprometimento da marca, muitas vezes saindo na mídia como propaganda negativa, afastando investidores e clientes, diminuindo as vendas, podendo até chegar à falência da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, J.D. **Considerações críticas sobre a metodologia de coleta e obtenção de dados de acidentes do trabalho no Brasil**. 1996. 116p. Dissertação de Mestrado – USP, São Paulo, 1996.
- ABIMAQ, **Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos**.
- ABNT NBR 00213, **Segurança De Maquinas - Conceitos Fundamentais**.
- ABNT NBR 14153, **Segurança De Maquinas - anexo B**.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14280 – Cadastro de acidente do trabalho – Procedimento e classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- BEDRIKOW, Bernardo; BAUMECKER, Ivone C.; BUSCHINELLI, José Tarcísio P. **Grupo técnico para definição de critérios para enquadramento dos ramos de atividade em graus de risco**. 1996.
- BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 - Máquinas e Equipamentos. Manual de Legislação Atlas**. São Paulo: Atlas, 74ª Edição, 2014.
- Brasil, **Lei nº 6.514, de dezembro de 1978**.
- Brasil, **Lei nº 8.213 de 25 de julho de 1991**.
- FALEIROS, V. P. **O Trabalho da Política: Saúde e Segurança dos Trabalhadores** S.Paulo, Cortez, 312p. 1992.
- FARIA, M. T. **Gerência de Riscos. Apostila do CEEST. UTFPR, Curitiba, 2010**.
- FONSECA, J. I.; RAVENA, P. P. P.; GALLORO, V. D. **Introdução à Contabilidade de custos: Conselho Regional de Contabilidade do Estado de São Paulo. Curso sobre contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 1992.
- GONÇALVES, Edwar Abreu **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho**. LTR 2000.
- IGÉSEAS, FRANCISCO – **A Revolução Industrial**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1981. 125p.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MARX, K. **O Capital, Livro 1, Ed. Civil**. Brasileira, 1980.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalhador (PNSST)**. Brasília, 2005. Versão pronta após sugestões – 29/12/2004. Incluídas sugestões do Seminário Preparatório dos AFTs e DRTs.

MUNAKATA, K. **A legislação trabalhista no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1984. 112 p. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea 2011.

McCormick, E. J. **Human Factors in Engineering and Design**. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 1993. chap. 20, p. 655 - 695.

PALADY, Paul. **Análise dos Modos de Falha**. 3ª ed. São Paulo: Ed. Instituto Imam, 2004. 204p.

ROCKWELL, AUTOMATION, **Adequação de máquinas**. Apostila, São Paulo, 2011.

SANDERS, M.S.; McCormick, E. J. **Human Error, Accidents, and Safety**. In: SANDERS, M.S.; 1998. Chap. 25. P.

Safety of machinery -- **Safety-related parts of control systems** -- Part 1: General principles for design.

Safety of machinery - **Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems**.

VILELA, R.A.G. – **Negociação Coletiva e Participação na prevenção de Acidentes do Trabalho**. 2ª ed. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1984.

Oliveira, Diogo – **O Acidente de Trabalho**, Editora Brasiliense, 2008, 98p.