

RUFFUZ LÁZARO MACIEL CORDEIRO DE FIGUEIRÊDO

**ESTUDO DA SEGURANÇA DO TRABALHO EM SERVIÇOS REALIZADOS COM  
ELETRICIDADE TENDO REFERÊNCIA À NOVA NR-10**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do grau de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho para a  
Faculdade Figueiredo Costa.

**Orientador: Prof. Edison Teixeira Rego.**

MACEIÓ – AL  
2013

RUFFUZ LÁZARO MACIEL CORDEIRO DE FIGUEIRÊDO

ESTUDO DA SEGURANÇA DO TRABALHO EM SERVIÇOS REALIZADOS COM  
ELETRICIDADE TENDO REFERÊNCIA À NOVA NR-10

Esta Monografia foi julgada e aprovada para obtenção de Especialista pela Faculdade Figueiredo Costa.

Banca Examinadora:

---

Orientador:

---

Presidente Professor:

---

Professor Convidado:

Maceió \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos aos nossos familiares que sempre nos apoiou nessa longa caminhada, Maria Leônia, Jessé Maciel, Carla Jaciara, Rebecka Leal, Zoraide Raquel, Lucas Gabriel e Alice Rebecka.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus e aos nossos Pais, a vocês que deram a nossa vida e ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um obrigado. A vocês, que iluminaram os nossos caminhos obscuros com afeto e dedicação para que nós trilhássemos sem medo e cheio de esperanças os nossos caminhos, não bastaria um muito obrigado. A vocês, que se doaram inteiramente e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudessem realizar os nossos. Pela longa espera e compreensão durante minhas longas viagens, não bastaria um muitíssimo obrigado. A vocês, meus pais por natureza, por opção e amor, não bastaria dizer, que não tenho palavras para agradecer tudo isso. Mas é o que me acontece agora, quando procuro arduamente uma forma verbal de exprimir uma emoção impar. Uma emoção que jamais seria traduzida por palavras.

*“Não confunda jamais conhecimento com sabedoria. Um o ajuda a ganhar a vida; o outro a construir uma vida”.*

*Sandra Carey*

## RESUMO

O estudo tem o objetivo de explicar e demonstrar mudanças e novidades da nova NR-10, onde terá uma significativa redução de acidentes de trabalho no setor elétrico; Relata-se um estudo da NR-10 atual com a antiga, demonstrando por que fato aconteceu esta mudança e as vantagens dessa reformulação. Na pesquisa discutem-se medidas de controle de risco elétrico, com o intuito de analisar se as novas medidas de controle tendem a reduzir os acidentes de trabalho. Tendo em vista a importância da vida humana, que através da análise realizada pode trazer melhoria nas condições de saúde e segurança do trabalhador na área elétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia de segurança do trabalho; NR 10; Segurança com eletricidade.

## **ABSTRACT**

The study aims to explain and demonstrate the new changes and new NR-10, which will have a significant reduction in accidents in the energy sector; report a study of current NR-10 with the old, showing that actually happened this change and the benefits of this reformulation. In the research we discuss control measures electrical hazard, in order to examine whether the new control measures tend to reduce workplace accidents. Given the importance of human life, that through the analysis performed can bring improvements in health and safety of workers in the electrical area

**KEYWORDS:** Engineering safety; 10 NR; Safety with electricity.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Efeitos da corrente elétrica .....  | 21 |
| <b>Figura 2:</b> Curva de segurança S de tensão para cada condição de pele humana .....            | 22 |
| <b>Figura 3:</b> Diagrama unifilar .....   | 30 |
| <b>Figura 4:</b> Pirâmide de Heinrich .....  | 32 |
| <b>Figura 5:</b> Pirâmide de Bird (1966) .....   | 33 |
| <b>Figura 6:</b> Pirâmide de Bird (1968) .....   | 34 |
| <b>Figura 7:</b> Dominó de bird .....  | 35 |
| <b>Figura 8:</b> Fatores Responsáveis pela saúde ocupacional e segurança.....                      | 39 |
| <b>Figura 9:</b> Histórico das taxas de acidentes no setor elétrico .....                          | 44 |
| <b>Figura 10:</b> Adaptação da Pirâmide de Bird, de 1999 a 2004.....                               | 46 |
| <b>Figura 11:</b> Comparativo anual de acidentes com arcos elétricos de 1993 a 2010.....           | 47 |
| <b>Figura 12:</b> Acidentes de Origem Elétrica no Setor da Construção Civil no Ano de 2010.....    | 48 |
| <b>Figura 13:</b> Acidentes Fatais Classificados por Tipo.....                                     | 48 |
| <b>Figura 14:</b> Gráfico acidentário .....  | 49 |
| <b>Figura 15:</b> Capacete de proteção tipo aba frontal e capacete de proteção tipo aba total..... | 58 |
| <b>Figura 16:</b> Óculos de segurança para proteção.....   | 59 |
| <b>Figura 17:</b> Protetor auditivo tipo concha.....   | 59 |
| <b>Figura 18:</b> Protetor auditivo tipo inserção.....   | 60 |
| <b>Figura 19:</b> Luva isolante de borracha .....  | 60 |
| <b>Figura 20:</b> Calçado de proteção tipo botina de couro.....                                    | 60 |
| <b>Figura 21:</b> Cinto de segurança tipo paraquedista .....                                       | 61 |
| <b>Figura 22:</b> Seccionamento de chave seccionadora. ....  | 66 |
| <b>Figura 23:</b> Detector de alta tensão .....  | 67 |
| <b>Figura 24:</b> Aterramento temporário .....   | 67 |
| <b>Figura 25:</b> Placa de perigo de morte – alta tensão .....                                     | 69 |
| <b>Figura 26:</b> Placa não operar “trabalhos”. ....   | 70 |
| <b>Figura 27:</b> Placa equipamento energizado .....   | 70 |
| <b>Figura 28:</b> Placa equipamento com partida automática. ....                                   | 71 |
| <b>Figura 29:</b> Placa perigo – não fume - não acenda fogo – desligue o celular.....              | 71 |
| <b>Figura 30:</b> Placa atenção para banco de capacitores e cabos a óleo.....                      | 72 |

**LISTA DE TABELAS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Chances de salvamento.....                                 | 23 |
| <b>Tabela 2:</b> Densidade de corrente e efeitos .....                      | 25 |
| <b>Tabela 3:</b> Mapas de riscos .....                                      | 28 |
| <b>Tabela 4:</b> Categorias de Frequências dos Cenários Usadas na APR ..... | 42 |
| <b>Tabela 5:</b> Categoria de Severidade dos Cenários da APR.....           | 42 |
| <b>Tabela 6:</b> Matriz de Classificação de Riscos Usada em APR .....       | 43 |
| <b>Tabela 7:</b> Índice de risco e Prioridade de Intervenção .....          | 43 |
| <b>Tabela 8:</b> Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro, 2010. ....         | 45 |
| <b>Tabela 9:</b> Propriedades das Vestimentas Quanto à Proteção.....        | 63 |
| <b>Tabela 10:</b> Classes de Riscos Correspondentes ATPV. ....              | 64 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>1. NORMAS REGULAMENTADORAS .....</b>                          | <b>12</b> |
| 1.1. Histórico das normas regulamentadoras .....                 | 12        |
| 1.2. Considerações gerais .....                                  | 14        |
| <b>2. SETOR ELÉTRICO .....</b>                                   | <b>15</b> |
| 2.1. Histórico .....   | 15        |
| 2.2. Riscos elétricos .....                                      | 19        |
| 2.2.1. Choque.....   | 20        |
| 2.2.2. Campos eletromagnéticos.....                              | 24        |
| 2.3. Fontes significantes para ocorrência de risco .....         | 26        |
| 2.4. Controle de riscos .....                                    | 28        |
| 2.5. Avaliação de riscos .....                                   | 31        |
| 2.6. Análise preliminar de riscos - APR .....                    | 39        |
| <b>3. ACIDENTES NO SETOR ELÉTRICO .....</b>                      | <b>44</b> |
| 3.1. Dados estatísticos .....                                    | 44        |
| 3.2. Impactos dos acidentes .....                                | 49        |
| <b>4. NORMA REGULAMENTADORA N° 10 – NR-10.....</b>               | <b>50</b> |
| 4.1. Atualização da Norma .....                                  | 50        |
| 4.2. Estudo comparativo da NR-10/1978 com a nova NR-10/2004..... | 52        |
| 4.3. Medidas de controle do risco elétrico.....                  | 56        |
| 4.3.1. Proteção individual .....                                 | 57        |
| 4.3.1.1. Vestimentas de trabalho.....                            | 62        |
| 4.3.1.2. Proteção coletiva.....                                  | 65        |
| 4.3.1.2.1. Sinalização de segurança .....                        | 68        |
| <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>75</b> |

## INTRODUÇÃO

A eletricidade é uma das fontes mais necessitadas pela sociedade. Sua descoberta e exploração revolucionaram os lares e as indústrias do mundo civilizado e a vida de hoje depende inteiramente desse agente físico.

O consumo de energia elétrica e o uso da eletricidade crescem significativamente nos últimos anos. Porém, sabe-se que esta mesma fonte importantíssima que nos trás tantos benefícios, pode ocasionar diversos danos irreversíveis à sociedade.

Quando o assunto é segurança no trabalho a eletricidade é uma das maiores fontes de acidentes e fatalidades. Ela é incolor e inodora, por isso que a adoção de medidas preventivas que venham diminuir ou eliminar os riscos de choque elétrico ou curto-circuito nos ambientes de trabalho se torna ainda mais importante. Os acidentes provenientes da eletricidade podem ocorrer pela atuação tanto da energia produzida pelo homem como através da natureza.

A NR-10 é uma norma regulamentadora de segurança e saúde no trabalho que abrange todas as fases da produção de energia elétrica e todos os trabalhos realizados com eletricidade ou em suas proximidades, fiscalizada pelo Ministério do Trabalho, que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade, uma revisão da Norma de 1978 – Portaria 598, oficializada no Diário Oficial – 08.12.04. Em linhas gerais, a NR-10 cuida da segurança do empregado e trabalhador, ou seja, qualquer empregado não pode correr riscos choques, de queimadura ou qualquer outro dano que seja causado por serviços com eletricidade. As normas regulamentadoras têm de ser aplicadas em todas as empresas e o seu não cumprimento acarretará em aplicação de penalidades ao empregador ou a empresa.

Desde que foi lançada a nova NR-10, por intermédio da Portaria 598/04, do Ministério do Trabalho e Emprego, elevou de forma significativa o interesse sobre a segurança em instalações e serviços com eletricidade. Onde a nova reformulação da norma estabelece os requisitos e condições mínimas para a implementação de sistemas de controle e métodos de prevenção de riscos e acidentes, trazendo melhorias e garantindo segurança e saúde aos trabalhadores que estejam expostos ou que interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade em geral.

O estudo realizado explica detalhadamente os itens da norma regulamentadora, bem como, nos trabalhos executados de acordo com a tecnologia e parâmetros implantados, e o nível de proteção e habilidades do trabalhador.

Realiza-se uma análise comparativa da nova e antiga NR10, com objetivos de demonstrar as principais modificações.

Com análises e estudos a serem realizados no trabalho, a pesquisa tem o intuito de melhorar a política de segurança no setor elétrico, auxiliando na conscientização dos trabalhadores, empregadores e dirigentes sobre proteção do trabalhador como sinônimo de produtividade.

## **1.1 NORMAS REGULAMENTADORAS**

### **1.2 Histórico das normas regulamentadoras**

As inovações tecnológicas advindas da revolução industrial a partir da década de 50 proporcionavam maior velocidade ao processo de transformação de matéria-prima em bens de consumo. No entanto, além de acelerar processos e reduzir custos, as máquinas também transformaram as relações de trabalho no meio fabril. Os trabalhadores passaram por um processo de especialização de sua mão de obra, assim só tinham responsabilidade e domínio somente do processo industrial. Tal processo passou a exigir dos trabalhadores uma maior qualificação e uma crescente intervenção desses nos processos produtivos, o que consequentemente tornou-os mais suscetíveis a acidentes de trabalho. Tanto as empresas, quanto o Estado não tomaram postura diante de tal fato. Com a Revolução Industrial houve também um aumento do número de acidentes de trabalho. Por conta disso, na década de 70 o Brasil ostentava o título de “Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho” (TEIXEIRA, 2011).

Devido a esses fatores começaram a repensar sobre a segurança e a saúde no trabalho, onde as normas passaram a ser reformuladas com melhores critérios e detalhamento.

As primeiras referências legais à Inspeção do Trabalho no Brasil surgem do Decreto n.º 1.313 de 17/01/1891, todavia, o referido dispositivo legal abordava apenas normas relativas ao trabalho de crianças na Capital, na época a cidade do Rio de Janeiro (WIKIPEDIA, 2008).

Após, a modificação do Decreto n.º 9.671-A, de 04/04/1931, no governo de Getúlio Vargas, criou-se o Departamento Nacional do Trabalho, responsável pela fiscalização do cumprimento de Leis sobre acidentes do trabalho, jornada, férias, trabalho de mulheres e menores e organização sindical.

Em 19/07/1947 a Organização Internacional do Trabalho (OIT) adere a Convenção n.º 81, que estabelece que cada Membro da OIT, deve ter um sistema de fiscalização do trabalho nos estabelecimentos industriais e Comerciais. Contudo, o Brasil ratificou a Convenção n.º 81 da OIT, pelo Decreto Legislativo n.º 24, apenas em 29/05/1956, promulgado pelo Decreto n.º 41.721, de 25/06/1957, ou seja, 10 anos mais tarde.

Devido aos fatos anteriores, em 15/03/1965, com a expedição do Decreto n.º 55.841, surge o Regulamento da fiscalização do Trabalho, que estrutura as carreiras dos Agentes da fiscalização do Trabalho nas diversas especialidades – Fiscal do Trabalho, Médico do Trabalho, Engenheiro e Assistente Social, e estabelece normas de fiscalização.

Em 1977 fora editada a Lei n.º 6.514 alterou o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativo à segurança e medicina do trabalho, na seção IX, que trata das instalações elétricas em seu art. 179 diz:

O Ministério do Trabalho disporá sobre condições de segurança e as medidas especiais a serem observadas em instalações elétricas em qualquer de suas fases de produção, transmissão, distribuição ou consumo de energia. E somente profissional qualificado poderá instalar, operar, inspecionar ou reparar instalações elétricas (ATLAS, 2006).

Posteriormente foi aprovadas 28 Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho, pela Portaria n.º 3.214, de 08/06/1978, conhecidas como “NR”, que fala sobre diversas áreas do trabalho. Atualmente, o Brasil dispõe de 33 normas regulamentadoras.

De acordo com a Norma Regulamentadora n.º 1 (NR1), que trata das disposições gerais, as NRs relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória

tanto pelas empresas públicas como as privadas e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, e aos órgãos dos poderes legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), conforme prevê a Lei 6.514/1977, que instituiu as referidas normas regulamentadoras (ATLAS, 2006).

### **1.3 Considerações gerais**

Segundo Miranda Junior (2007) desde a sua publicação, em junho de 1978, a Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) não havia tido modificações significáveis como as que foram aprovadas pela Portaria 598, de dezembro de 2004, as quais muitos aspectos discutidos de forma tripartite foram melhorados e passaram a fazer parte da nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10), o sistema tripartite de discussão para a revisão de normas regulamentadoras tem sido muito eficaz.

De acordo com Norma Regulamentadora nº10 (NR-10), a exigência de requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistema de prevenção de acidentes, garantem a segurança e a saúde dos trabalhadores expostos ou que interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (MTE, 2004).

Os resultados obtidos são frutos de negociações entre as três partes diretamente envolvidas com a segurança dos trabalhadores: sindicatos, empresas e Governo, formando assim o Grupo Técnico Tripartite de Energia (GTTE).

A nova norma traz orientações objetivas quanto às especificidades, e genéricas quanto as finalidades e aplicabilidade, resumindo e condicionando as disposições regulamentadas. Fica claro que a nova norma fixa os requisitos e as condições mínimas necessárias ao processo de transformação das condições de trabalho com energia elétrica, de forma a torná-los mais seguros e salubres (SOUZA, 2007).

A aplicabilidade da nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) se faz em todas as fases: produção, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e ou qualquer trabalhos realizado nas suas proximidades (ATLAS, 2006).

O trabalho nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica possuem riscos muito superiores do que aqueles existentes nas instalações elétricas residenciais e industriais, exigindo-se um conhecimento geral das diversas metodologias de análise de riscos, a fim de permitir a esperada avaliação crítica das condições de trabalho, sem a qual é praticamente impossível garantir a aplicação dos meios de controle colocados à disposição dos trabalhadores (FURNAS, 2006).

A definição de acidente de trabalho pela legislação previdenciária é conceituada acidente do trabalho meramente do ponto de vista social, exemplificando quais são os acidentes do trabalho, não definindo que se entende por acidente de trabalho. Assim se expressa o texto legal da Lei nº 8.213, de 25 de julho de 1991 (ZOCCHIO, 1996):

Art. 19. “Acidente do 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.”

Segundo Porto (2000) atualmente em muitas empresas brasileiras, se espera ocorrer acidentes e/ou doenças graves para se tomar alguma atitude, e frequentemente os trabalhadores são acusados como principais responsáveis pelos acidentes, através do uso do conceito de ato inseguro.

Vale ressaltar que a condição insegura não é o único fator e que as causas de acidentes não podem ser relacionadas apenas a um único fator, assim sendo, serão apresentados e explicados na sequencia da pesquisa (VIEIRA, 2005).

## **2 SETOR ELÉTRICO**

### **2.1 Histórico**

No século XIX, a cultura de produção do café era o ramo que mais gerava renda e lucratividade no Brasil e com o ganho obtido estimulava setores urbanos da economia. Com o

aumento populacional e conseqüentemente o crescimento das cidades ocasionou iniciativas para o uso da energia elétrica no país.

O Governo Federal em 1930 resolve assumir seu papel intervencionista na gestão do setor de águas e energia elétrica com a formalização do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934). A partir deste fato, a União passa a legislar e outorgar concessões de serviços públicos antes regidos por contratos regionais. A nova política setorial revê os critérios para estabelecimento de preços a fim de garantir ao prestador do serviço a cobertura das despesas de operação e das cotas de depreciação e reversão e a justa remuneração do capital investido.

Em 1934, foi promulgado o Código das Águas, o qual atribuiu à união o poder de autorizar ou conceder o aproveitamento de energia hidráulica, bom como outras fontes, para efeito de aproveitamento industrial. Com isso, todos os recursos hídricos foram incorporados ao patrimônio da união. Criou-se, em 1939, o Conselho Nacional das Águas (CNAE), a fim de sanar os problemas de suprimento, regulamentação e tarifas referentes à indústria de energia elétrica do país (VEIGA, FONSECA, 2002).

Após a Segunda Guerra Mundial, em decorrência do processo de urbanização (Êxodo Rural), a demanda começou a ultrapassar a oferta, iniciando um processo de racionamento nas principais capitais brasileiras. Tais fatores passaram a impor um ritmo de crescimento na demanda que rompia seus parâmetros históricos, foçando a realização de mais investimentos em novas usinas hidrelétricas (VEIGA, FONSECA, 2002).

No decorrer dos anos 40, acompanhando a tendência de outros setores estratégicos, o Estado estende seu papel e começa a atuar literalmente na produção. O primeiro investimento nessa direção foi à criação da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) em 1945.

Posteriormente o governo promoveria significantes mudanças na legislação tarifária brasileira. Uma lei de 1971 (5.655/71) designou a garantia de 10% a 12% de retorno sobre o capital investido, a ser incluída na tarifa. A medida visava a dar sustentação e segurança financeira ao setor e contribuiu também para financiar seu crescimento. Existia ainda a facilidade de obtenção de recursos junto à Eletrobrás e a entrada de empréstimos externos. Foi um período em que o setor desenvolveu sólidas bases financeiras. Havia, entretanto, grandes diferenças no custo de geração e distribuição entre diversas regiões. Na tentativa de diminuir

esta desigualdade, o governo fundou, em 1974, a equalização tarifária fixada por um sistema no qual as empresas superavitárias transferiam recursos para as deficitárias.

Devido ao choque do petróleo, em 1973, o governo passou a incentivar as indústrias a preferirem energia gerada por hidrelétricas às por combustíveis fósseis. Tal período (1973-79) causou grande ônus para o governo, pois para a ampliação da capacidade energética, como também para custear o Segundo Plano nacional de desenvolvimento (II PND), o país teve que fazer empréstimos em uma conjuntura internacional desfavorável, onde a elevação da taxa de juro por parte dos Estados Unidos (EUA) fez com que os financiamentos ficassem mais caros. Além disso, contribuiu também para a crise da reversão dos fluxos de capitais de países como Brasil para os Estados Unidos da América (CASTRO, 2003).

A partir dos anos 80, devido à escassez de crédito nacional e internacional, os investimentos foram praticamente interrompidos, inclusive os de infraestrutura, como os do setor elétrico, que possui vários períodos de maturação. Em particular, o esgotamento da política de financiamento desse setor, identificado no baixo nível tarifário e na eliminação das fontes de financiamento, desencadeou a necessidade de uma nova estrutura na política de financiamento para sua expansão. Um fator adicional que contribuiu para a crise foi o comprometimento do setor elétrico com duas obras consideradas monumentais: Itaipu e o Programa Nuclear Brasileiro (VEIGA, FONSECA, 2002).

Em 1990 foi um período de mudanças marcantes. Começou em 1993 com o desaparecimento da equalização tarifária e a criação dos contratos de suprimento entre geradores e distribuidores, preparando o mercado para a desestatização. Posteriormente vieram as licitações para novos empreendimentos de geração; criação da atividade do Produtor Independente de Energia; ordenação do livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição e a liberdade para os maiores consumidores escolherem onde adquirir seus suprimentos de energia.

É interessante ressaltar que o setor elétrico brasileiro foi constituído de empresas verticalmente integradas, com a geração e transmissão pertencente ao governo federal e parte da distribuição aos Estados (CASTRO, 2003).

O processo de privatização, inicialmente do sistema Eletrobrás, veio acelerar-se com uma mudança legislativa no Governo Itamar Franco, A lei nº 8361 de 1993 criou um novo regime tarifário para as empresas do setor elétrico e o decreto nº 1024 de julho de 1994 deu

poderes ao congresso para vender as estatais. Por fim, houve a criação do Conselho Nacional de Desestatização (CND) em 1995 no governo de Fernando Henrique Cardoso. Com a privatização em um estágio mais avançado, o governo decidiu criar a Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica (ANEEL) em substituição ao antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). A nova agência foi criada com o objetivo de analisar novas concessões, licitações e fiscalizar serviços prestados à população pelas empresas recém-privatizadas (CASTRO, 2003).

Na questão da geração, as empresas estatais que foram privatizadas e puderam se reorganizar, realizaram: cisões, fusões, incorporações, construção de filiais, redução de capital e etc. No que concerne à transmissão, o procedimento de coordenação de distribuição entre as geradoras passou a ser pelo Operador Nacional de Sistema (ONS), subsistindo a Eletrobrás nessa função (CASTRO, 2003).

Com o cenário de geração de energia praticamente todo hidrelétrico, o Brasil se viu em situação de emergência ao passar por um período de poucas chuvas que baixou radicalmente os reservatórios das usinas. Em maio de 2001 o governo foi obrigado a aderir medidas emergenciais para evitar um desastre na oferta de energia. Conseqüentemente o período do racionamento atrasou o crescimento do setor.

Com a alta volatilidade dos preços de geração, assim como as incertezas concernentes ao seu valor Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) futuro no mercado atacadista, o resultado foi que o modelo, ainda vigente ao período de junho de 2001 a fevereiro de 2002, fez com que o valor de Mhw caísse de seiscentos e oitenta e quatro reais para, aproximadamente, quatro reais, dificultando a realização de novos investimentos. Pois ele possuía problemas em aceitar que o preço de compra e venda na geração de energia variasse segundo a lei da oferta e procura, enquanto as tarifas de distribuição continuavam sendo reguladas, logo as empresas geradoras de energia poderiam ajustar o seu preço sem interferência do governo. Não obstante, ficou sujeitas às leis de mercado e, como, a oferta superou a demanda após o racionamento, o preço caiu fortemente. Por sua vez, as distribuidoras não poderiam fazer o mesmo, uma vez que possuem regulamentação (CASTRO, 2003).

Devido à crise identificou-se a necessidade de inserir novas formas de geração na matriz energética nacional. Tendo destaque as termelétricas que operam com combustíveis

como o bagaço de cana (biomassa) e o gás natural (a participação deste na oferta de energia do país saltou de 2,2% em 1985 para 6,6% em 2001). O Governo aderiu também medidas que apoiam o desenvolvimento de projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), fontes não convencionais e conservação de energia.

Desde o racionamento de 2001, o governo vinha pensando e discutindo propostas para uma reforma do setor elétrico. O modelo inglês foi tido como base para se fazer uma primeira análise no caso brasileiro. Sua ideia central é que no setor possa haver competição com a finalidade de aumentar a eficiência das empresas pertencentes à parte do mercado. Já nas áreas de transmissão e distribuição permaneceria uma grande presença de monopólios naturais, de modo a dificultar a criação de um mercado competitivo também nesses segmentos (MATTOS, 2001).

## **2.2 Riscos elétricos**

No setor de serviços que utilizam energia elétrica os riscos à segurança dos trabalhadores são enormes, podendo causar lesões graves e até mesmo a fatalidade. Os riscos são classificados para cada tipo de serviço e atividade, assim sendo, o maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores é de origem elétrica.

Considerada uma das fontes mais perigosas para o trabalhador, à eletricidade tem um dos mais altos potenciais lesivos ao homem. Mesmo em serviços que utilizam baixas tensões ela representa perigo à saúde do trabalhador, podendo trazer acidentes e danos irreversíveis. Seguem abaixo algumas definições significantes para um melhor entendimento dos riscos e suas causas.

Por risco entende-se, segundo o Portal da Construção (2008), que é a probabilidade de ocorrência de danos sobre pessoas ou bens, resultantes da concretização de uma determinada condição perigosa, em função:

- a) da probabilidade de ocorrência de uma determinada condição perigosa;
- b) do grau de gravidade dos danos consequentes, estes danos podem ser materiais, ambientais e humanos.

Em serviços com eletricidade o trabalhador está sujeito a exposição de dois agentes físicos de risco de acidentes, choque e arco elétrico, com consequências diretas. Há também os riscos com consequências indiretas como quedas, batidas, incêndio, explosões de origem elétrica, queimaduras etc. (FURNAS, 2006).

É relevante questionar que apenas tomar simples providências com o intuito de diminuir o risco elétrico não o elimina, tendo consciência que a energização acidental pode ocorrer devido a vários fatores, como:

- a) Contato acidental com outros circuitos energizados;
- b) Tensões induzidas por linhas adjacentes ou que cruzam a rede;
- c) Descargas atmosféricas e fontes de alimentação de terceiros,
- d) Conduta humana que devem ser previstos, uma vez que constituem riscos reais.

### **2.2.1. Choque**

Por definição, o choque elétrico é o efeito que se manifesta no organismo humano quando é percorrido por uma corrente elétrica. Usando uma comparação simples, com base nos dados científicos disponíveis, a intensidade de corrente elétrica que pode começar a causar efeitos indesejáveis no organismo humano é mil vezes menor do que a necessária para fazer funcionar uma lâmpada de 100 watts. Infelizmente, pouca gente sabe disso e desdenha do perigo de instalações e equipamentos elétricos de baixa tensão. A maioria das pessoas já passou pela experiência de um choque elétrico e por terem saído ilesas consideram esse tipo de acidente inofensivo. Aplicam o princípio da auto exclusão quando o assunto é a susceptibilidade aos acidentes. Alguns até acham engraçado “levar um choque”. É a completa banalização do perigo e o desconhecimento sobre a ocorrência estimada de mais de mil mortes por ano, no Brasil, decorrentes de acidentes com eletricidade; muitos deles em situações corriqueiras e em baixa tensão. Alguns curiosos se orgulham da coragem ao tratar com eletricidade, outros consideram exageradas as medidas de prevenção e há aqueles que acham tudo muito caro. Prefere comprar equipamentos e materiais mais baratos, suprimir dispositivos de proteção e delegar a execução e manutenção da instalação elétrica a um obreiro corajoso, promovido, “por bravura”, à condição de eletricitista. Diante de todos esses



absurdos, que ocorrem em todos os tipos de ambientes, incluindo os do trabalho, os profissionais de segurança, muitas vezes atônitos com a aparente complexidade do tema, são surpreendidos com acidentes graves e fatais em instalações e serviços de rotina (MATTOS, 2008).

Os acidentes ocorridos por choque elétrico podem provocar perturbações, como:

- a) Contração muscular;
- b) Tetanização dos músculos;
- c) Parada respiratória;
- d) Parada cardíaca;
- e) Eletrolise no sangue;
- f) Danos no cérebro;
- g) Danos renais;
- h) Fibrilação ventricular do coração, e;
- i) Queimaduras, de origem térmica e não térmicas.

A seguir a figura demonstra a relação entre intensidade, efeito e causa dos acidentes ocorridos por choque elétrico:

Figura 1: Efeitos da corrente elétrica

| INTENSIDADE | EFEITO                 | CAUSAS   |   |
|-------------|------------------------|--|---|
| 1 a 3 mA    | Percepção              | A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.                |  |
| 3 a 10 mA   | Eletrização            | A passagem da corrente provoca movimentos.                                     |   |
| 10 mA       | Tetanização            | A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão. |   |
| 25 mA       | Parada Respiratória    | A corrente atravessa o cérebro.  |   |
| 25 a 30 mA  | Asfixia                | A corrente atravessa o tórax.  |   |
| 60 a 75 mA  | Fibrilação Ventricular | A corrente atravessa o coração.  |   |

A maioria dos acidentes ocorridos por choque elétrico leva a lesões provenientes de batidas, quedas, e execução de serviços em lugares com diferença de níveis.

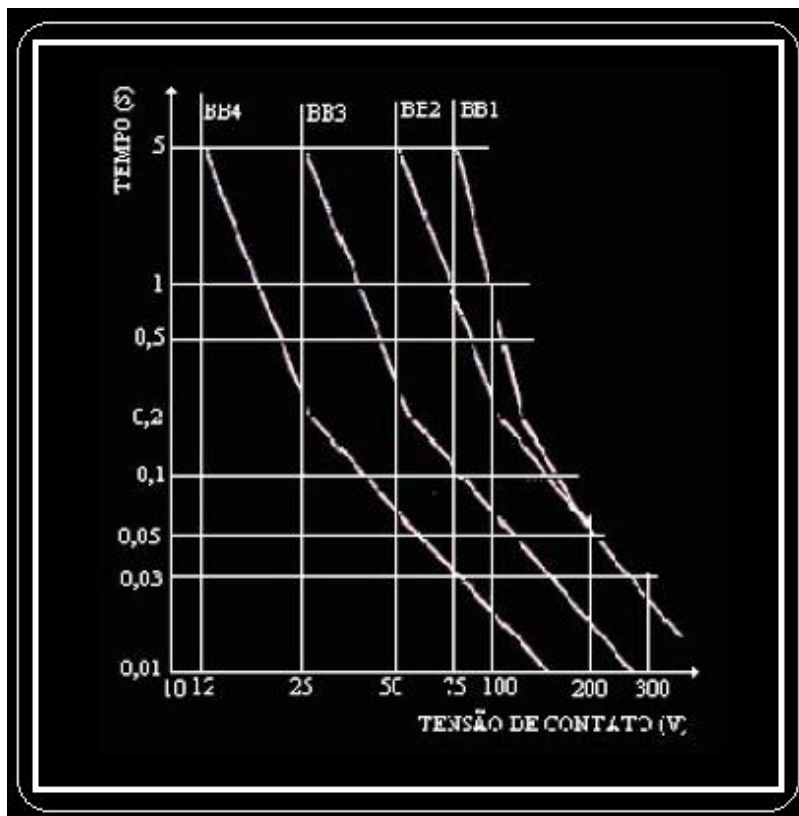
O choque elétrico também pode ser definido como um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. Essa corrente circulará pelo corpo tornando-o parte do circuito elétrico, onde há uma diferença de potencial suficiente para vencer a resistência elétrica oferecida pelo corpo (CPNSP, 2005).

A pele humana praticamente limita a corrente e o choque, a pele é classificada em função do seu grau de humidade, isto é condição BB1 – pele seca, BB2 – pele húmida, BB3 – pele molhada e BB4 – pele imersa a água (UFMS, 2012).

Para as mesmas condições da pele humana, o aumento da tensão elétrica diminui a resistência do corpo humano, aumentando, também o choque elétrico.

A figura a seguir mostra a curva de segurança de tensão do choque de acordo com a classificação da pele:

Figura 2 – Curva de segurança S de tensão para cada condição de pele humana



Segundo Furnas (2006) os fatores que determinam a gravidade da lesão ocasionada pelo choque elétrico são:

- a) Intensidade da corrente elétrica circulante – quantidade de corrente elétrica que circulará pelo corpo;
- b) Percorso da corrente elétrica - depende do caminho por ela percorrido, sendo o de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração;
- c) Características da corrente elétrica:

Corrente alternada (CA): As de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são mais perigosas devido à frequência na qual se situam possui maior possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular.

Corrente contínua (CC): As intensidades da corrente CC deverão ser mais elevadas do que em CA, para ocasionar as sensações do choque elétrico,

- d) Resistência elétrica do corpo humano – situa-se entre 100 e 600 kilohms ( $k\Omega$ ), quando apresentar-se seca e sem cortes. A resistência oferecida pela parte interna do corpo, constituída pelo sangue, músculos e demais tecidos, se comparado com a resistência da pele é bem baixa, entre 300 ohms em média.

Analisando a tabela 1, após uma parada cardiorrespiratória, devido a um choque elétrico, conclui-se que quanto menor o tempo de atendimento, maior será a possibilidade de salvamento da vítima.

Tabela 1 – Chances de salvamento

| Chances de Salvamento                                |                                 |
|--|---------------------------------|
| Tempo após o choque p/ iniciar respiração artificial | Chances de reanimação da vítima |
| 1 minuto   | 95 %                            |
| 2 minutos  | 90 %                            |
| 3 minutos  | 75 %                            |
| 4 minutos  | 50 %                            |
| 5 minutos  | 25 %                            |
| 6 minutos  | 1 %                             |
| 8 minutos  | 0,5 %                           |

### 2.2.2. Campos eletromagnéticos

Campos eletromagnéticos (CEM) ocorrem na natureza e sempre estiveram presentes na Terra. Entretanto, durante o século vinte, a exposição ambiental a fontes de CEM criadas pelo homem aumentou consistentemente devido à demanda por energia elétrica, tecnologias sem-fio em permanente evolução tecnológica e mudanças em práticas profissionais e comportamento social. Todos estão expostos a uma mistura complexa de campos elétricos e magnéticos em muitas frequências diferentes, em casa ou no trabalho (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2002)

As pessoas que trabalham com o Sistema Elétrico de Potência (SEP) estão expostas ao campo eletromagnético, em execução de trabalhos em linhas de transmissão aérea e subestações de distribuição de energia elétrica, onde existem elevados níveis de tensão e corrente.

Os danos e efeitos no organismo de um trabalhador decorrente da exposição ao campo eletromagnético são de natureza elétrica e magnética, no qual o trabalhador fica exposto ao campo onde seu corpo sofre uma indução, criando uma diferença de potencial entre o empregado e as fontes energéticas ativas.

Segundo Vieira (2005) além dos riscos dos altos potenciais elétricos em objetos não aterrados, os campos eletromagnéticos podem provocar vibrações dos íons cálcio e consequente perda do mesmo pelas células do cérebro. E ainda, podem levar a mudanças cromosomáticas, cerebelares (em animais), efeitos carcinogênicos (leucemias, tumores cerebrais etc).

Nos Estados Unidos, os limites de tolerância de exposição aos campos eletromagnéticos de 50 e 60 Hz, são estabelecidos entre 0,5 mT para um dia de trabalho e 5 mT para 2 horas de trabalho para frequências de 50 e 60 Hz, limitada entre 10 e 30 kV/m, respectivamente. O limite de exposição para a população é de 5 kV/m e 0,1 mT no período de 24 horas. E na legislação brasileira não há limites estabelecidos (VIEIRA, 2005).

A tabela 2 abaixo mostra alguns valores que varia de 1 à 1000 de densidade de corrente, acarretando em vários tipos de efeitos, como:

Tabela 2 – Densidade de corrente e efeitos

| Densidade de corrente<br>(mA/m <sup>2</sup> ) | Efeitos  |
|---|--|
| 1.000 ou superior                             | Ligeira a grave disfunção do coração, grande perigo para a saúde   |
| 100 a 1.000                                   | A excitabilidade do sistema nervoso central muda. É detectável a irritação do tecido muscular neste nível.   |
| 10 a 100                                      | Efeitos largamente demonstrados, tais como alterações em proteínas e síntese de DNA e em actividade de enzimas, com efeitos visuais evidentes e possíveis efeitos nervosos.<br>O processo de regeneração de ossos fracturados tanto pode ser acelerado como anulado. |
| 1 a 10  | Subtis efeitos biológicos tal como mudanças no metabolismo do cálcio ou supressão da produção de melatonina (controla o ritmo dia/noite). As densidades de corrente interiores do coração e do cérebro estão nesta gama.   |
| inferior a 1                                  | Não existem efeitos conhecidos. As densidades de corrente interiores da maioria dos órgãos do corpo estão nesta gama.  |

Fonte: PBWORKS, 2012.

Nem sempre as soluções para minimizar os efeitos dos campos eletromagnéticos são fáceis devido à geração desses dois efeitos, elétrico e magnético, para o efeito do campo magnético geralmente é preciso aplicar técnicas complexas, já o campo elétrico pode ser enclausurado, através de qualquer superfície metálica situada entre a fonte elétrica e o indivíduo, ou fazer uso de roupas condutivas.

O método de enclausuramento foi desenvolvido por Faraday, que em seu experimento utilizou uma gaiola metálica, que era eletrificada e um corpo dentro da gaiola poderia permanecer lá, isolado e sem levar nenhuma descarga elétrica, ou seja, o campo elétrico no interior da gaiola é nulo (WIKIPEDIA, 2013).

Pessoas que possuem aparelhos eletrônicos em seu corpo, para ajuda funcional como, por exemplo, marca passo, aparelhos auditivos, dentre outros, unido com um trabalho situado em lugares e ambientes que possuam algum processo que produzam efeitos eletromagnéticos têm que ter muita atenção e tomar alguns cuidados, pois os funcionamentos desses aparelhos podem ser comprometidos na presença desses efeitos.

### 2.3. Fontes significantes para ocorrência de risco

Devido a diferentes tarefas executadas os acidentes de trabalho apresentam grande diversidade, atingem alguns grupos específicos de pessoas e ocorrem mais em determinadas categorias profissionais do que em outras. Sua frequência e gravidade estão intimamente ligadas à falta de prevenção e cuidados adequados.

Os acidentes de trabalho podem ser causados por inúmeras situações e envolver diferentes fontes, como, máquinas, produtos químicos, movimentação ou trabalho em grandes alturas, atividades realizadas no fundo do mar, em indústrias ou mesmo no escritório, por exemplo. Ocorrem em decorrência da prática de atos inseguros ou da existência de condições inseguras. Essas duas situações constituem causas determinantes na ocorrência dos riscos e em consequência dos danos e das fatalidades.

Em decorrência do contexto e das condutas acima citadas tem-se como alguns exemplos do cotidiano o contato com um condutor nu energizado e falha na isolação elétrica.

Uma dos agentes mais comuns de acidentes no setor elétrico é o contato com condutores nu energizados. Geralmente o que acontece é que equipamentos tais como guindastes, caminhões basculantes tocam nos condutores, e acaba fazendo parte do circuito elétrico; ao serem tocados por um trabalhador ou por uma pessoa localizada fora dos equipamentos, ou mesmo pelo motorista, ao sair do veículo, e mantiver contato simultâneo com a terra e o equipamento, cria-se uma diferença de potencial, causando um acidente fatal.

Trabalhadores sofrem choque elétrico em circuitos de banco de capacitores frequentemente, isso se dá, por que mesmo quando eles estão desligados dos circuitos que os alimentam, uma carga elétrica fica armazenada por um determinado intervalo de tempo.

Outra grande fonte de acidente que acontece com frequência, é quando desligar-se o primário de um transformador, quando se tem o objetivo de executar algum serviço. O risco que se corre é que do lado do secundário pode ter sido ligado algum aparelho, o que poderá induzir no primário uma tensão elevadíssima, podendo causar acidentes e fatalidades.

Os condutores são geralmente cobertos por uma película isolante. Porém, a deterioração por agentes agressivos, o envelhecimento natural ou forçado ou mesmo o uso

inadequado do equipamento podem comprometer a eficácia da película, como isolante elétrico.

Abaixo, serão mostrados, vários agentes pelos quais o isolamento elétrico pode ficar comprometido:

- a) Calor e Temperaturas Elevadas
- b) Umidade
- c) Oxidação
- d) Radiação
- e) Produtos Químicos
- f) Desgaste Mecânico
- g) Altas Tensões
- h) Pressão

Conforme Furnas (2006) os fatores pelos quais os isolamentos elétricos podem ficar comprometidos são:

- a) Calor e temperatura elevados;
- b) Umidade: o fato do revestimento dos condutores absorverem umidade faz com que a resistência do material isolante fique diminuída tanto no seu interior como na sua superfície;
- c) Oxidação;
- d) Desgastes mecânicos;
- e) Fatores biológicos;
- f) Produtos Químicos: os isolantes elétricos degradam-se na presença de ácidos, lubrificantes e sais;
- g) Radiação: as radiações ultravioletas e nucleares têm a capacidade de degradar as propriedades do isolamento, especialmente de polímeros;
- h) Altas tensões: Altas tensões podem originar arcos elétricos ou efeitos corona, os quais criam buracos na isolação ou degradação química, reduzindo, assim, a resistência elétrica do isolamento;
- i) Pressão: O vácuo pode causar o desprendimento de materiais voláteis dos isolantes orgânicos, causando vazios internos no material isolante, reduzindo assim sua resistividade.

### 2.3. Controle de riscos

De acordo com o item 10.2 da Norma Regulamentadora nº10 (NR-10), em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho, e define medida de controle como um conjunto de ações estratégicas de prevenção com o objetivo de eliminar ou reduzir os riscos de acidentes, ainda manter sob controle os possíveis potenciais de riscos de acidentes que podem causar danos aos trabalhadores, sendo obrigatória a aplicação de medidas preventivas de controle de tais riscos.

Tudo começa com a existência de riscos de acidentes, por isso é indispensável identificá-los e avaliá-los. Os riscos quando sob controle deixam de ser agressivos, mas fora de controle passam a ser um perigo para as pessoas. São tradicionalmente divididos em cinco classes e caracterizados de acordo com os agentes de riscos (ZOCCHIO, 1996).

De acordo com a Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) com referencia a tabela I do anexo IV da Norma Regulamentadora nº5 (NR-5) os riscos ocupacionais são classificados em grupos de acordo com a natureza e da padronização das cores correspondentes, didaticamente os riscos são divididos em: riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e Acidentes.

Tabela 3 – Mapas de riscos

| <b>GRUPO I:<br/>VERDE</b><br>Riscos Físicos | <b>GRUPO II:<br/>VERMELHO</b><br>Riscos Químicos     | <b>GRUPO III:<br/>MARROM</b><br>Riscos Biológicos | <b>GRUPO IV:<br/>AMARELO</b><br>Riscos Ergonômicos         | <b>GRUPO V:<br/>AZUL</b><br>Riscos de Acidentes                                 |
|---|--|---|--|---|
| Ruído                                       | Poeiras  | Vírus   | Esforço Físico Intenso                                     | Arranjo físico Inadequado   |
| Vibrações                                   | Fumos  | Bactérias   | Levantamento e transporte manual de peso                   | Máquinas e equipamentos sem proteção  |
| Radiações Ionizantes                        | Névoas   | Protozoários                                      | Exigência de postura inadequada                            | Ferramentas Inadequadas ou defeituosas  |
| Radiações não ionizantes                    | Neblinas   | Fungos  | Controle rígido de produtividade                           | Iluminação Inadequada   |
| Frio  | Gases  | Parasitas   | Imposição de ritmos excessivos                             | Eletricidade  |
| Calor                                       | Vapores  | Bacilos   | Trabalho em turno e noturno                                | Probabilidade de Incêndio ou explosão   |
| Pressões anormais                           | Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral |   | Jornada de Trabalho prolongadas                            | Armazenamento Inadequado  |
| Umidade                                     |  |   | Monotonia e repetitividade                                 | Animais peçonhentos   |
|   |  |   | Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico | Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes |

O conjunto de riscos físicos, químicos e biológicos é chamado de riscos ambientais, conforme a teoria de classificação dos riscos, que por muitos é considerada inadequada, pois se devem separar os riscos provenientes de causas naturais, como: raios, chuvas, terremotos, ciclones, ventanias, inundações etc. (FURNAS, 2006).

Todas as medidas de segurança aplicadas para proteger as pessoas contra os riscos de acidentes são por intermédio de uma das seguintes alternativas: eliminando-os, isolando-os e ou sinalizando-os (ZOCCHIO, 1996).

O aterramento elétrico é definido como uma ligação intencional com o solo e pode ser considerado como um condutor para a dissipação da corrente elétrica. Os aterramentos são classificados em dois tipos: aterramento funcional e de proteção, mas há ainda um tipo de aterramento para serviços de manutenção, denominado de aterramento temporário. (VIEIRA, 2005).

A partir de estudos de riscos é possível visualizar a rotina de cada funcionário, com objetivo de diagnosticar e aplicar sequências de operações corretas ou menos prejudicial.

Segundo o Portal da Construção (2008) dentre as metodologias existentes para análise de risco destacam-se:

- a) Análise Preliminar de Risco (APR): é uma metodologia estruturada para identificar os riscos, os perigos, as suas causas e efeitos, avaliação qualitativa desses riscos, priorização dos riscos, e sugerir medidas preventivas para eliminar ou reduzir as causas e conseqüências dos riscos;
- b) Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA): é uma ferramenta que procura evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo;
- c) Hazard and Operability Studies (HAZOP): Estudo de Riscos Operacionais – é uma metodologia que se destina a examinar instalações e/ou processos complexos com vista a encontrar procedimentos e operações que constituam risco real e/ou potencial;
- d) Faut Tree Analysis (FTA): Análise de Árvore de Avarias – é aplicada em zonas restritas de instalações consideradas sensíveis, para análise dos riscos antecipadamente observados e não na identificação dos riscos;

- e) Análise Preliminar de Perigo (APP): é uma metodologia indutiva estruturada para identificar os potenciais perigos decorrentes do tipo das instalações, dos sistemas ou da própria operação.

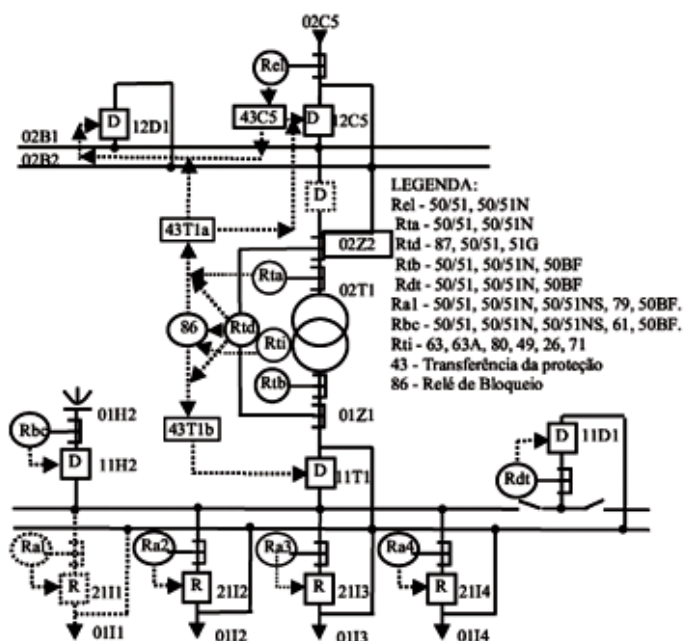
Um método importantíssimo para proteger instalações elétricas são os diagramas unifilares, onde devem estar atualizados e a disposição dos trabalhadores para que auxiliem na garantia da segurança.

O diagrama unifilar é uma representação gráfica simplificada dos circuitos elétricos, que tem o objetivo de facilitar o manuseio de uma instalação ou equipamento elétrico. Devem estar acompanhados de documentação com as especificações das medidas de proteção instaladas, como:

- a) Sistema de aterramento elétrico;
- b) Fusíveis;
- c) Disjuntores

De acordo com a NR-10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Na figura 3 abaixo é demonstrado um exemplo de diagrama unifilar:



Outra medida importante exigida pela nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) é que todas as empresas com potência instalada superior a 75 kw devem manter o prontuários das instalações elétricas atualizado.

Os prontuários das instalações elétricas devem conter as seguintes informações e documentações:

- a) As instalações elétricas da empresa estejam adequadas
- b) A empresa adquira somente os equipamentos e materiais adequados
- c) Procedimentos sejam elaborados e aplicados pelos trabalhadores
- d) Ordens de Serviços sejam emitidas
- e) Só sejam utilizados equipamentos ensaiados e testados
- f) Toda atividade seja precedida de uma Análise de risco
- g) Toda situação de Emergência seja atendida de forma padronizada
- h) As instalações elétricas sejam atestadas por meio de um laudo independente
- i) A empresa estabeleça os procedimentos administrativos necessários para uma eficiente gestão da segurança elétrica
- j) As especificações de EPI, EPC e demais equipamentos estejam disponíveis a todos os trabalhadores.
- k) As instalações elétricas sejam mantidas adequadamente através de um plano de manutenção preventiva e / ou preditiva
- l) Sejam realizadas auditorias periódicas no sistema de segurança elétrica.

### **2.3. Avaliação de riscos**

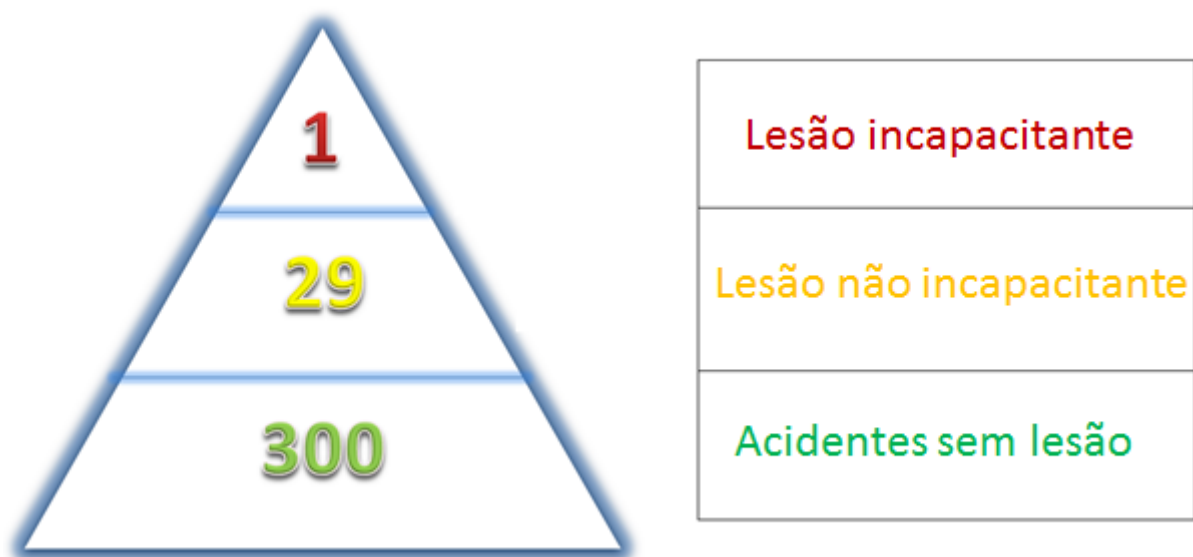
O risco é o potencial identificado de atos prejudiciais que podem resultar de um perigo, calculado e avaliado em termos de Probabilidade, tendo como referência a pior condição possível.

Segundo Seveso (1996) risco é a probabilidade de que um efeito específico ocorra dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas. Assim, o risco é caracterizado por dois componentes: a probabilidade de ocorrência de um determinado evento; a gravidade dos efeitos ou as consequências que o evento produzir.

No começo do século XX, iniciaram-se ensaios sobre os aspectos econômicos dos problemas acidentários em alguns países, principalmente nos Estados Unidos. Só na década de 1920 do século XX, nesse mesmo país foi publicado um vasto trabalho que veio demonstrar a extensão dos problemas econômicos dos acidentes do trabalho. Trata-se do livro “Industrial Accident Prevention”, de H. W. Heinrich, que passou a ser a base para estudos de custos de acidentes e precursor dos programas de controle de perdas que vieram mais tarde (ROSA, 2006).

A evolução do estudo dos riscos iniciou-se com W. Heinrich e R. P. Blake. Heinrich e Blake foram pioneiros ao considerarem a ideia de acidentes sem lesões, apenas com danos a propriedade. Assim, são considerados todos os acidentes que expõem ao perigo a execução de uma atividade, e que causam danos materiais (SILVA, 2004).

Figura 4: Pirâmide de Heinrich (1931).



Fonte: Silva, 2004.

Como é mostrado na pirâmide, no aspecto de ausência de lesão não era levado em conta, o lado financeiro, em decorrência de prejuízos materiais, e muito menos, os riscos para o trabalhador. Portanto, não era observado o fator contribuinte do acidente, ato ou condição insegura, ao fim de evitarem-se novos acidentes com perigo de lesão.

De acordo com Silva (2004) em 1966, Frank Bird Jr. iniciou um programa de Controle de Danos que, sem se descuidar dos acidentes com danos pessoais, tinha o objetivo principal

de reduzir as perdas oriundas de danos materiais. A principal motivação para realização deste trabalho foram os acidentes pessoais e a consciência dos acidentes ocorridos, uma vez que o Bird fora operário.

O programa de Controle de Danos contemplava quatro aspectos básicos:

- a) Informação;
- b) Investigação;
- c) Análise e;
- d) Revisão do processo.

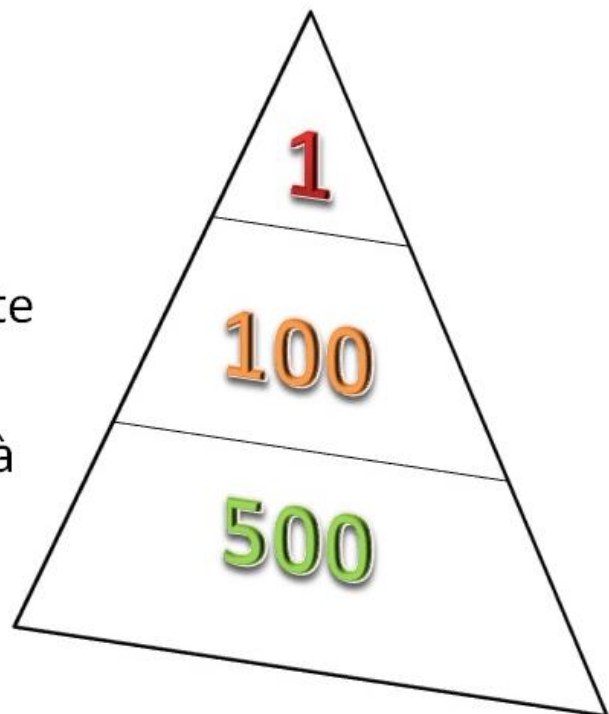
Segundo Silva (2004) fundamentado nessa teoria e após uma análise de 90.000 acidentes ocorridos na companhia Luckens Steel, por um período de mais de 7 anos, observou que do total, 145 acidentes foram incapacitantes, 15.000 acidentes com lesão e 75.000 foram acidentes com danos à propriedade, proporcionalmente representados pela Pirâmide de Bird no ano de 1966.

Figura 5: Pirâmide de Bird (1966)

Lesão incapacitante

Lesão não incapacitante

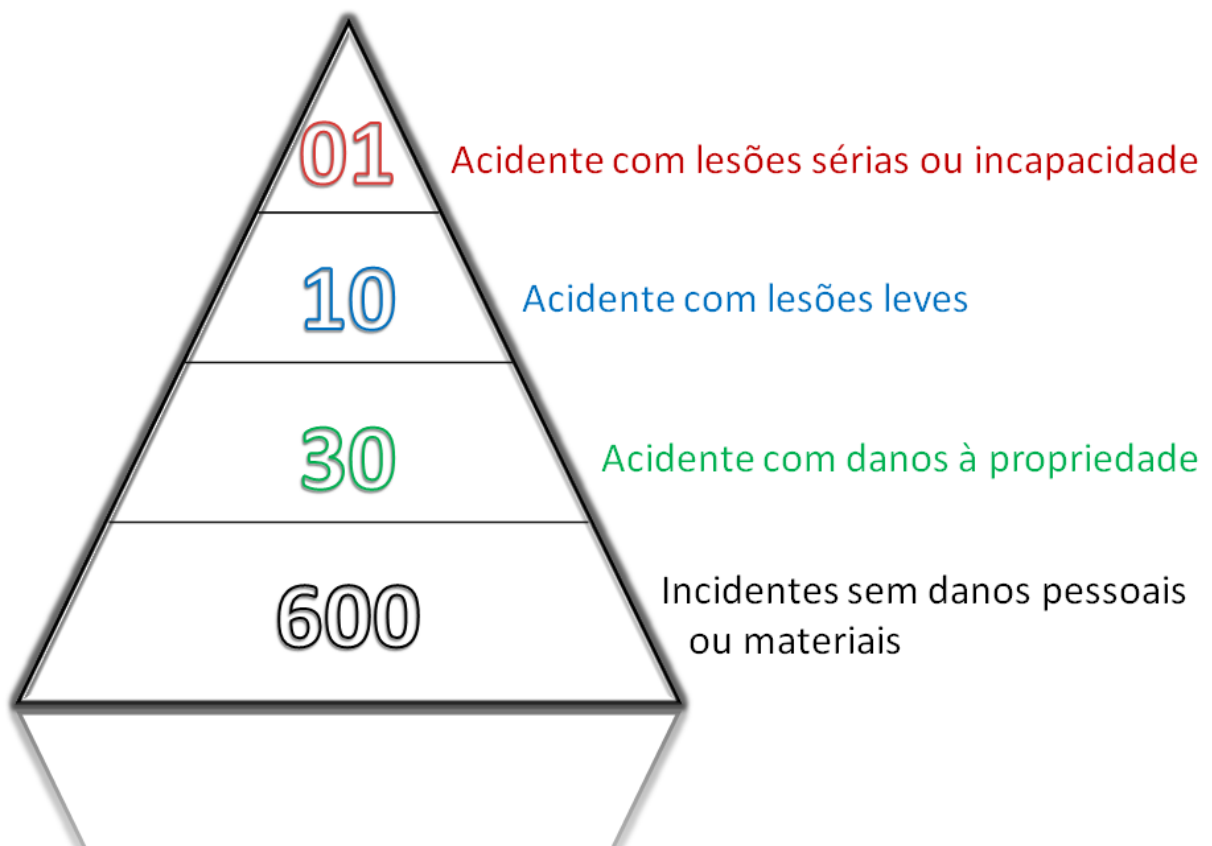
Acidentes com danos à  
Propriedade



Segundo Bitencourt (1998) mais tarde Frank Bird realizou nova análise, entre 1967 a 1968, na qual analisou 297 companhias americanas, envolvendo nessa análise 170.000 pessoas de 21 grupos diferentes de trabalho. Neste período, houve 1.753.498 acidentes comunicados. Então Bird aperfeiçoou sua pirâmide, na qual definiu que, para que ocorra um acidente grave incapacitando o trabalhador, antes ocorreram 600 incidentes sem danos pessoais ou materiais.

Logo abaixo é demonstrada a pirâmide aperfeiçoada por Bird:

Figura 6: Pirâmide de Bird (1968)

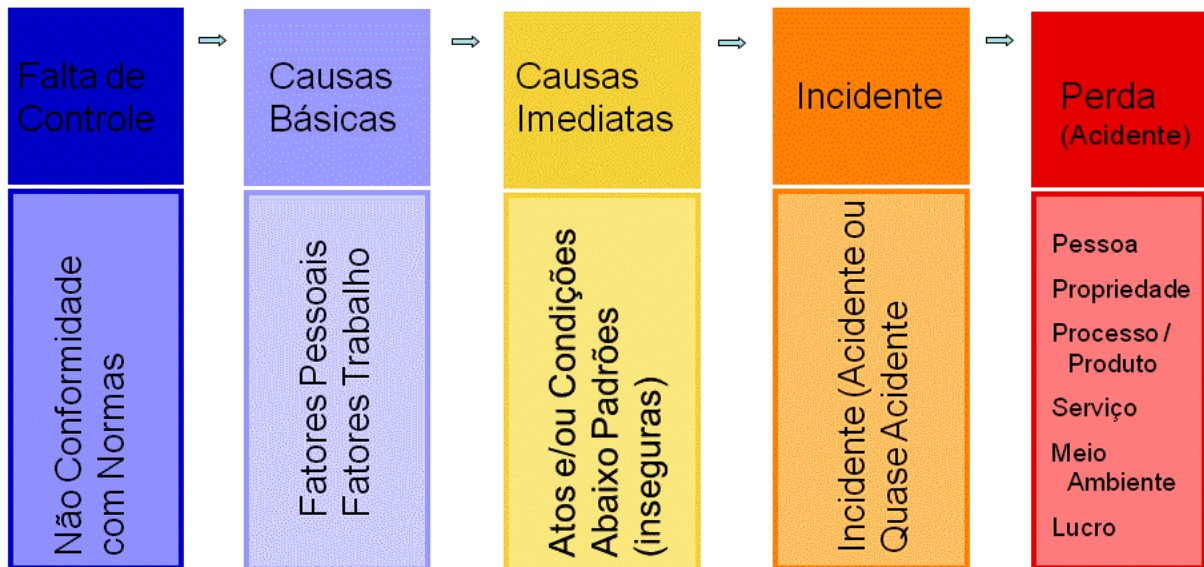


Fonte: Bitencourt, 1998.

Bird também contribuiu desenvolvendo um modelo simples para avaliar a sequência de situações e eventos que resultam em perdas, denominado dominó de Bird, que uma sucessão de causas e consequências dos acidentes nas empresas, ou seja, cada dominó representa um conjunto de fatos negativos que desencadeia o conjunto subsequente, a queda do dominó gera a queda de todos os dominós subsequentes, na qual, a ocorrência de um grupo de fatos negativos representados em um dominó gera a ocorrência do imediatamente posterior e assim sucessivamente (FURNAS, 2006),

Logo abaixo será mostrado o modelo de causas de acidentes, no qual se baseia na teoria do “Efeito Dominó”. Um modelo que explica a relação e sequência de eventos que levam a um acidente.

Figura 7: Dominó de bird



Fonte: Ragazzi, 2010.

A partir deste modelo, a falta de controle leva a causas básicas, que levam a causas imediatas, que levam ao incidente, e que finalmente levam ou podem levar a perda.

De acordo com Ragazzi (2010) será discutido e explicado abaixo cada uma destas etapas:

- Falta de Controle:** controle é uma função administrativa. É gestão. É garantir a existência de programas (sistema) de prevenção de perdas robustas, contemplando padrões (normas) adequados e necessários à prevenção de perdas, bem como garantir o correto cumprimento destes padrões. Falta de Controle: programa inadequado, padrões inadequados de programa; cumprimento inadequado dos padrões.
- Causas Básicas:** causas básicas (raízes) são as razões porque os atos e condições abaixo dos padrões (inseguros) ocorrem, ou seja, as causas imediatas. São as doenças por trás dos sintomas (causas imediatas). São “fatores” que quando identificados permitem e devem possuir um controle

administrativo. Para se chegar a elas, demandam maior investigação e avaliação.

- c) Causas Imediatas: causas Imediatas são as circunstâncias que precedem o incidente, podendo usualmente ser vistas ou sentidas. São os sintomas resultantes da doença (causas básicas ou raízes).

Normalmente chamadas de “atos inseguros” (comportamentos que poderiam permitir a ocorrência de um Incidente) e “condições inseguras” (circunstâncias que poderiam permitir a ocorrência de um Incidente).

Conceitos mais modernos: “abaixo dos padrões” ao invés de “inseguras”.

- d) Incidente: incidente é o evento que antecede a perda (acidente) ou a quase perda (quase acidente). O “contato com energia ou substância” que causa ou poderia causar uma lesão, dano, etc.

É um evento indesejável, não planejado ou esperado, que resultou em perda (acidente), ou poderia ter resultado em perda (quase acidente).

Quando existem “atos ou condições abaixo dos padrões”, existe sempre a potencialidade da ocorrência de Incidentes.

- e) Perda (Acidente): perda (acidente) é o resultado de um incidente, acarretando em custos e outros efeitos indesejáveis conforme anteriormente descritos.

Uma vez que a sequência ocorreu (efeito dominó), o tipo e grau da perda é circunstancial. O efeito pode variar de insignificante a catastrófico, de um simples arranhão a perda de um membro do corpo ou perda de um site.

O tipo e gravidade da perda dependem de circunstâncias casuais, como também das medidas que se tomam para minimizar a perda.

Com o que foi explicado, identificou-se que para evitar a sequência que resulta em ocorrência de acidentes, deve-se ficar atento e atuar nos primeiros dominós, pois são eles que iniciam e desencadeiam toda a sequência de eventos.

Para que possa ser feita uma avaliação de risco com qualidade é preciso conhecer alguns conceitos que envolvem confiança e segurança, tendo possibilidade de tomar decisões corretas. Esses conceitos serão apresentados e definidos logo abaixo:

- a) Risco: é uma consequência da decisão livre e consciente de expor-se a uma situação na qual se luta pela realização do bem havendo a possibilidade de ferimento (SIQUEIRA, 2013).
- b) Quantificação de risco: é a estimativa por métodos estatísticos, da probabilidade de sua ocorrência e suas consequências (PORTAL DA CONSTRUÇÃO, 2008).
- c) A avaliação de riscos: é o processo que mede os riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. É uma análise sistemática de todos os aspectos relacionados com o trabalho (OSHA, 2012).
- d) Gestão de Risco: é um processo formal (de negócios) usado para identificar os riscos e oportunidades, em uma organização, estimar o impacto potencial desses eventos e fornecer um método para tratar esses impactos, para reduzir as ameaças até um nível aceitável ou para alcançar as oportunidades (OVERSEAS, 2013).
- e) A análise de risco: é um estudo técnico aprimorado das ameaças futuras, aplicando-se fórmulas de mensuração, a partir de um levantamento do local, tipo de negócio, bens patrimoniais e pessoas a serem protegidos por sistemas de segurança, sejam eles eletrônicos procedimentos do pessoal da vigilância ou até de seus usuários. (NADRUZ, 2010)
- f) Perigo: pode ser qualquer coisa potencialmente causadora de danos materiais, equipamentos, métodos ou práticas de trabalho (OSHA, 2012).
- g) Identificação dos perigos: determinar as possibilidades de acontecer algo não desejado (PORTAL DA CONSTRUÇÃO, 2008).

De acordo com Oliveira (2010) com base nos conceitos citados acima o processo de análise de riscos, tendo referencia a ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR) se resume da seguinte forma:

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

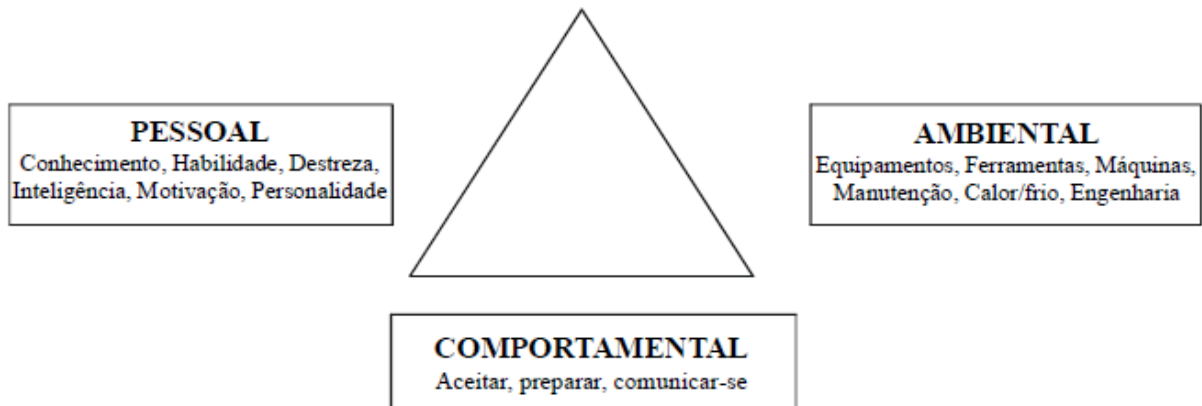
- b) Revisão da missão a que se destina: atentar para os objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, ambientes onde se darão as operações, etc. Enfim, consiste em estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema que a missão irá abranger: a que se destina, o que e quem envolve, e como será desenvolvida.
- c) Determinação dos riscos principais: identificar os riscos potenciais com potencialidade para causar lesões diretas e imediatas, perda de função (valor), danos à equipamentos e perda de materiais.
- d) Determinação dos riscos iniciais e contribuintes: elaborar séries de riscos, determinando para cada risco principal detectado, os riscos iniciais e contribuintes associados.
- e) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos: elaborar um "brain storming" para levantamento dos meios passíveis de eliminação e controle de riscos, a fim de estabelecer as melhores opções, desde que compatíveis com as exigências do sistema.
- f) Analisar os métodos de restrição de danos: pesquisar os métodos possíveis que sejam mais eficientes para restrição geral, ou seja, para a limitação dos danos gerados caso ocorra perda de controle sobre os riscos.
- g) Indicação de quem será responsável pela execução das ações corretivas e/ou preventivas: Indicar claramente os responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.

De acordo com Oliveira (2010) com base nos conceitos citados acima o processo de análise de riscos, tendo referencia a ferramenta de Análise Preliminar de Riscos (APR) se resume da seguinte forma.

Para gerenciar riscos é preciso planejar, organizar, dirigir e controlar os recursos humanos e materiais de uma organização, no sentido de minimizar os efeitos dos riscos sobre essa organização ao mínimo possível. É um conjunto de técnicas que visa reduzir ao mínimo os efeitos das perdas acidentais, enfocando o tratamento aos riscos que possam causar danos pessoais, ao meio ambiente e à imagem da empresa.

A partir destes fundamentos, considera-se a segurança baseada na mudança do comportamento humano, como mostra a figura abaixo.

Figura 8: Fatores Responsáveis pela saúde ocupacional e segurança.



Fonte: Melo Silva, Galdino, Quelhas, 2010.

O método adotado pela maioria das empresas do setor elétrico é a APR, desta forma pode-se realizar a previsão da ocorrência danos para as pessoas, processos, equipamentos e meio ambiente, no exercício de determinada atividade (FUNCOGE, 2008).

### 2.3. Análise preliminar de riscos - APR

A Análise Preliminar de Riscos (APR) baseia-se na técnica definida e usada pelos militares nos programas de segurança de seus sistemas. Muitas empresas químicas possuem um método semelhante implantado, talvez com nome diferente. Esta análise evidenciou-se altamente eficiente em relação ao custo, na fase de desenvolvimento de todos os sistemas militares perigosos, inclusive as plantas de processo. É também possível usar a análise em questão para anteceder outros métodos mais detalhados de identificação de riscos a serem utilizados em outras oportunidades no decorrer da vida útil da planta (AMORIM, 2013).

A Análise Preliminar de Riscos é elaborada através do estudo, questionamento, levantamento, detalhamento, criatividade, análise crítica e autocrítica, com estabelecimento de precauções técnicas necessárias para a execução das tarefas, de forma que o trabalhador esteja sempre no controle por maior que seja o risco (FURNAS, 2006).

De acordo com Amorim (2013) Análise Preliminar de Riscos (APR) é realizada mediante a listagem dos perigos associados aos elementos do sistema, como definido no

estágio de concepção ou do começo do projeto. Os elementos da planta, que podem ser definidos neste estágio, compreendem:

- a) Matérias primas, produtos intermediários e finais e sua reatividade;
- b) Equipamentos de processo;
- c) Interface entre componentes;
- d) Ambiente operacional;
- e) Operações (teste, manutenção, procedimentos de emergência, etc );
- f) Instalações;
- g) Equipamentos de segurança.

À medida que cada perigo é identificado, as causas em potencial, os efeitos e a gravidade dos acidentes, bem como as possíveis medidas corretivas e/ou preventivas, são também descritas. Para que o trabalho seja completo, é preciso aproveitar a experiência anterior, proveniente do maior número possível de fontes diferentes. Estas fontes compreendem estudos de riscos de instalações semelhantes, experiência operacional em processos similares e listagem de riscos.

Segundo Furnas (2006), a exposição da técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR) e os procedimentos de execução consistem nas seguintes etapas:

- a) Definição dos objetivos e do escopo da análise;
- b) Definição de fronteiras do processo e/ou instalação;
- c) Coleta de informações sobre a região, a instalação e perigos;
- d) Subdivisão do processo/instalação em módulos de análise;
- e) Realização da APR, preenchimento da planilha;
- f) Elaboração das estatísticas dos cenários identificadores por categoria de risco, frequência e severidade;
- g) Análise dos resultados e preparação do relatório.

A Análise Preliminar de Riscos (APR) requer a reunião, antes de tudo, dos dados disponíveis sobre a planta (ou sistema) em estudo, e então, informações pertinentes, proporcionadas pela experiência prévia com qualquer planta similar, ou mesmo com uma planta que trabalhe com processo diferente, mas utilize equipamentos e materiais similares.

Como a Análise Preliminar de Riscos (APR) destina-se especificamente à identificação antecipada dos riscos, os dados sobre a planta poderão ser escassos. No ponto do desenvolvimento do projeto em que a APR é de utilidade, dentre os poucos dados disponíveis, consta a concepção do processo (AMORIM, 2013).

Ainda de acordo com Amorim (2013) o processo de execução da Análise Preliminar de Riscos (APR) consiste em identificar os perigos, eventos iniciadores em potencial, e outros eventos capazes de gerar consequências indesejáveis. Os analistas devem igualmente identificar os critérios de projeto ou alternativas com possibilidades de eliminar ou reduzir os perigos capazes de determinar um nível de riscos excessivamente elevado para o empreendimento. É evidente que é necessária uma certa experiência para realizar tais avaliações.

Na realização da Análise Preliminar de Riscos (APR), devem ser considerados os seguintes elementos:

- a) Equipamentos e materiais perigosos da planta como, por exemplo, combustíveis, substâncias químicas altamente reativas, substâncias tóxicas, sistemas de alta pressão e outros sistemas de armazenamento de energia;
- b) Interfaces entre equipamentos e substâncias da planta associadas à segurança como, por exemplo, interações de materiais, início de propagação de incêndios ou explosões e sistemas de controle ou parada;
- c) Fatores ambientais susceptíveis de influenciar o equipamento e os materiais da planta como, por exemplo, terremotos, vibração, temperaturas extremas, descargas eletrostáticas e umidade;
- d) Procedimentos de operação, teste, manutenção e atendimento à situações de emergência, importância dos erros humanos, funções a serem desempenhadas pelos operadores, disposição (ergonomia) dos controles de equipamentos e proteção contra acidentes com o pessoal;
- e) Elementos de apoio das instalações como, por exemplo, armazenamento, equipamentos de teste, treinamento e utilidades;
- f) Equipamentos relacionados com a segurança: sistemas de atenuação, redundância, extintores de incêndio e equipamentos de proteção pessoal.

Para caracterizar a estimativa do risco em termos de probabilidade ou frequência de ocorrência, gravidade ou severidade das consequências, tempo de exposição, nº de trabalhadores expostos, procedimentos e condições de segurança, nº de pessoas afetadas e a quantificação da magnitude do risco, recorreu-se à utilização de uma matriz simplificada 4X5 (CARVALHO, 2007).

A seguir apresentam-se tabelas que contém um número de identificação do cenário de acidente. Foi preenchida sequencialmente para facilitar a consulta a qualquer cenário de interesse.

Tabela 4: Categorias de Frequências dos Cenários Usadas na APR

| <b>Categoria</b> | <b>Denominação</b>  | <b>Faixa de Frequência (/ano)</b> | <b>Descrição</b>   |
|------------------|---------------------|-----------------------------------|--|
| A                | Extremamente Remota | $< 10^{-4}$                       | Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação |
| B                | Remota              | $10^{-3}$ a $10^{-4}$             | Não deve ocorrer durante a vida útil da instalação                   |
| C                | Improvável          | $10^{-2}$ a $10^{-3}$             | Pouco provável que ocorra durante a vida útil da instalação          |
| D                | Provável            | $10^{-1}$ a $10^{-2}$             | esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil da instalação       |
| E                | Frequente           | $> 10^{-1}$                       | esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação      |

Fonte: EIA, 2003.

Tabela 5: Categoria de Severidade dos Cenários da APR

| <b>Categoria</b> | <b>Denominação</b>      | <b>Descrição/Características</b>   |
|------------------|-------------------------|--|
| I                | Desprezível             | A falha não irá resultar em uma degradação maior do sistema, nem irá produzir danos funcionais ou lesões, ou contribuir com risco ao sistema.          |
| II               | Marginal (ou Limítrofe) | A falha irá degradar os sistema em uma certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente. |
| III              | Crítica                 | A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar em um risco inaceitável, necessitando ações corretivas imediatas.  |
| IV               | Catastrófica            | A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões ou morte.   |

Fonte: De Cicco e Fantazzini, 1994.

Tabela 6: Matriz de Classificação de Riscos Usada em APR

|  |     | FREQUÊNCIA |   |   |   |   |
|--|-----|------------|---|---|---|---|
| S<br>E<br>V<br>E<br>R<br>I<br>D<br>A<br>D<br>E |     | A          | B | C | D | E |
|  | IV  | 2          | 3 | 4 | 5 | 5 |
|  | III | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | II  | 1          | 1 | 2 | 3 | 4 |
|  | I   | 1          | 1 | 1 | 2 | 3 |

Fonte: Furnas, 2006.

Tabela 7: Índice de risco e Prioridade de Intervenção

| <i>Índice de risco</i> | <i>Prioridade de Intervenção</i>                      |
|------------------------|---|
| 1                      | Actuação não prioritária.                             |
| 2                      | Intervenção a médio prazo.                            |
| 3                      | Intervenção a curto prazo.                            |
| 4                      | Actuação urgente.                                     |
| 5                      | Actuação muito urgente, requerendo medidas imediatas. |

Fonte: Carvalho, 2007.

A Análise Preliminar de Riscos (APR) trata-se de uma técnica aplicável a todos os tipos de atividades, uma enorme vantagem da utilização desta técnica é o fato de estimular o trabalho em equipe e a responsabilidade solidária.

Essa técnica é conhecida por algumas terminologias, tais como conversa ao pé do poste, diálogo preliminar de segurança e diálogo diário de segurança, essa avaliação prévia deve ser realizada no local de trabalho com a participação do superior ou encarregado do serviço e os trabalhadores ou equipe de trabalho (SOUZA, 2007).

Com o dever de observar os riscos inerentes em locais de execução de atividades, a Análise Preliminar de Riscos (APR) deverá ser feita diariamente, sendo válida somente para aquela data. Após o término dos serviços o documento deverá ser arquivado.

### 3 ACIDENTES NO SETOR ELÉTRICO

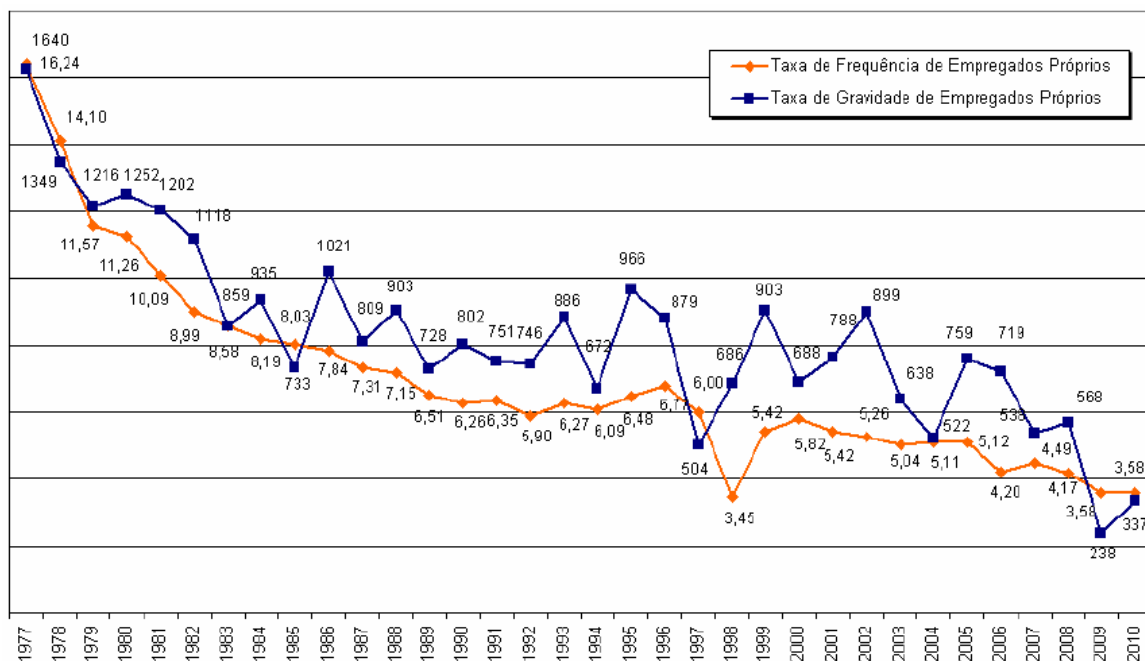
#### 3.1 Dados estatísticos

Os relatórios anuais das concessionárias de energia elétrica e das instituições de segurança evidenciam o quanto ainda é alto os números de acidentes com trabalhadores no setor elétrico, tanto em áreas densamente povoadas como em locais distantes.

Na análise da Gerência de Controle de Obrigações Gerais (COGE), as atividades ligadas à construção e manutenção de redes elétricas, consideradas de maior risco de acidentes, vêm apresentando resultados ainda insatisfatórios. No entanto, percebem uma queda de 30% na taxa de mortalidade entre as contratadas no geral, de 2004 para 2008, que foi de 67,56 para 47,49 em cada grupo de 100 mil trabalhadores. A instituição aponta ainda uma queda na taxa de gravidade.

A figura abaixo demonstra a taxa de acidentes do setor elétrico brasileiro de 1977 a 2010:

Figura 9: Histórico das taxas de acidentes no setor elétrico



Fonte: COGE, 2010.

Como pode ser visto através da exposição de alguns dados estáticos de acidentes de trabalho no setor elétrico realizado pela Gerência de Controle de Obrigações Gerais (COGE), de 1977 a 2004 tem-se elevados números de acidentes, identificando-se que após o ano de 2004 tem uma significativa redução desses números, mostrando que a reformulação da Norma Regulamentadora nº 10, foi de suma importância para os trabalhadores do setor elétrico brasileiro.

O relatório anual produzido pela Gerência de Controle de Obrigações Gerais (COGE) é um dos principais veículos de informações estatísticas sobre acidentes do trabalho com eletricidade, apresentando não apenas os números totais, mas a sua estratificação, classificação e descrição dos acidentes, de forma geral, sejam com os empregados, empresas, bem como, a população envolvida com a energia advinda da rede pública (MATTOS, 2013).

No ano de 2010, o contingente de 104.857 empregados próprios do setor conviveu, no desempenho diário de suas atividades, com riscos de natureza geral e riscos específicos, registrando-se 741 acidentados do trabalho típicos com afastamento, acarretando, entre custos diretos (remuneração do empregado durante seu afastamento) e indiretos (custo de reparo e reposição de material, custo de assistência ao acidentado e custos complementares – interrupção de fornecimento de energia elétrica, por exemplo), prejuízos de monta para o Setor de Energia Elétrica, da ordem de centenas de milhões. (COGE, 2010).

Tabela 8: Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro, 2010.

| <b>Dados Globais</b>                                    | <b>2.009</b> | <b>2010</b> |
|---|--------------|-------------|
| 1 - Empresas  | 80           | 81          |
| 2 - Empregados próprios                                 | 102.766      | 104.857     |
| 3 - Acidentados Típicos com Afastamento                 | 781          | 741         |
| 4 - Empregados das Contratadas                          | 123.704      | 127.584     |
| 5 - Acidentados Típicos com Afastamento das Contratadas | 1.361        | 1.283       |
| 6 - Número Total de Clientes (Média Anual)              | 80.819.586   | 85.846.324  |

Fonte: COGE, 2010.

De acordo com o que foi debatido, o número de acidentes envolvendo eletricidade é um absurdo, e as causas destes acidentes estão diretamente relacionadas à falta de observação, fiscalização e desconhecimento das normas técnicas referentes ao tema.

São três causas principais na ocorrência de acidentes fatais, tais como: origem elétrica, queda e veículos. Sendo que as duas primeiras dependem do cumprimento de procedimentos técnicos de trabalho, com isso podem ser minimizados ou até mesmo evitados, com uso adequado da pirâmide, baseado na teoria da pirâmide de Bird.

Figura 10: Adaptação da Pirâmide de Bird, de 1999 a 2004.



Fonte: FUNCOGE, 2008.

Estudando a pirâmide de Bird representada acima avalia-se que, para ocorrer um acidente fatal, deverá ocorrerem antes 36.300 atos inseguros e condições ambientes de insegurança.

Tendo base no que foi falado, fazendo um uso adequado e eficiente da pirâmide consegue-se reduzir os acidentes com consequências mais graves e conseqüentemente reduzir os custos com acidente.

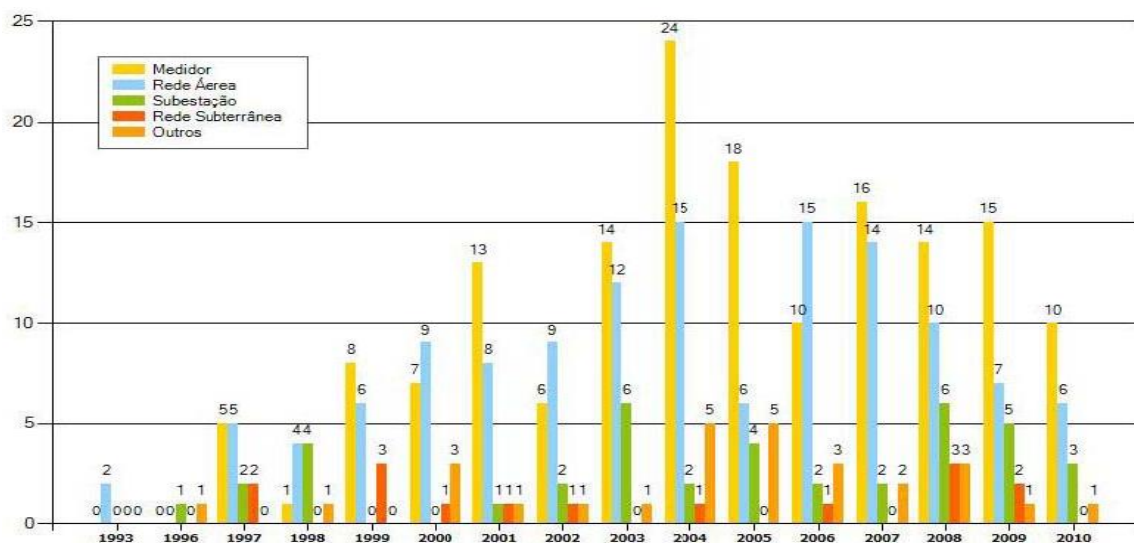
Segundo estudos realizados pela Gerência de Controle de Obrigações Gerais (COGE) em 2008, dentre os acidentes fatais ocorridos com mão-de-obra terceirizada 72% do total são de origem elétrica, isto evidencia que a relação com a terceirização das atividades de maior risco e os acidentes estão diretamente ligados aos processos de trabalho

Segundo estudos realizados pela Gerência de Controle de Obrigações Gerais (COGE) em 2008, para cada acidente fatal de empregados próprios das empresas do setor elétrico brasileiro, equivale a quatro mortes de empregados contratados e a quinze mortes envolvendo a população (FUNCOGE, 2008).

Outra fonte de risco de elevada importância é o arco elétrico, ocorre quando em um espaço preenchido de gás entre dois eletrodos condutivos, e isto resulta em uma temperatura muito alta, capaz de fundir ou vaporizar virtualmente qualquer coisa. Podendo causar acidentes fatais.

A seguir a figura mostrará comparativo anual de acidentes com arcos elétricos, com o objetivo de relacionar a quantidade de acidentes antes, durante e após o ano de 2004, ano em que foi aprovada a nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10).

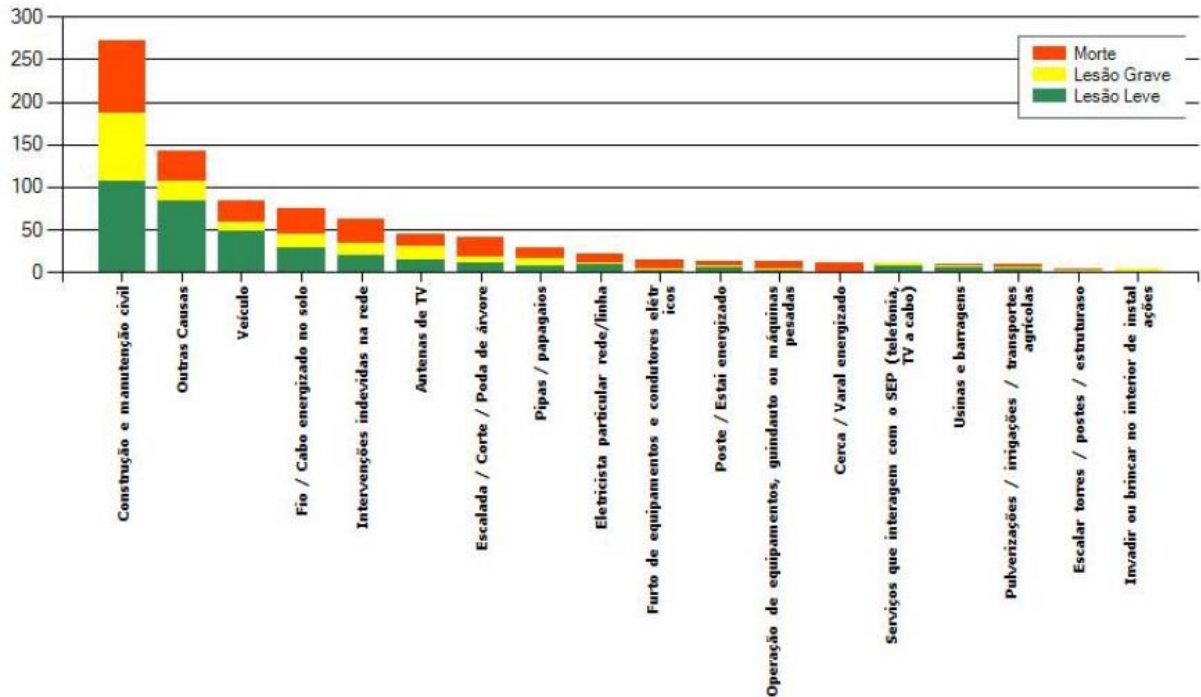
Figura 11: Comparativo anual de acidentes com arcos elétricos de 1993 a 2010.



Fonte: COGE, 2010.

Segundo a FUNCOGE (2010) os acidentes do setor elétrico brasileiro de 2010, a grande maioria de acidentes vem da construção civil, onde será demonstrado na figura a seguir, correlacionando a causa e gravidade.

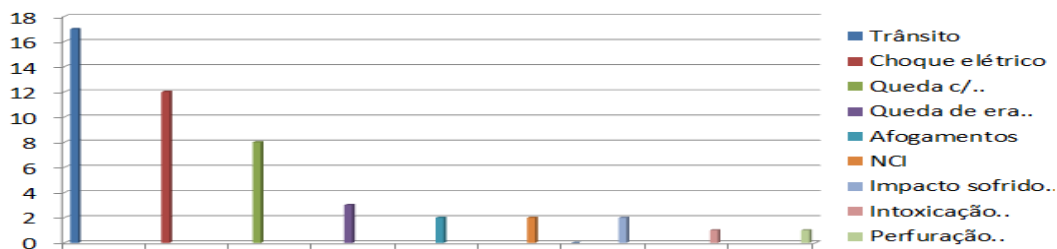
Figura 12: Acidentes de Origem Elétrica no Setor da Construção Civil no Ano de 2010.



Fonte: FUNCOGE, 2008.

Dentre os acidentes fatais ocorridos de 1977 a 2006 destacam-se três tipos de acidentes, o acidente que mais mata é o trânsito seguido pelo choque elétrico, neste estão incluídos os acidentes com arco elétrico, vale ressaltar um terceiro tipo de acidente, queda com diferença de nível, o qual a nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) denomina de risco adicional, conforme demonstra a figura abaixo (FURNAS, 2006).

Figura 13: Acidentes Fatais Classificados por Tipo.



Fonte: FURNAS, 2008.

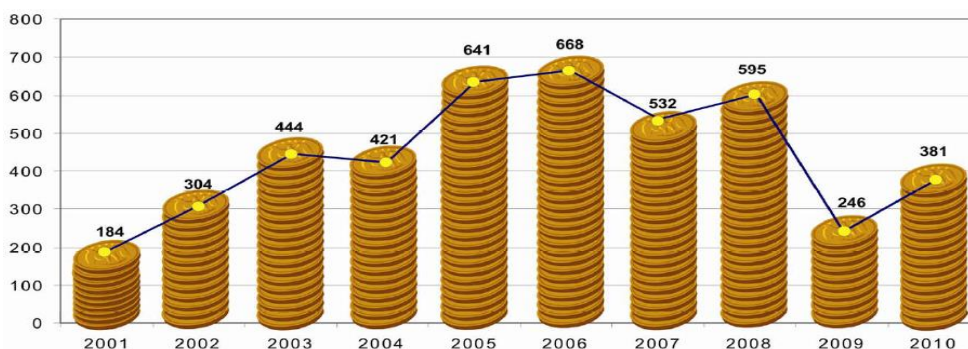
### 3.2 Impactos dos acidentes

Em 2010 foram perdidas 558.824 horas em decorrência dos acidentes com lesão, que se comparadas com as 383.360 horas perdidas em 2009, mostram uma aumento de 46%, observando-se que o aumento de horas trabalhadas (3%), não acompanhou esse crescimento. Contudo, este valor continua bastante inferior (40%) ao valor de 925.984 horas de 2008. Esta quantidade de horas perdidas em 2010 equivale ao total de horas trabalhadas durante um ano de uma empresa do porte da ENERGISA BORBOREMA, ELETROACRE, CPFL SANTA CRUZ ou do DME (FUNCOGE, 2010).

De acordo com Gerência de Controle de Obrigações Gerais (2010) com base no estudo de Chiara J.F. de Paiva, apoiado na teoria de Heinrich e na Pirâmide de Bird - voltado à realidade dos acidentes no Brasil, que considera ainda os acidentes sem perda de tempo e os acidentes com e sem danos materiais, o custo dos acidentes no Setor Elétrico Brasileiro seria da ordem de: R\$ 55.594.164,80

O Custo Total Estimado dos acidentes do trabalho com empregados próprios das empresas – R\$ 381.048.115,00 – representa, por exemplo, o investimento necessário para a construção de 6 Pequenas Centrais Hidrelétricas de 30 MW cada, que poderiam atender a uma demanda de cerca de 750.000 habitantes. Esse custo representa o investimento em 6.570 km de Redes de Distribuição em média tensão. O Custo Total Estimado poderia representar, ainda, o montante aproximado necessário para a construção de 1.361 km de Linhas de Transmissão, em 230 kV, circuito simples, incluindo: levantamento topográfico, projeto de engenharia, materiais e construção (FUNCOGE, 2010).

Figura 14: Gráfico acidentário



Fonte: FUNCOGE, 2010.

## **4 NORMA REGULAMENTADORA N° 10 – NR-10**

Abrange todas as fases da produção de energia elétrica e todos os trabalhos realizados com eletricidade ou em suas proximidades: geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas, e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

A Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) Norma Regulamentadora ° 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, aprovada pela Portaria do Ministério do Trabalho nº 3.214, de 1978, foi alterada pela portaria nº 598, de 7/12/2004, a qual altera a redação anterior.

### **4.1 Atualização da Norma**

A Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) passou por um processo de atualização devido a grande quantidade de acidentes de trabalho que vem ocorrendo nesta atividade. Principalmente mortes de trabalhadores que lidam com alta tensão. A terceirização de trabalhadores que atuam no ramo tem contribuído muito para a elevação de acidentes. Ou seja, os terceirizados acabam não recebendo o treinamento e equipamentos adequados, o que os tornam as principais vítimas de fatalidades.

Essa atualização aconteceu ocorreu também pela responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), em reduzir acidentes envolvendo serviços com energia elétrica.

Em decorrência dessas alterações, ocorreu um aumento significativo no processo do setor elétrico, resultando em implantação de novas tecnologias e mudanças determinantes no sistema e organização do trabalho.

Devido a essas mudanças, as privatizações atingiram 80% da atividade de distribuição e 20% da atividade de geração de energia elétrica, por empresas ou consórcios internacionais (SOUZA, 2007).

Com o cenário energético em plena gravidade de riscos e a necessidade da redução de acidentes no setor, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), promoveu a atualização da norma, para adequá-la a nova realidade.

O Ministério do Trabalho e Emprego, em 2001, reuniu engenheiros eletricitas e engenheiros de segurança do trabalho, com o objetivo de analisar o cenário de segurança e saúde em atividades com eletricidade, onde foi arquitetado um rascunho, com uma proposta inicial apresentada ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

O Ministério do Trabalho e Emprego aceitou a proposta inicial e a encaminhou para consulta pública, pela portaria Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) n° 6 de 28/03/2002, o prazo fora prorrogado até 09/09/2002, conforme portaria n° 14.

De acordo com Souza (2007) em outubro com as sugestões recebidas da sociedade e apresentadas a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), que organizou e indicou a constituição do Grupo Técnico Tripartite da NR-10 (GTT10) formado por notáveis profissionais da área de segurança em energia elétrica, envolvendo todas as atividades afins, onde ficaram responsáveis pela análise, discussão e disposição final. A conclusão da Norma com a recomendação para aprovação ocorreu em novembro de 2003.

Exceto um item, que fala da proibição de executar serviços individuais envolvendo alta tensão e aqueles realizados no Sistema Elétrico de Potência (SEP). A proposta de mudança da norma foi aprovada pela Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) e o Grupo Técnico Tripartite da NR-10 (GTT10).

Com base no que foi falado, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) precisou intervir e se pronunciar a partir do Ministro Sr. Ricardo Berzoini, na utilização de seus requisitos legais, tendo apoio de técnicos do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DSST), aprovou a nova Norma Regulamentadora n° 10 através da portaria MTE n° 598, de 7/12/2004 e publicada no Diário Oficial da União em 8/12/2004.

A partir desta portaria também foi constituído a Comissão Permanente Nacional sobre Segurança em Energia Elétrica (CPNSEE), tripartite aos representantes do Governo, dos empregados e dos empresários, no âmbito do Ministério do Trabalho e Emprego com a participação da Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), com objetivo de

acompanhando de implementação da norma, tendo responsabilidade das adequações e aperfeiçoamentos que se fizerem necessário.

Segundo Lobão e Lourenço (2008) a nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade está estruturada da seguinte forma:

- a) 10.1 Objetivo e campo de aplicação;
- b) 10.2 Medidas de controle;
- c) 10.3 Segurança em projetos;
- d) 10.4 Segurança na construção, montagem, operação e manutenção;
- e) 10.5 Segurança em instalações elétricas de energizadas;
- f) 10.6 Segurança em instalações elétricas energizadas;
- g) 10.7 Trabalhos envolvendo alta tensão;
- h) 10.8 Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores;
- i) 10.9 Proteção contra incêndios e explosões;
- j) 10.10 Sinalização de segurança;
- k) 10.11 Procedimento de trabalho;
- l) 10.12 Situação de emergência;
- m) 10.13 Responsabilidades;
- n) 10.14 Disposições finais.

#### **4.2 Estudo comparativo da NR-10/1978 com a nova NR-10/2004**

A nova norma trouxe o conceito de gestão para a prevenção e organização do trabalho em eletricidade, como a metodologia do Plan do Check Act (PCDA). Exige prontuário das instalações, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), treinamento, autorização para o trabalho, Análise Preliminar de Riscos (APR) e vestimentas, com a preocupação de que as melhorias sejam incorporadas sistematicamente, desta forma evidencia a visão de gestão (MIRANDA, 2007).

De acordo com Miranda (2007) as alterações da norma nos trouxeram novos conceitos, tais como:

Inúmeros são os benefícios da nova norma que trouxe o conceito de gestão para a prevenção e organização do trabalho em eletricidade. O planejamento e decorrentes ações dele originadas permeiam todo o conteúdo da norma e a consagrada metodologia do Plan do Check Act (PDCA) tem sua utilização incentivada. Assuntos de crucial importância para a preservação da integridade física dos trabalhadores, tais como: prontuário das instalações, EPIs, EPCs, treinamento, autorização para trabalho, Análise Preliminar de Riscos (APR) e vestimentas são alguns temas que a norma aborda, sempre com a preocupação de que melhorias sejam sistematicamente incorporadas a cada um deles, o que evidenciam a visão de gestão que baliza toda a norma.

Segundo Fernandez (2010) as principais mudanças da nova Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade estão estruturadas da seguinte forma:

- a) Estabelece diretrizes básicas para implementação das medidas de controle e sistemas preventivos ao risco elétrico.
- b) Cria o Prontuário das Instalações Elétricas de forma a organizar todos os documentos das instalações elétricas, registros e procedimentos de segurança, relatórios de inspeção etc.
- c) Estabelece o relatório técnico das inspeções de conformidade das instalações elétricas.
- d) Obriga a introdução de conceitos de segurança no projeto das instalações elétricas.
- e) Estende a regulamentação às atividades realizadas nas proximidades de instalações elétricas.
- f) Define o entendimento de dez energizações.
- g) Diferencia níveis de proteção para trabalhos em baixa e alta tensão em instalações elétricas energizadas.
- h) Cria as zonas de “risco” e “controlada” no entorno de pontos ou conjuntos energizados.
- i) Estabelece a proibição de trabalho individual para atividades com Alta Tensão (AT) ou no Sistema Elétrico de Potência (SEP).
- j) Torna obrigatória a elaboração de procedimentos operacionais contendo, passo a passo, as instruções de segurança.

- k) Cria a obrigatoriedade de certificação de equipamentos, dispositivos e materiais destinados à aplicação em áreas classificadas.
- l) Define o entendimento quanto a “profissional qualificado e habilitado”, “pessoa capacitada” e “autorização”.
- m) Estabelece responsabilidades aos empregadores, aos contratantes, aos contratados e aos trabalhadores.
- n) Torna obrigatório o curso de treinamento para profissionais autorizados a intervir em instalações elétricas: básico (mínimo 40 h) e complementar (mínimo 40 h).
- o) Estabelece ações para situações de emergência.
- p) Complementa-se com as Normas Técnicas Oficiais.
- q) Apresenta um glossário contendo conceitos e definições claras e objetivas.

E de acordo com Lobão e Lourenço (2008) é apresentado um estudo das principais alterações da nova redação da Norma Regulamentadora nº10/04 (NR-10/04) comparada à antiga redação da referida norma:

- a) Estabelecimento de requisitos e condições mínimas para implementação de medidas de controle e sistemas de prevenção inerente ao risco elétrico;
- b) Todas as empresas devem manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas, e em instalações com carga superior a 75 kW (kilowatts), devem manter prontuário de forma a organizar os documentos e registros, dentro das medidas de controle, coletiva e individual;
- c) Realizar relatório de auditoria de conformidade das instalações elétricas;
- d) Torna obrigatória a introdução de dispositivos e equipamentos e medidas de controle coletivo;
- e) Faz referência a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) para implementar medidas de proteção individual, todavia, prevê a exigência o uso de vestimentas adequadas ao trabalho não prescritas na referida norma, bem como, proíbe o uso de adornos pessoais;
- f) Obrigatoriedade de introduzir conceitos de segurança no projeto das instalações elétricas;
- g) Formar diretrizes de segurança para a construção, montagem, operação e manutenção;

- h) Resolve e estabelece as exigências para trabalhos em instalações elétricas desenergizadas;
- i) Estabelece critérios para a proteção em trabalhos com instalações energizadas;
- j) Estabelece que os trabalhadores devem atender o quesito do item 10.8 da nova Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), que diz respeito à habilitação, capacitação e autorização, e ainda que os trabalhadores recebam treinamento de segurança básico, independente do cargo ou grau de escolaridade, conforme anexo III da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10);
- k) Estabelece as zonas de risco e controlada, no entorno de pontos ou conjuntos energizados;
- l) Diferencia níveis e estabelece condições para atividades realizadas em alta tensão;
- m) Proíbe a realização de serviços individuais em instalações elétricas de alta tensão ou integrantes do Sistema Elétrico de Potência (SEP);
- n) Define o entendimento quanto à profissional qualificado e habilitado, pessoa capacitada e autorizada;
- o) Reafirma a obrigatoriedade de certificação de equipamentos, dispositivos e materiais destinados a aplicação em áreas classificadas;
- p) Remete a Norma Regulamentadora nº 23 (NR-23) as providências de proteção contra incêndio e explosão;
- q) Define que as situações de emergência deverão constar em plano específico das empresas, e as empresas estão obrigadas a elaborar procedimentos emergenciais com disponibilização de recursos materiais, equipamentos e treinamento de pessoas;
- r) Torna obrigatória a elaboração de procedimentos operacionais de trabalho contendo as instruções de segurança;
- s) Estabelece as responsabilidades aos contratantes e contratados;
- t) Ratifica o direito do trabalhador a recusa na execução de determinadas tarefas e obriga a disponibilização de documentos e complementa-se com as normas técnicas oficiais Norma Regulamentadora nº 5410 / 14039 (NBR 5410 / 14039) entre outras);
- u) Apresenta um glossário contendo conceitos e definições claras e objetivas.

### 4.3 Medidas de Controle do Risco Elétrico

A nova Norma Regulamentadora nº 10 (NR10) estabelece requisitos e condições básicas com o objetivo de implantar medidas de controle e sistemas preventivos, garantindo a segurança e a saúde dos trabalhadores que, executam e situam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. É aplicada nos sistemas de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas ou qualquer trabalho realizado na proximidade.

Devem ser adotadas medidas para controle do risco elétrico e de riscos adicionais em quaisquer intervenções em instalações elétricas, mediante técnicas de análise de risco, com objetivo de garantir a segurança e a saúde do trabalhador.

Pelo novo texto da Norma Regulamentadora nº 10 (NR10), as empresas estão obrigadas a manter prontuário com documentos necessários para a prevenção dos riscos, durante a construção, operação e manutenção do sistema elétrico, tais como: esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos, especificações do sistema de aterramento dos equipamentos e dispositivos de proteção, entre outros que iremos listar a seguir (FUNDACENTRO, 2011).

Segundo FUNDACENTRO (2011) os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto nos subitens 10.2.3 e 10.2.4 da Norma Regulamentadora nº 10 (NR10), no mínimo:

- a) Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta Norma Regulamentadora (NR) e descrição das medidas de controle existentes;
- b) Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- c) Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta Norma Regulamentadora (NR);
- d) Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;

- e) Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

Ainda de acordo com FUNDACENTRO (2011) as empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem constituir prontuário com o conteúdo do item 10.2.4 da Norma Regulamentadora nº 10 (NR10) e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:

- a) Descrição dos procedimentos para emergências e;
- b) Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;

É de suma importância dialogar que para uma correta implantação das medidas de controle é necessário realizar uma correta avaliação e identificação dos riscos que as instalações em pauta oferecem ao trabalhador, através das técnicas de análises.

#### **4.3.1 Proteção individual**

Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) da Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho e Emprego, considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI) é qualquer equipamento destinado a ser usado ou detido pelo trabalhador para a sua proteção contra um ou mais riscos susceptíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde no trabalho, bem como qualquer complemento ou acessório destinado para tal fim.

Pela não realização da proteção coletiva o Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), vem a se realizar as proteções individuais através dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's). Para realização legal da aplicação de medidas de proteção individual, os Equipamento de Proteção Individual (EPI's) devem conter o Certificado de Aprovação (CA) e Certificado de Registro do Fabricante (CRF), emitido pelo Ministério de Trabalho e Emprego (MTE), após essa averiguação, os Equipamento de Proteção Individual (EPI's) podem ser utilizados pelo trabalhador para a sua própria proteção contra a exposição aos riscos durante a realização de suas atividades laborais.

De acordo com a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) e Comissão Tripartite Permanente do Setor Elétrico no Estado de São Paulo (CPNSP) (2005) dentre vários tipos de Equipamento de Proteção Individual (EPI's) os principais são:

- a) Capacete de proteção tipo aba frontal (jóquei) e capacete de proteção tipo aba total utilizado para proteção da cabeça do empregado contra agentes meteorológicos (trabalho a céu aberto) e trabalho em local confinado, impactos provenientes de queda ou projeção de objetos, queimaduras, choque elétrico e irradiação solar.

Figura 15: Capacete de proteção tipo aba frontal e capacete de proteção tipo aba total



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- b) Óculos de segurança para proteção (lente incolor) e óculos de segurança para proteção (lente com tonalidade escura) utilizado para proteção dos olhos contra impactos mecânicos, partículas volantes e raios ultravioletas.

Figura 16: Óculos de segurança para proteção (lente incolor) e óculos de segurança para proteção (lente com tonalidade escura)



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- c) Protetor auditivo tipo concha utilizado para proteção dos ouvidos nas atividades e nos locais que apresentem ruídos excessivos.

Figura 17: Protetor auditivo tipo concha



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- d) Protetor auditivo tipo inserção (plug) Utilizado para proteção dos ouvidos nas atividades e nos locais que apresentem ruídos excessivos.

Figura 18: Protetor auditivo tipo inserção



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- e) Luva isolante de borracha utilizada para proteção das mãos e braços do empregado contra choque em trabalhos e atividades com circuitos elétricos energizados.

Figura 19: Luva isolante de borracha



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- f) Calçado de proteção tipo botina de couro utilizado para proteção dos pés contra torção, escoriações, derrapagens e umidade.

Figura 20: Calçado de proteção tipo botina de couro



Fonte: FUNDACENTRO e CPN, 2005.

- g) Cinto de segurança tipo paraquedista deve ser utilizado em atividades com mais de 2 m de altura do piso, e sempre que haja risco de queda, tem a finalidade de sustentar o usuário e distribuir a força de impacto por todo o corpo. Deve ser utilizado com talabarte tipo Y e/ou trava quedas.

Figura 21: Cinto de segurança tipo paraquedista



Fonte: FURNAS, 2006.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) da Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho e Emprego, considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI) é qualquer equipamento destinado a ser usado ou detido pelo trabalhador para a sua proteção contra um ou mais riscos susceptíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde no trabalho, bem como qualquer complemento ou acessório destinado para tal fim.

A responsabilidade de regulamentação que trata especificamente do Equipamento de Proteção Individual (EPI) é total e absoluta da norma regulamentador da Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6). Com base nisso cabe ao Ministério de Trabalho e Emprego (MTE) atualizar e alterar a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6), para que os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) relacionados aos riscos elétricos atendam as necessidades da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10). Como por exemplo, as roupas profissionais ou vestimentas de trabalho que será tratado nos item a seguir.

#### **4.3.1.1 Vestimentas de trabalho**

A nova Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10) passou a exigir propriedades específicas das vestimentas, o que lhes conferiu o “status” de Equipamento de Proteção Individual (EPI). O item 10.2.9.2 evidencia tais propriedades: “As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas” (CPFL ENERGIA, 2009).

Essa exigência da nova Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10) se deu pelas falhas técnicas de regulamentação da antiga norma, onde exigia roupas que tinham uma grande quantidade algodão com aplicação de produtos químicos, com essas aplicações de produtos químicos era preciso lavar as vestimentas trazendo um desgaste no material e conseqüente uma diminuição de proteção adequada em caso de acidentes elétricos.

De acordo com Sobrinho (2013) vestimentas de trabalho é, no caso em análise, entendida como um Equipamento de Proteção Individual (EPI) destinada à proteção do tronco e dos membros superiores e inferiores, contra os diversos riscos elétricos e, especialmente, protegê-los dos seus efeitos, como:

- a) Condutibilidade: Para proteger contra os riscos de contato as vestimentas não deverão possuir elementos condutivos;
- b) Inflamabilidade: Para proteger contra os efeitos térmicos dos arcos voltaicos e de seus flashes, que podem provocar a ignição das roupas;
- c) Influências eletromagnéticas: Para proteger contra os efeitos provocados por campos eletromagnéticos com intensidade que tenha potencial de risco, em certas circunstâncias, as roupas deverão ser condutivas.

Para fazer comparação com a citação anterior e também compreender tais propriedades e, conseqüentemente, os objetivos da alteração normativa, vamos utilizar os conceitos do dicionário Aurélio (FERREIRA, 1994):

- a) Condutibilidade: propriedade que têm os corpos de ser condutores de calor, eletricidade, som, etc.
- b) Fator de Proteção: o tecido adotado para a confecção das vestimentas não pode ser condutor de eletricidade e também deve minimizar a condução do calor.
- c) Inflamabilidade: propriedade de inflamável; que se pode inflamar; que se inflama com facilidade; substância inflamável.
- d) Fator de Proteção: o tecido não pode ser inflamável, ou seja, não pode manter a chama após cessar a fonte de calor.
- e) Influências eletromagnéticas: Propriedades dos campos elétricos, fundamentalmente a partir das equações estabelecidas por J. C. Maxwell (1831-1879).
- f) Fator de Proteção: o tecido deve resistir ou atenuar a energia calorífica (energia incidente) originada pela ocorrência de arco elétrico.

Tabela 9: Propriedades das Vestimentas Quanto à Proteção.

| Propriedade   | Fator de Proteção   |
|---|---|
| <b>Condutibilidade:</b> propriedade que têm os corpos condutores de calor, eletricidade, som etc.   | O tecido adotado para a confecção das vestimentas não pode ser condutor de eletricidade e deve minimizar a condução de calor. |
| <b>Inflamabilidade:</b> substâncias inflamáveis, que se inflamam com facilidade.  | O tecido não pode ser inflamável, ou seja, não pode manter a chama após cessar a fonte de calor.                              |
| <b>Influências eletromagnéticas:</b> propriedades dos campos elétricos, fundamentado a partir das equações estabelecidas por J. C. Maxwell. | O tecido não deve resistir ou atenuar a energia calorífica (energia incidente) originada pela ocorrência de arco elétrico.    |

Infelizmente ainda não há no Brasil empresa que fabrique tecido com tais características. Assim, foi necessário pesquisar empresas fora do país para que pudéssemos encontrar o tecido adequado.

Após estudo detalhado das características de tecidos com as propriedades necessárias, decidiu-se pelo tecido 88% algodão e 12% nylon com Arc Thermal Performance Value (ATPV) valor da proteção do tecido em relação à energia térmica do arco voltaico) mínimo igual a 8 cal/cm<sup>2</sup>. Para se ter uma ideia dessa energia, basta saber que se mantivermos a ponta do dedo indicador sobre a chama de uma vela acesa durante um segundo, será transmitida uma energia calorífica da chama para o dedo da ordem de 1 cal/cm<sup>2</sup>. Ou seja, o tecido que utilizamos na Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) Energia resiste a uma quantidade de energia, no mínimo, oito vezes maior que a do exemplo. Importante: não façam o teste do dedo na chama! (CPFL ENERGIA, 2009).

Após estudos desenvolvidos pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), onde foi adotado para seus trabalhadores o tecido composto de 88% algodão e 12% nylon cujos fios recebem tratamento ignífugo anteriormente à trama do tecido. A tecnologia aplicada faz com que essa importante característica, tecido ignífugo, persista por toda a vida útil da vestimenta (MIRANDA, 2007).

A partir de diálogo e cálculo citados acima, adota-se a categoria de proteção da vestimenta que se subdivide em cinco classes, como mostra a tabela abaixo: “Classes de Riscos Correspondentes Arc Thermal Performance Value (ATPV)”.

Tabela 10: Classes de Riscos Correspondentes ATPV.

| <b>Classe de risco / Categoria</b> | <b>Descrição da roupa (número total de camadas de tecido)</b>  | <b>ATPV Mínimo (cal/cm<sup>2</sup>)</b> |
|------------------------------------|--|---|
| 0                                  | Algodão não tratado (1 camada)   | Não aplicável                           |
| 1                                  | Calça e camisa ou macacão confeccionados com tecido FR (1 camada)  | 4                                       |
| 2                                  | Calça e camisa ou macacão confeccionados com tecido FR (1 camada com gramatura superior a classe 1)                                  | 8                                       |
| 3                                  | Roupa interna de algodão mais calça e camisa ou macacão ou calça e capa confeccionados com tecido FR (2 camadas + tecido de algodão) | 25                                      |
| 4                                  | Roupa interna de algodão mais calça e camisa ou macacão ou calça e capa confeccionados com tecido FR (3 camadas + tecido de algodão) | 40                                      |

Fonte: Miranda, 2007.

Cada categoria esta ligada a um intervalo de proteção contra o arco elétrico, na qual se convencionou Arc Thermal Performance Value (ATPV) é expresso em cal/cm<sup>2</sup>. A categoria de Arc Thermal Performance Value (ATPV) influencia na gramatura do tecido, assim em climas quentes como o da maioria dos estados brasileiros, é preciso levar em consideração os aspectos ergonômicos (MIRANDA, 2007).

Com base no que foi contextualizado a vestimenta deverá ser implantada mediante a realização da análise de risco criteriosa e adequada, respeitando a intensidade de risco, as peculiaridades de cada atividade profissional e o conforto. Salientamos que a especificação do grau de proteção requerido para as roupas anti-chamas deve ser compatível com a atividade e com a potência de curto-circuito características das instalações (SOBRINHO, 2011).

#### **4.3.2 Proteção Coletiva**

Em todos os serviços executados em instalações elétricas, devem ser previstas e adotadas medidas de proteção coletiva que compreendam, prioritariamente, a desenergização elétrica, conforme estabelece a Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança. Na impossibilidade de implementação do estabelecido no parágrafo anterior, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como obstáculos, barreiras, sinalização e bloqueio do religamento automático, entre outras providências (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com o item 10.2 da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

Conforme CPNSP (2005) será comente a seguir medidas importantes da segurança em eletricidade:

- a) Desenergização: Conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos;

- b) Seccionamento: Promover a descontinuidade elétrica total, com afastamento adequado entre um circuito ou dispositivo e outro, obtida mediante o acionamento de dispositivo apropriado (chave seccionadora, interruptor, disjuntor), acionado por meios manuais ou automáticos, ou ainda através de ferramental apropriado e segundo procedimentos específicos;

Figura 22: Seccionamento de chave seccionadora.



Fonte: BRUMAX, 2013.

- c) Impedimento de reenergização: Estabelecimento de condições que impedem, de modo reconhecidamente garantido, a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Na prática trata-se da aplicação de travamentos mecânicos, por meio de fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento ou com sistemas informatizados equivalentes. Deve-se utilizar um sistema de travamento do dispositivo de seccionamento, para o quadro, painel ou caixa de energia elétrica e garantir o efetivo impedimento de reenergização involuntária ou acidental do circuito ou equipamento durante a execução da atividade que originou o seccionamento. Deve-se também fixar placas de sinalização alertando sobre a proibição da ligação da chave e indicando que o circuito está em manutenção;
- d) Constatação da ausência de tensão: Verificação da efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Deve ser feita com detectores testados antes e após a verificação da ausência de tensão, sendo realizada por contato ou por aproximação e de acordo com procedimentos específicos;

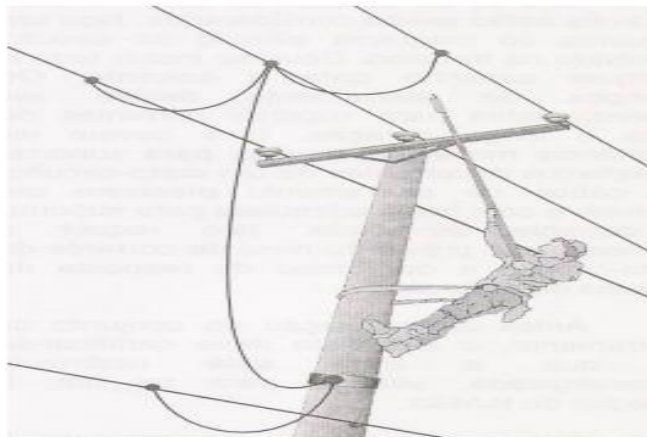
Figura 23: Detector de alta tensão



Fonte: POLITERM, 2013.

- e) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos: Constatada a inexistência de tensão, um condutor do conjunto de aterramento temporário deverá ser ligado a uma haste conectada à terra. Na sequência, deverão ser conectadas as garras de aterramento aos condutores fase, previamente desligados;

Figura 24: Detector de alta tensão



Fonte: MANUAL, 1996.

- f) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada: Entende-se por zona controlada a área em torno da parte condutora energizada, de dimensões estabelecidas de acordo o nível de tensão, onde só podem adentrar profissionais autorizados. A proteção desta área deve ser feita com anteparos, dupla isolamento invólucros, entre outros;
- g) Aterramento do equipamento: Consiste na conexão elétrica do equipamento que sofre a manutenção à malha da terra da instalação. Fundamental na prevenção de energizações acidentais, descargas atmosféricas, tensões estáticas ou induzidas etc.
- h) Equipotencialização: Procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, sendo que todas as massas devem estar ligadas aos condutores de proteção, através de jumper temporário.
- i) Seccionamento automático da alimentação: O princípio do seccionamento automático da alimentação, sua relação com os diferentes esquemas de aterramento e aspectos gerais referentes à sua aplicação e as condições em que se torna necessária proteção adicional. O seccionamento automático possui um dispositivo de proteção que deverá seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta (contato entre parte viva e massa, entre parte viva e condutor de proteção, e ainda entre partes vivas) no circuito ou equipamento der origem a uma corrente superior ao valor ajustado no dispositivo de proteção, levando-se em conta o tempo de exposição à tensão de contato. Cabe salientar que estas medidas de proteção requer a coordenação entre o esquema de aterramento adotado e as características dos condutores e dispositivos de proteção.

#### **4.3.2.1 Sinalização de Segurança**

De acordo com item 10.10.1 nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na Norma Regulamentador nº 26 (NR-26) Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) Identificação de circuitos elétricos;
- b) Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- c) Restrições e impedimentos de acesso;
- d) Delimitações de áreas;
- e) Sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) Sinalização de impedimento de energização; e
- g) Identificação de equipamento ou circuito impedido.

De acordo com item 10.10.1 nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na Norma Regulamentadora nº 26 (NR-26) Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

Conforme CPNSP (2005) A sinalização de segurança consiste num procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir as pessoas quanto aos riscos ou condições de perigo existentes, proibições de ingresso ou acesso e cuidados e identificação dos circuitos ou parte dele. É de fundamental importância a existência de procedimentos de sinalização padronizados, documentados e que sejam conhecidos por todos os trabalhadores (próprios e prestadores de serviços). Segue abaixo alguns tipos de placas:

- a) Perigo de morte – alta tensão: Destinada advertir as pessoas quanto ao perigo de ultrapassar áreas delimitadas onde haja a possibilidade de choque elétrico, devendo ser instalada em caráter permanente.

Figura 25: Placa de perigo de morte – alta tensão



- b) Não operar: Destinada a advertir para o fato do equipamento em referência estar incluído na condição de segurança, devendo a placa ser colocada no comando local dos equipamentos.

Figura 26: Placa não operar “trabalhos”.



Fonte: CPNSP, 2005.

- c) Equipamento energizado: Destinada a advertir para o fato do equipamento em referência, mesmo estando no interior da área delimitada paratrabalhos, encontrar-se energizado.

Figura 27: Placa equipamento energizado



Fonte: ISOFLEX, 2013.

- d) Equipamento com partida automática: Destinada a alertar quanto a possibilidade de exposição a ruído excessivo e partes volantes, quando de partida automática de grupos auxiliares de emergência.

Figura 28: Placa equipamento com partida automática.



Fonte: SINALIZAÇÃOFACIL, 2013.

- a) Perigo – não fume - não acenda fogo – desligue o celular: Destinada a advertir quanto ao perigo de explosão, quando do contato de fontes de calor com os gases presentes em salas de baterias e depósitos de inflamáveis, devendo a mesma ser afixada no lado externo.

Figura 29: Placa perigo – não fume - não acenda fogo – desligue o celular.



Fonte: CPNSP, 2005.

- e) Atenção para banco de capacitores e cabos a óleo: Destinada a alertar a Operação, Manutenção e Construção quanto a necessidade de espera de um tempo mínimo para fazer o Aterramento Móvel Temporário de forma segura e iniciar os serviços.

Figura 30: Placa atenção para banco de capacitores e cabos a óleo.



Fonte: CPNSP, 2005.

- f) Perigo – não entre – alta tensão: Advertir terceiros quanto aos perigos de choque elétrico nas instalações dentro da área delimitada. Instalada nos muros e cercas externas das subestações.
- g) Perigo – não suba: Advertir terceiros para não subir, devido ao perigo da alta tensão. Instaladas em torres, pórticos e postes de sustentação de condutores energizados.

Outra medida significativa de segurança elétrica é a sinalização de Cartões por operação, que é normatizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS) através da Norma de Operação do Sistema Eletroenergético (NOE) nº 03, para intervenções em equipamentos do sistema elétrico, utilizada para sinalizar o equipamento e tipo de trabalho realizado, bem como, as precauções e restrições que devem ser acatadas. De acordo com Furnas (2008) segue abaixo alguns exemplos de cartões utilizados para sinalização.

- a) Cartão de Segurança na cor vermelha é utilizado para alertar que o equipamento não pode ser manobrado, trabalhado ou tocado, sendo de uso restrito a isolação de equipamento, desta forma, protegendo o pessoal envolvido na manutenção.
- b) Cartão de Precaução na cor amarela é utilizado para notificar que um equipamento com restrição de operação, ou que esteja em situação anormal, seja operado indevidamente.
- c) Cartão de Trabalho Direto ao Potencial (TDP) na cor laranja é utilizado para alertar que o equipamento não pode ser manobrado, trabalhado ou tocado e para evitar que haja religamento automático do equipamento após perturbação do sistema elétrico, sua utilização visa à segurança dos trabalhadores.
- d) Cartão para Controle de Aterramento na cor branca é utilizado para controlar a instalação e remoção de cabos de aterramento na área das subestações e usinas, para evitar que ocorra esquecimento da retirada dos cabos de aterramento, após a realização dos trabalhos.

Em qualquer trabalho realizado com eletricidade deve-se fazer um estudo para que se adotem sinalizações adequadas de segurança, com o objetivo de transmitir advertência e identificação do tipo de trabalho, bem como do responsável pelos serviços. Podem ser cartões, placas, avisos, etiquetas, que devem ser claros e adequadamente afixados.

## CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que a nova NR-10 alterada em 2004, que rege sobre segurança nos trabalhos realizados com eletricidade, elevou a segurança e a prevenção de acidentes em serviços com eletricidade.

Através da literatura relatada no estudo sobre as normas regulamentadoras e os riscos existentes no setor elétrico, identificou-se que é preciso ter constantes avaliações das medidas de segurança.

Foi possível identificar que com uma maior exigência e complexidade nos procedimentos e processos de segurança traz uma significativa redução do número de acidentes.

A partir de referências o estudo realizado mostrou que a nova norma melhorou em relação às condições de exigir capacitação e certificação para se trabalhar com eletricidade, sendo mais criteriosa para cada nível de capacitação e exigindo acompanhamento de profissional habilitado.

De acordo com gráficos mostrados no estudo nos dias de hoje as taxas de acidentes ainda se encontram elevadas, após a reformulação da NR-10, em 2004, essas taxas caíram fortemente, dando ênfase que quanto maior complexidade dos procedimentos, os riscos e acidentes de trabalho com eletricidade tende a diminuir.

Conclui-se, que não é possível extinguir os acidentes, pois onde a presença e operação do homem existirão chances de erros. Mas com sistema de planejamento e elaboração de medidas preventivas, os erros, riscos e acidentes possivelmente irão diminuir.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, Eduardo Lucena. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, 2013.
- ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 59 ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- BITENCOURT, Celso L.; QUELHAS, Osvaldo L. G. **Histórico da Evolução dos Conceitos de Segurança**. Universidade Federal Fluminense, CTC, LATEC: Niterói, 1998.
- CARVALHO, Filipa Catarina Vasconcelos da Silva Pinto Marto. **Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2007.
- CASTRO, N. J. **As duas crises do setor elétrico brasileiro: a criação de energia nova**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia – UFRJ, 14 de abril de 2003.
- CPFL ENERGIA. **Caderno de dialogo semanal de segurança – DSS**. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br/LinkClick.aspx?fileticket=rzmhuIXK7SI%3D&tabid=984>>. Acesso em 28 de março de 2013.
- CPNSP – Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo. **Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade – Manual de Treinamento**. FUNCOGE: Rio de Janeiro, 2005.
- FERREIRA, Vitor Lúcio. **Segurança em eletricidade – trabalhar com segurança é fundamental**. São Paulo: LTR.
- FERNANDEZ, Armando César da Silva. **A nova norma Regulamentadora nº 10 (NR-10)**. Disponível em: <[www.brasilengenharia.com.br](http://www.brasilengenharia.com.br)>. Acesso em 30 de abril de 2013.
- FUNCOGE – Fundação Comitê de Gestão Empresarial – Fundação COGE. **Estatística de Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro – Relatório 2006**. Disponível em: <<http://www.funcoge.org.br/csst/relat2006>>. Acesso em 10 maio 2013.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. Superintendência de Recursos Humanos, Departamento de Segurança e Higiene industrial. **Apostila Curso Básico – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Rio de Janeiro, 2006.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., Superintendência de Recursos Humanos, Departamento de Segurança e Higiene industrial. **Apostila Curso Complementar – Segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades**. Rio de Janeiro, 2008.
- LOURENÇO, Heliton; LOBÃO, Elidio. **Análise da Segurança do Trabalho em Serviços com Eletricidade sob a Ótica da Nova NR-10**. União Dinâmica de Faculdades Cataratas (UDC) e Furnas Centrais Elétricas. Foz do Iguaçu, 2008.
- MATTOS. **Um breve histórico do setor elétrico brasileiro**. São Paulo: 2001.

MATTOS, Ricardo Pereira de. **Aumenta a preocupação com a segurança.** Disponível em: <<http://www.ricardomattos.com/>> Acesso em 25 maio 2013.

MIRANDA JUNIOR, Luiz C. de. **Com que roupa? Propriedades específicas nas vestimentas garantem conforto e segurança aos eletricitistas.** Revista Proteção, ed. 192, 2007.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. NR-10. **Segurança em Instalações e Serviços em eletricidade.** Aprovada pela portaria nº 598, de 07 de dezembro de 2004, publicada no D.O.U. em 8 de dezembro de 2004.

NADRUZ, Mauro. **Análise de risco.** Disponível em:< <http://www.activeseg.com.br/artigos-em-pdf> >. Acesso em 17 de maio de 2013.

OLIVEIRA, Elton. **Análise Preliminar de Riscos (APR).** Disponível em: < <http://www.smcontinental.srv.br> >. Acesso em 15 de maio de 2013.

OLIVEIRA, Rodrigo Gomes de. **Avisos referentes à segurança no trabalho - Instalações elétricas.** Disponível em: < <http://engenheirorodrigo.wordpress.com/tag/instalacoes-eletricas-desernegizadas/>>. Acesso em 10 de maio de 2013.

OSHA, **Definições.** Disponível em:<<https://osha.europa.eu/pt/topics/riskassessment/definitions>>. Acesso em 25 maio 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos.** Rio de Janeiro, 2012.

OVERSEAS, **Gestão de Riscos e Seguros.** Disponível em:< [www.overseasbr.com/pt/gestaoderisco/gr\\_sobre.php?act=gestao&nv=1&snv=1](http://www.overseasbr.com/pt/gestaoderisco/gr_sobre.php?act=gestao&nv=1&snv=1)>. Acesso em 04 de maio de 2013.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Análise de Riscos nos locais de trabalho: conhecer para transformar.** Instituto Nacional de Saúde do Trabalho: São Paulo, 2000.

PORTAL DA CONSTRUÇÃO. Segurança e Higiene no Trabalho. **Análise de Riscos. Desenvolvido pelo Guia Técnico O Portal da Construção.** Apresenta textos com conteúdos relacionados à área de Construção Civil. Disponível em:<[http://www.oportaldaconstrucao.com/guiastec/guia\\_tecnico\\_sht\\_volume\\_1.pdf](http://www.oportaldaconstrucao.com/guiastec/guia_tecnico_sht_volume_1.pdf)>. Acesso em 24 maio 2013.

RAGAZZI. **Pirâmide de Acidentes.** Disponível em: [qssmanapratca.blogspot.com.br/2010/12/piramide-de-acidentes-perda-efeito.html](http://qssmanapratca.blogspot.com.br/2010/12/piramide-de-acidentes-perda-efeito.html). Acesso em 12 de maio de 2013.

ROSA, Eduardo Sérgio. **Reflexões sobre o papel das áreas de Construção e de RH de Furnas na redução de acidentes fatais em obras de linhas de transmissão aéreas.** Monografia (Pós-Graduação MBA em Gestão de Recursos Humanos. Universidade Federal Fluminense: Niterói, 2007.

SEVESO, **Risco: Uma etimologia, varias interpretações.** Rio de Janeiro 12 de Agosto 2010.

SILVA, Fabiana Carvalho da. **Análise Da Sub-Notificação De Acidentes De Trabalho No Brasil Através De Dados Reais No Município De São Bento Do Sul.** Monografia - (submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420) Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2004.

SIQUEIRA, José de Oliveira. **Risco: da Filosofia à Administração.** Disponível em: [www.hottopos.com/convenit3/josiq.htm](http://www.hottopos.com/convenit3/josiq.htm). Acesso em 01 de abril de 2013.

SOBRINHO, Carlos Augusto. **NR 10 avançada, principais EPI'S.** Disponível em: <[sobrinhoeducacaotecnologia.blogspot.com.br/2011/10/nr-10-avancada-sep-capitulo-principais.html](http://sobrinhoeducacaotecnologia.blogspot.com.br/2011/10/nr-10-avancada-sep-capitulo-principais.html)>. Acesso em 31 de maio de 2013.

SOUZA, João J. B. de; Pereira, Joaquim G. **NR-10 Comentada, Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10.** São Paulo: LTr, 2007.

TEIXEIRA, Gilberto. **A Questão do Método na Investigação Científica.** Disponível em: <<http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=21&texto=1660>>. Acesso em: 27 abr. 2013.

UFMS, **Materiais e choque elétrico.** Disponível em: <<http://www.del.ufms.br/Materiais.pdf>>. Acesso em 31 de maio de 2013.

VEIGA, S.M.; FONSECA, I. **Cooperativismo: uma revolução pacífica em ação.** Rio de Janeiro: DP&A: Fase, 2002.

VIEIRA, Sebastião Ivone. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho: segurança, higiene e medicina do trabalho.** Vol. 3. São Paulo: LTr, 2005.

WIKIPEDIA. **Cronologia da Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho no Brasil.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronologia\\_da\\_Legisla%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Seguran%C3%A7a\\_e\\_Sa%C3%BAde\\_no\\_Trabalho\\_no\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronologia_da_Legisla%C3%A7%C3%A3o_de_Seguran%C3%A7a_e_Sa%C3%BAde_no_Trabalho_no_Brasil)>. Acesso em 06 de abr 2013.

WIKIPEDIA. **Gaiola de Faraday.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaiola\\_de\\_Faraday](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gaiola_de_Faraday)>. Acesso em 21 maio 2013

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho.** 6 ed. ver. e ampl. São Paulo. Atlas, 1996.