



2017 IEEE ESW BRAZIL

ELETRICAL SAFETY WORKSHOP BRAZIL (ESW BRAZIL)

4 A 5 DE OUTUBRO 2017 – SALTO - SP – BRASIL



IEEE
IAS  **INDUSTRY
APPLICATIONS
SOCIETY**





2017 IEEE ESW BRAZIL

**Eletrical Safetey Workshop Brazil
(ESW BRAZIL)**

PREFÁCIO – IEEE ESW BRAZIL 2017

Em **4 e 5 de outubro de 2017**, a cidade de **Salto – SP** sediou a VIII edição do **IEEE ESW Brasil – Electrical Safety Workshop**, o único seminário brasileiro inteiramente dedicado à segurança em eletricidade. Realizado pelo IEEE em parceria com a Abracopel, o evento reafirmou sua posição como o principal fórum nacional para debate, reflexão e difusão de práticas voltadas à redução de acidentes elétricos e à consolidação de uma cultura de segurança no país.

Desde sua criação, em 2003, o ESW Brasil tem cumprido a missão de promover a “mudança da cultura da segurança em eletricidade”, reunindo profissionais, pesquisadores e instituições comprometidos com a valorização da vida nos ambientes de trabalho, projeto, operação e manutenção de instalações elétricas. A cada edição, o seminário fortalece seu caráter técnico e multidisciplinar, incorporando contribuições de especialistas brasileiros e estrangeiros em temas como gestão da segurança (Lanny Floyd), arcos elétricos (Dan Doan), segurança desde o projeto (Bruce McClung), tratamento de feridos por eletricidade (Mary Capelli-Schellpfeffer) e soluções para painéis resistentes a arcos (Marcelo Valdes). Trabalhos apresentados no evento já ganharam visibilidade internacional, como o estudo “Explosion risks in underground networks”, publicado na *IEEE Industry Applications Magazine*.

A edição de 2017, realizada no Salto Plaza Hotel, destacou-se pela programação intensa e pela participação expressiva de profissionais de empresas e instituições de ensino de todo o país. A cerimônia de abertura contou com a presença do prefeito de Salto, Geraldo Garcia, reforçando o reconhecimento local da importância do tema. Também compuseram a mesa de abertura representantes das entidades organizadoras, evidenciando a sinergia entre IEEE e Abracopel na promoção da segurança elétrica no Brasil.

O primeiro dia, **04/10**, foi dedicado às **Normas Técnicas, Normas Regulamentadoras e aspectos comportamentais**, trazendo uma abordagem inovadora que integrou engenharia, psicologia, gestão e até música, refletindo a compreensão de que segurança elétrica é, sobretudo, um fenômeno humano e organizacional. O segundo dia, **05/10**, concentrou-se nos desafios do **arco elétrico** e na segurança no **projeto, obra, operação e manutenção**, incluindo temas voltados à área hospitalar, ar-condicionado, aterramento, EPIs e trabalhos científicos desenvolvidos por pesquisadores da USP.

Os debates ao final de cada sessão, intensos e altamente disputados, demonstraram o elevado engajamento do público. A diversidade e profundidade das perguntas refletiram a maturidade alcançada pelo ESW Brasil como espaço de diálogo técnico qualificado. A presença de profissionais de empresas como Vale, Nitroquímica, Petrobras, MiOmega,

Sinergia e Cetrel, além de instituições como USP, UNICAMP, UNIME e UNIFACS, contribuiu para o caráter plural do evento. Merece destaque, ainda, a delegação da **Universidade de Ijuí (RS)**, que percorreu mais de 20 horas de viagem para participar do seminário, simbolizando o alcance nacional e o compromisso acadêmico com o tema.

A escolha da cidade de Salto mostrou-se extremamente acertada. Os participantes elogiaram a infraestrutura, a hospitalidade e a facilidade logística, reforçando que a busca por conhecimento e capacitação supera barreiras geográficas. Como destacou a coordenação geral, o ESW Brasil 2017 confirmou que os profissionais que valorizam a segurança elétrica reconhecem no evento um espaço de atualização essencial para sua atuação.

Com esta edição, o **IEEE ESW Brasil** reafirma sua relevância e consolida sua trajetória como um seminário internacional de alto nível, comprometido com a disseminação de práticas seguras e com o avanço contínuo das discussões sobre riscos elétricos no país. A Comissão Organizadora agradece a participação de todos e registra que as contribuições apresentadas nestes *Proceedings* representam mais um passo rumo a um ambiente de trabalho mais seguro e a uma sociedade mais consciente dos perigos da eletricidade.



Agradecimentos

A Comissão Organizadora agradece profundamente a todos os patrocinadores e apoiadores que tornaram esta edição do IEEE ESW Brasil possível. A parceria e o compromisso dessas organizações com a segurança elétrica, a inovação tecnológica e a formação contínua de profissionais foram essenciais para a realização deste encontro. O suporte institucional e técnico oferecido por cada empresa e entidade reforça a importância da cooperação entre academia, indústria e sociedade para promover ambientes de trabalho mais seguros e conscientes. Somos sinceramente gratos por cada contribuição, que não apenas viabiliza o evento, mas fortalece nossa missão de difundir conhecimento, aprimorar práticas e salvar vidas por meio da educação e da prevenção.



A Comissão Organizadora do VIII ESW Brasil foi composta por:



Edson Martinho (Coordenador Geral)

Diretor Executivo da Abracopel, Sócio-diretor do Grupo Lambda, Fundador e Coordenador Técnico do Portal Universo Lambda.



Luiz Tomiyoshi (Coordenador Técnico)

Serviço de consultoria de engenharia em instalações elétricas industriais, construção, operação, manutenção e segurança elétrica. Treinamento e investigação de acidentes elétricos.



Estellito Rangel Jr. (Coordenador Técnico)

Consultor em sistemas elétricos industriais, classificação de áreas, segurança em eletricidade e elaboração de programas de adequação e implantação de NR.



Fábio Leite (Coordenador Técnico)

Dupont - Gerente de Programa de Engenharia de Campo para a América Latina, Líder de Tecnologia e de Instrumentação para a América.

SUMÁRIO

Paper 1 - Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas 10

Manuel Maria Polainas Bolotinha

Paper 2 - AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES: A ATUAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS NA MELHORIA DE PROCESSOS 20

Breno de Assis Oliveira, Cícero Murta Diniz Starling, Paulo Roberto Pereira Andery

Paper 3 - GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE O projeto de norma técnica 16384 29

Edson Martinho

Paper 4 - INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO: NÃO ENTRE NUMA FRIA 33

Estellito Rangel Junior

Paper 5 - ALTA TENSÃO MATA! Estresse como fator de risco para o trabalhador 38

Maria de Fátima Antunes Alves Costa, Daniele Alves Ferreira

Paper 6 - Aterramento temporário para instalações de alta e baixa tensão 42

João Gilberto Cunha

Paper 7 - VESTIMENTA ANTIARCO E A NORMATIZAÇÃO NO BRASIL 46

Anderson Konescki Fernandes, André Konescki Fernandes

Paper 8 - GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO 54

Engenheiro Marcelo de Souza Moraes

Paper 9 - Análise da influência da componente simétrica da corrente de arco elétrico na determinação do valor do ATPV em equipamentos de proteção 63

M. Bottaro, L. E. Cairesm, P. F. Obase, I. B. Raposo, T. O. Carvalho, H. E. Sueta, H. Tatizawa

Paper 10 - VERIFICAÇÃO DA EFETIVIDADE DA PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS EM CANTEIROS DE OBRAS COM ESQUEMA DE ATERRAMENTO TT 72

Márcio Severino da Silva, Antonio Eduardo da Silva Melo

SUMÁRIO

<i>Paper 11</i> - APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA ESTUDO DE CASO	78
---	----

Paulo Rodrigues da Silva, Pablo Sotero de Carvalho Coelho

<i>Paper 12</i> - COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM ² - ESTUDO DE CASO	83
---	----

Paulo Rodrigues da Silva, Pablo Sotero de Carvalho Coelho

<i>Paper 13</i> - NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?	88
---	----

Rogério Couto Barros, Rafael de Almeida Barros

<i>Paper 14</i> - LIDERANÇA & MÚSICA	94
--	----

João Carlos Schettino de Castro

<i>Paper 15</i> - Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas.....	106
---	-----

Sergio Roberto Silva dos Santos

<i>Paper 16</i> - NR10 em instalações de microgeração distribuída em sistemas fotovoltaicos instalados em residências	112
--	-----

Eng. Wilson Rogério Carneiro, Prof. Dr. Gilmar Barreto



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

Manuel Maria Polainas Bolotinha

Mestre em Engenharia Elétrica e Engenheiro Eletricista – Consultor Sênior (Profissão Liberal)
manuelbolotinha@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho faz-se uma abordagem, ainda que breve, aos riscos e acidentes que podem ocorrer durante a construção e a manutenção, preventiva e corretiva, das instalações elétricas, dedicando-se especial atenção ao choque elétrico.

Com base numa experiência profissional do autor de mais de 40 anos e fazendo um paralelo com a situação em Portugal, serão analisados a avaliação e identificação de riscos das diversas operações que constituem os trabalhos, bem como, os procedimentos e as medidas preventivas a implementar e as normas regulamentadoras.

Serão também analisados o PSS – Plano de Segurança e Saúde (objetivos, elaboração e conteúdo, responsabilidades etc.), as funções dos Técnicos de Higiene e Segurança e do Coordenador de Segurança e as Listas de Verificação e Controle de Segurança (LVCS) e as Fichas de Procedimentos de Segurança (FPS)

1 – INTRODUÇÃO

Os trabalhos de construção e/ou de manutenção de equipamentos elétricos e mecânicos, qualquer que seja o seu tipo (subestações, linhas aéreas, instalações industriais e prediais, etc.) e o nível de tensão, envolvem uma série de riscos, designadamente eletrocussão (ou choque elétrico, tema que será particularmente abordado neste trabalho – ver Capítulo 3), para os trabalhadores envolvidos, provocando acidentes que podem ser mortais, e mesmo que os equipamentos elétricos não se encontrem em tensão, o trabalho executado na vizinhança de equipamentos em tensão apresenta também riscos de eletrocussão.

Outros tipos de acidentes podem também acontecer na realização dos trabalhos atrás mencionados, salientando-se o caso da indústria química, particularmente nas áreas do petróleo e do gás, cujos riscos é necessário avaliar para que

sejam tomadas as precauções devidas, estabelecidos os procedimentos de trabalho e os métodos e equipamentos de proteção dos trabalhadores.

Não sendo exaustivo, apresenta-se uma listagem de outros trabalhos durante a execução e manutenção de instalações elétricas, cujos riscos podem ter consequências mortais:

- Trabalhos em espaços confinados.
- Trabalhos em altura.
- Abertura e tapamento de valas.
- Trabalhos na proximidade de tubagens que transportam fluidos a temperaturas elevadas e não estão isoladas.
- Trabalhos em zonas onde existe o risco de libertação de fluidos tóxicos.
- Trabalhos na proximidade de máquinas em movimento.

Ao falar de segurança, em todas as circunstâncias, designadamente quando ministro cursos de formação ou quando tenho responsabilidades de construção ou fiscalização de obras há uma frase que repito constantemente e que faço questão de que fique registrada neste trabalho:

Nada paga uma vida humana.

2 – PRINCÍPIOS BÁSICOS DE SEGURANÇA

De acordo com a minha experiência de mais de 40 anos de realização e fiscalização de empreitadas, existem uma série de passos que uma empresa deve seguir (e iremos abordar, de forma mais simples ou mais detalhada) para garantir a segurança do seu pessoal:

- Criação de um **departamento de Higiene, Segurança, Saúde e Ambiente**, responsável por todas as ações que envolvam, na empresa, os aspectos de segurança, que integre os **Técnicos de Higiene e Segurança devidamente credenciados**.
- Conhecimento claro da legislação de segurança nacional, e de qualquer país terceiro, onde a empresa venha a realizar trabalhos. Esta

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

legislação deve ser do conhecimento de todo o pessoal.

- Formar e treinar todo o pessoal nos aspectos relacionados com a segurança, realizando periodicamente ações de atualização.

Cabe referir neste ponto, que, atualmente em *Portugal*, só podem desempenhar funções em qualquer tipo de obra, os trabalhadores que sejam portadores do “**Passaporte de Segurança**”, que é obtido após frequência e aprovação de um curso sobre segurança, que é geralmente ministrado pelo *Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ)*. Outras empresas que pretendam ministrar o curso referido devem ser credenciadas para o efeito pela entidade estatal Autoridade para as Condições de Trabalho (**ACT**).

Também em *Macau* entrou em vigor uma lei (*há cerca de 3 anos*) que só permite a utilização de trabalhadores, chineses ou estrangeiros, que tenham sido aprovados em um “**Exame de Segurança na Construção**”.

- Fornecer a todos os trabalhadores os *Equipamentos de Proteção Individual (EPI)* e ter disponíveis em obra todos os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) necessários para os trabalhos a realizar (ver Capítulo 6).

- Utilizar ferramentas e outros meios de montagem adequados aos trabalhos a realizar e em bom estado de conservação.

- Controlar periodicamente no canteiro de obras o nível de alcoolemia e de consumo de drogas a todos os trabalhadores.

- Identificar os riscos das diversas tarefas.

- Elaborar o *Plano de Segurança e Saúde (PSS)* da obra, entendida de forma geral.

- Estabelecer os procedimentos para a realização das diversas tarefas (“*lockout-tagout*”, “*Autorizações de Trabalho*” (PTW – *Permit to Work*), *Consignações* e respectivos *Autos*, *primeiros socorros*, etc.) e os documentos a utilizar, devidamente normalizados do ponto de vista da empresa

Em *Portugal* as **condições de segurança** dos **locais de trabalho**, designadamente os **canteiros de obras** e a **segurança das instalações elétricas**, seja qual for o *tipo* e o *nível de tensão*, e os procedimentos são reguladas, respectivamente, por um conjunto de *Leis e Portarias* e por *documentos legais (anexos a Leis e Portarias)*, designados por **Regulamentos** e cujo cumprimento é **obrigatório**. Nas *referências bibliográficas [2]-[5]* é possível encontrar mais informação sobre este tema.

3 – O CHOQUE ELÉTRICO

3.1 – Os Efeitos da Corrente Elétrica no Corpo Humano

O trabalho em instalações elétricas, ou perto delas, significa que existe o risco de um choque elétrico e, conseqüentemente, que uma corrente elétrica circule no corpo humano, devido às seguintes razões:

- **Contato direto** com partes normalmente em tensão.
- Contato com partes que não estão normalmente em tensão, mas que na sequência de um defeito ficam acidentalmente em tensão (**contato indireto**).
- Existência de diferenças de potencial entre pontos diferentes do solo.

O percurso da corrente elétrica através do corpo humano é imprevisível e o seu valor depende de vários fatores, tais como:

- Tensão de serviço.
- Tempo durante o qual a corrente circula no corpo humano.
- Frequência da rede.
- Percurso da corrente.
- Capacidade de reação da pessoa.

A Figura 1 apresenta exemplos do percurso da corrente elétrica através do corpo humano.

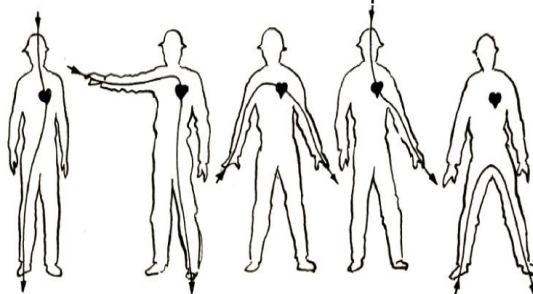


Figura 1 – Percurso da corrente elétrica através do corpo humano

As instalações elétricas com tensões de até **50 V**, em *locais secos* e de até **25 V**, em locais úmidos ou molhados (em **corrente alternada**), ou até **120 V**, em **corrente contínua**, são consideradas seguras no que respeita a *contatos diretos e indiretos*.

A duração do defeito deve ser limitada pela ação dos equipamentos de proteção.

O aumento da frequência diminui a periculosidade da corrente através do corpo humano, sendo as designadas “*frequências industriais*” (**50 Hz** ou **60 Hz**) mais perigosas.

O valor da corrente através do corpo humano depende da resistência da pele, que por sua vez varia com diversos fatores, tais como:

- Pele úmida ou molhada.
- Espessura da pele no ponto de contato.
- Condição psicológica.
- Peso.

- Sexo.
- Idade.

Os principais efeitos da circulação da corrente elétrica através do corpo humano são:

- Perda de controle motor.

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

- Parada respiratória.
- Dor.
- Fadiga física.
- Fibrilação ventricular.
- Parada cardíaca.
- Queimaduras.

Alguns destes efeitos são mortais, designadamente as paradas respiratórias e cardíacas, a fibrilação ventricular e as queimaduras.

A perda de controle motor pode originar dor ou causar lesões devidas a quedas.

A fibrilação ventricular é devida a contrações descontroladas das fibras cardíacas, o que pode causar parada cardíaca e falta de irrigação do cérebro, e é uma das mais frequentes causas da morte em consequência do choque elétrico.

As queimaduras são uma consequência do efeito de Joule, sendo classificadas em três graus, de acordo com as lesões que provocam – 1, 2 e 3, sendo esta a mais perigosa e aquela que pode causar a morte.

Na Figura 2 mostram-se alguns efeitos do choque elétrico.



Figura 2 – Efeitos do choque elétrico

3.2 – Princípios de Segurança Contra o Choque Elétrico

Para garantir a segurança contra o choque elétrico existe uma série de regras gerais que devem ser cumpridas:

- As instalações elétricas devem ser simples de entender e devidamente mantidas.
- Sempre que possível devem-se usar equipamentos de tensão reduzida e com isolamento reforçado (classe II).
- Utilizar equipamentos com o índice de proteção IP¹ adequado.

- À volta dos quadros elétricos deve ser deixado espaço suficiente que permita a circulação do pessoal.

¹ Os índices de proteção IP (proteção contra a penetração de corpos sólidos e proteção contra a penetração de líquidos) estão definidos na Norma IEC 60529 – Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

- Todos os equipamentos que tenham partes acessíveis normalmente em tensão devem ser protegidos por uma vedação em rede metálica (aterrada), com acesso limitado a pessoal credenciado, como representado na Figura 3.



Figura 3 – Vedação em rede metálica para equipamentos com partes acessíveis normalmente em tensão

- Aterramento de todas as partes metálicas normalmente sem tensão.
- Os trabalhos devem ser realizados no estrito cumprimento das normas e regulamentos aplicáveis.
- Os trabalhos devem ser realizados apenas por pessoal especializado e treinado, com as ferramentas adequadas e em boas condições de utilização.
- A área de trabalho deve estar claramente demarcada e assinalada.
- Em caso de incêndio deve ser dado imediatamente o alarme, proceder à exaustão da fumaça, fechar todas as portas, janelas e outras aberturas, para evitar que o incêndio se propague a outras zonas e combater o incêndio com os extintores portáteis (pó ABC ou CO₂).
- Observância das distâncias de isolamento de segurança indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Distâncias de isolamento de segurança

Tensão mais elevada ² (kV)	Distâncias de isolamento Fase-Terra e Fase-Fase (mm)	Distância ao solo (mm)
3,6	65 (interior); 150 (exterior)	2600
7,2	90 (interior)	2600

² Valor normalizado das tensões de acordo com a Norma IEC 60038 – IEC Standard Voltages.

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

	150 (exterior)	
12	115 (interior) 150 (exterior)	2600
17,5	215	2600
24	215	2600
36	325	2600
52	520	2820
72,5	660	760
123	1100	1100
170	1530	1760
245	2100	2400
420	3000	3600

3.3 – Rede Elétrica do Canteiro de Obras

A má concepção, exploração e manutenção da instalação elétrica do canteiro é, normalmente, uma das causas mais frequentes do choque elétrico durante a execução dos trabalhos, designadamente na **utilização** de *máquinas-ferramenta elétricas*.

Um dos erros mais comuns nesta rede elétrica é a existência de quadros elétricos não adequados e em mau estado (ver Figura 4), sem **proteções diferenciais** e fazendo-se a ligação de qualquer máquina-ferramenta às tomadas **sem a respectiva ficha**.

Também deve ser considerado que os cabos elétricos, *instalados no solo* e que podem ser **sujeitos a ações mecânicas intensas** (devido, por exemplo, à circulação de viaturas ou utilização de máquinas pesadas de construção), devem ter **proteção mecânica**.

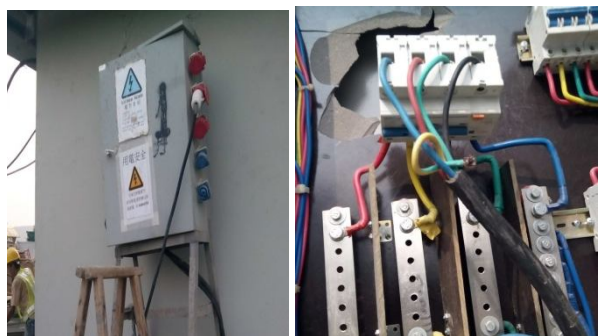


Figura 4 – Exemplo de um quadro elétrico desadequado de um canteiro

4 – OUTROS RISCOS

Como referido anteriormente, durante os trabalhos de construção e particularmente de manutenção, os trabalhadores podem ainda sofrer acidentes decorrentes de riscos diferentes da eletrocussão, designadamente na indústria química.

Os riscos mais frequentes nesta situação são o fogo (incêndio), explosões, presença de materiais corrosivos, radioatividade e produtos químicos, e a possibilidade de libertação de gases ou outros produtos tóxicos.

De entre a legislação e normalização existente em alguns países (infelizmente não em tantos como seria desejável) destacam-se os **EUA**, que através da *Norma NFPA 704 – Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*, que indica os riscos para a saúde, inflamabilidade, reatividade e riscos especiais da maioria dos produtos químicos, que se encontram representados no chamado “Diagrama em forma de diamante” (*diamond-shaped diagram*), que com o devido reconhecimento se apresenta na Figura 5.

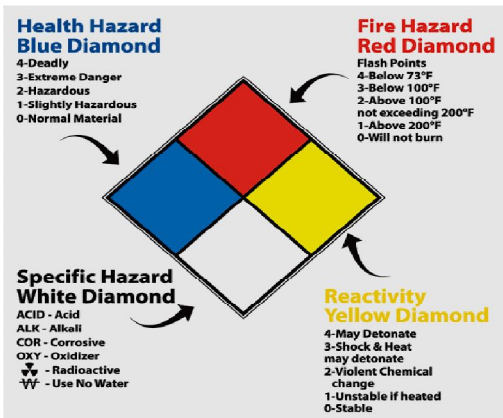


Figura 5 – Diagrama em forma de diamante (segundo NFPA)

De uma forma geral, para cada uma das categorias constantes do diagrama, os riscos estão classificados de **0 (risco não habitual)** a **4 (risco severo)**.

Uma explicação mais detalhada do significado do diagrama e das informações nele contidas podem ser consultadas na *referência bibliográfica [1]*.

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

5 – TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS

5.1 – Definição e Tipos de Espaços Confinados

De acordo com as normas e regulamentos nacionais vigentes nos diversos países e as normas internacionais, e ainda do tipo de área de trabalho, de uma maneira geral, definem-se **espaços confinados** (*confined space*, na designação em inglês) como aqueles que **não foram concebidos para a realização de trabalhos contínuos, não têm ventilação (natural ou forçada com funcionamento permanente) adequada à permanência do homem**, tendo conseqüentemente uma **atmosfera deficiente em oxigênio**, que **requerem meios especiais de acesso** (escadas, cordas tipo linha de vida etc.) ou onde se possam acumular **produtos tóxicos ou inflamáveis**.

Na Figura 6 mostra-se um exemplo de um *espaço confinado*.



Figura 6 – Espaço confinado

São exemplos de *espaços confinados* **galerias subterrâneas (de cabos, por exemplo), caixas de visita de cabos elétricos, tanques, chaminés e caldeiras**.

Os espaços, *embora abertos*, onde se possam **acumular gases mais pesados que o ar**, são também habitualmente classificados como *espaços confinados*.

5.2 – Riscos dos Espaços Confinados

Os principais riscos dos trabalhos realizados em *espaços confinados* são:

- Asfixia por insuficiência de oxigênio (falta de oxigênio suficiente para a respiração; infiltrações de gases perigosos; gases nocivos que podem substituir o oxigênio).
- Incêndio e explosão, resultante de misturas inflamáveis.
- Intoxicação decorrente da exposição a uma atmosfera tóxica.
- Riscos mecânicos (exemplos: equipes de trabalho que podem começar a mover-se de

forma intempestiva; acidentes, choques e golpes devido a chapas defletoras, agitadores, elementos salientes, dimensão reduzida da boca de entrada, obstáculos no interior etc.).

- Riscos de eletrocussão ao entrar em contato com partes metálicas em tensão
- Quedas de diferentes alturas ou devido a desabamentos etc.
- Quedas de objetos no decorrer dos trabalhos.
- Desgaste físico e lesões devido à má postura.
- Ambiente físico agressivo, ambiente quente ou frio, ruído e vibrações e iluminação deficiente

É ainda necessário ter em consideração que as misturas de diferentes contaminantes (gases e vapores combustíveis, gases resultantes da fermentação de matérias orgânicas, produtos da combustão, entre outros) se produzem com frequência, no mesmo espaço confinado podem coexistir em simultâneo os riscos de explosão, incêndio e intoxicação.

Os riscos podem ser agravados nas situações em que a comunicação entre a equipe no interior do espaço confinado e a equipe de apoio, no exterior do espaço, é deficiente.

5.3 – Medidas Preventivas

Para evitar (ou minimizar) os **acidentes de trabalho** nos *espaços confinados* existem uma série de **medidas preventivas** que devem ser implementadas.

Começaremos por referir a necessidade de proceder à **formação do pessoal**, sendo necessário considerar as **ações de atualização da formação**, designadamente quando o *trabalhador muda de tarefa* ou *demonstra deficiências no seu trabalho*.

As principais medidas preventivas que devem ser implementadas são:

- Sinalização de segurança do espaço com indicação clara de que se trata de um *espaço confinado*, bem como das áreas circundantes.
- Emissão de uma **Autorização de Trabalho** específica (*Permit to Work*, na designação em inglês) para aquele espaço, ao qual **só podem aceder trabalhadores autorizados**.

Nos *EUA* o **acesso a espaços confinados** é regulado pela *OSHA*³ *Standard 29 CFR 1910.146*.

Na Figura 7 mostra-se um exemplo dos aspetos anteriormente referidos.

³ *OSHA*: Occupational Safety and Health Administration

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas



Figura 7 – Exemplo de sinalização de espaço confinado

- Medição e controle da atmosfera.
- Informação clara e precisa a todos os trabalhadores dos riscos do espaço.
- Fornecer a todos os trabalhadores os **EPI**⁴ e as ferramentas e meios de montagem adequados⁵.
- Isolamento físico dos circuitos; e isolamento elétrico e mecânico dos equipamentos / máquinas.
- Implementação de um sistema de extração ou ventilação da área e do espaço confinado.
- Implementação de sistemas e/ou equipamentos de purga e/ou extração de fluidos, em funcionamento contínuo (quando necessário).
- Implementação de meios e sistemas de emergência testados e disponíveis.
- Existência de meios de comunicação testados e disponíveis.
- Iluminação artificial adequada e segura.
- Existência de equipamento e/ou sistemas de resgate e primeiros socorros disponíveis, incluindo equipamento de **ressuscitação cardiorrespiratória (RCR)**. **Pelo menos um dos trabalhadores deve estar habilitado a utilizar a fazer RCR.**

Durante a realização dos trabalhos deverá **estar presente no exterior** uma **equipe permanentemente disponível** para **prestação de primeiros socorros** com **todos os elementos treinados em primeiros socorros e habilitados a realizar RCR**.

Todos os membros desta equipe devem **ser informados e estar conscientes dos riscos** que o **espaço confinado** apresenta.

A ausência desta equipe é motivo para parada imediata dos trabalhos.

Uma análise mais detalhada deste tema pode ser consultada na *referência bibliográfica [1]*.

6 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Quando da sua entrada em obra, os trabalhadores, seja qual for a função e atividade, deverão receber formação em segurança e a respectiva entidade patronal deverá fornecer-lhes os seguintes *Equipamentos de Proteção Individual (EPI)*, que se encontram representados na Figura 8.

- Roupa de trabalho **em algodão**, ou **material com características semelhantes**, com **mangas compridas**.
- Capacete.
- Botas de biqueira de aço.
- Luvas de proteção.
- Óculos de proteção.
- Protetores auriculares.
- Colete refletor.



Figura 8 – EPI

A razão porque a roupa de trabalho deve ser **algodão**, ou **material com características semelhantes**, é para que, **em caso de incêndio** e o **fogo atinja o trabalhador**, as **fibras do tecido não se colem à pele do trabalhador**.

No canteiro de obras e nos locais de trabalho devem ser afixados **painéis de sinalização**, indicando os **EPI** obrigatórios, como se exemplifica na Figura 9.

⁴ EPI: Equipamento de Proteção Individual (ver Capítulo 6).

⁵ Uma particular atenção deve ser tomada quando o espaço em causa é classificado como **ATEX** (com risco de explosão).

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas



Figura 9 – Painel de sinalização

Os **equipamentos de proteção respiratória** (ver Figura 10) habitualmente só são necessários numa subestação quando há suspeita de fuga de **SF₆**, que embora *não seja um gás tóxico degrada-se, formando gases tóxicos e asfixiantes quando é submetido a fontes de calor intensas, como o arco elétrico.*



Figura 10 – Equipamento de proteção respiratória

Para trabalhos de *soldagem e de corte de ferro*, os trabalhadores devem estar equipados com **máscaras de proteção** adequadas.

Em *Portugal* as características dos equipamentos de proteção (individuais e coletivos) e ferramentas e meios de montagem devem obedecer às *Normas NP, EN e NP EN⁶*, encontrando-se as mais importantes listadas nas referências bibliográficas [2] e [3].

Em todos os canteiros de obras deverão existir:

- Plano de “Resposta a Emergências”, que estabelece as medidas a adotar em matéria de primeiros socorros, combate a incêndios e evacuação de trabalhadores.
- Instruções de primeiros socorros.
- Caixa de primeiros socorros.
- Extintores portáteis.
- Número nacional de emergência e números telefónicos dos hospitais, corporações de

⁶ **NP**: Normas Portuguesas. **EN**: Normas Europeias. **NP EN**: Normas Portuguesas harmonizadas com as Normas Europeias.

bombeiros e autoridades, afixados em local bem visível.

7. – TRABALHOS EM ALTURA

Os **trabalhos em altura** mais comuns na construção e manutenção de instalações elétricas são os realizados nos *postes de apoio de linha aérea, pórticos de amarração de linha nas subestações e outros tipos de estruturas.* Consideram-se ainda *trabalhos em altura* os realizados com *andaimes ou estruturas semelhantes.*

De acordo com a legislação vigente em *Portugal*, **apenas** são considerados *trabalhos em altura* os realizados a **distâncias ≥ 2 m acima do solo.**

Para trabalhos em altura, os trabalhadores devem ser munidos de **arnês e cinto de segurança**, como indicado na Figura 12 e ser criada uma “**linha de vida**”.



Figura 12 – Tipos de arnês

Todos os andaimes devem ser providos de **guarda-costas, plataformas e escadas**, quando têm mais de um nível, como se representa na Figura 13.

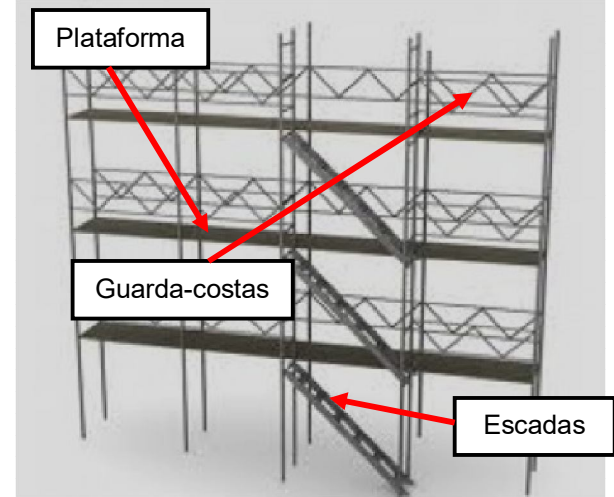


Figura 13 – Andaime
Quando são utilizados **andaimes móveis**, com **rodas**, estas devem ser **travadas e calçadas**, para evitar a deslocação do andaime.

8 – PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

Dependendo do *volume e tipo de obra*, na maior parte dos países, é **obrigatório** a elaboração do **Plano de Segurança e Saúde (PSS)** – em *Portugal* é da competência da **ACT** (ver Capítulo 1) produzir a legislação e normas que definam as obras que requerem **PSS** – que é um documento fundamental no que respeita a segurança e saúde dos trabalhadores presentes no canteiro de obras.

É habitual que as obras **não possam iniciar** se o **PSS não estiver produzido e aprovado** (usualmente a **aprovação** do **PSS** é feita pelo *Dono de Obra* ou pela *Fiscalização*).

Deve salientar-se que o **PSS não pode sobrepor-se nem substituir-se** às *normas e a legislação em vigor* relativa a **segurança e saúde**, que têm, obviamente, **precedência** sobre o **PSS**.

Os principais objetivos do **PSS**, que devem ser elaborados *tendo em consideração* os **meios humanos e materiais** a *utilizar na execução dos trabalhos*, são:

- **Identificar os riscos** associados a cada fase ou tipo de trabalho da obra e **definir os equipamentos de proteção e os meios de montagem necessários**.
- **Definir explicar a organização de segurança e a sua gestão**, que será implementada durante a execução dos trabalhos.
- **Definir o programa de treino e/ou formação dos trabalhadores**.

O **princípio básico** na *organização do trabalho* e que se reflete não só no *conteúdo e estrutura do PSS*, mas principalmente na **minimização de acidentes**, é o seguinte:

É o trabalho que deve ser adaptado ao trabalhador e não o trabalhador que deve ser adaptado ao trabalho.

A *estrutura típica* de um **PSS** é a seguinte⁷:

- I. Objetivo e Âmbito
- II. Caracterização da Obra
- III. Riscos Associados ao Meio Envolvente
- IV. Fases da Obra e Programa de Execução dos Diversos Trabalhos
- V. Riscos Evidenciados e Medidas de Prevenção
- VI. Riscos Especiais (Fases de trabalhos com riscos especiais; Lista de materiais com riscos especiais)
- VII. Gestão e Organização do Canteiro
 - VII.i Organograma funcional da empreitada
 - VII.ii Difusão da informação sobre segurança
 - VII.iii Auditorias de avaliação de riscos profissionais
 - VII.iv Implantação do canteiro (localização; acessos ao canteiro; vedações; instalações

⁷ Esta estrutura foi extraída do **PSS** de uma obra concreta realizada em *Portugal* – “*Rede de Distribuição em Média e Baixa Tensão*”.

sociais e sanitárias; procedimentos em caso de emergência)

VIII. Anexos – Lista de Documentos Associados

De entre os documentos que constituem os **Anexos** do **PSS** referem-se os seguintes:

- Anexo I - Riscos associados ao meio envolvente.
- Anexo II – Fases da obra e programa de execução dos diversos trabalhos.
- Anexo III - Riscos evidenciados e medidas de prevenção (para todas as fases e operações do trabalho).
- Anexo IV – Listas de Verificação e Controlo de Segurança (**LVCS**).
- Anexo V – Fichas de Procedimentos de Segurança (**FPS**).
- Anexo VI – Registro de telefones de emergência.

Exemplos dos **Anexos III, IV e V** são apresentados como apêndices, encontrando-se referidos no Capítulo 11.

9 – COORDENADOR E TÉCNICO DE HIGIENE E SEGURANÇA

De acordo com a legislação vigente em *Portugal*, e similarmente ao que acontece em grande parte dos países, existem trabalhos que pela sua natureza, extensão e riscos obrigam a que o Empreiteiro tenha, pelo menos, um **Técnico de Higiene e Segurança (THS)** associado à obra.

A natureza dos trabalhos, a sua extensão e duração, eventuais operações que envolvam equipamentos especiais e os riscos avaliados determinarão o **número de THS** que deverão estar permanentemente em obra ou, **no limite**, se um **THS com uma vista semanal ou mensal** à obra é **suficiente para garantir a segurança**.

Exemplos típicos de obras que requerem a presença permanente em obra de vários **THS** são a construção de *centrais elétricas, subestações de alta tensão, instalações de indústria pesada e edifícios de serviços* (escritórios, shoppings etc.).

Em *Portugal* só pode desempenhar as funções de **THS** quem tiver um **CAP (Certificado de Aptidão Profissional) Nível 4**, após frequência e aproveitamento de um curso de formação, ministrado por entidades certificadas pela **ACT**, como por exemplo o **ISQ** (ver Capítulo 1).

Em obras importantes e de grande dimensão, como as que foram referidas anteriormente, é usual que o *Dono de Obra* nomeie um **Coordenador de Segurança (CS)**, habitualmente integrado na equipa de **Fiscalização**.

As principais funções em obra do(s) **THS** são:

- Avaliar os riscos associados à execução da obra e definir as medidas de prevenção adequadas e, se o **PSS** for obrigatório, propor

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

ao *Dono de Obra* o desenvolvimento e as adaptações do mesmo.

- Dar a conhecer o **PSS** e as suas alterações aos trabalhadores da empresa, subempreiteiros e trabalhadores independentes, ou pelo menos a parte que os mesmos necessitam de conhecer por razões de prevenção e fazer cumprir o **PSS** para a execução da obra.
- Fazer cumprir o **PSS** para a execução da obra.
- **Elaborar fichas de procedimentos de segurança**, designadamente para os trabalhos que impliquem riscos especiais, em particular os documentos **LVCS** e **FPS**, referidos no Capítulo 8.
- Assegurar que os subempreiteiros e trabalhadores independentes e os representantes dos trabalhadores para a segurança, higiene e saúde que trabalhem no canteiro de obras tenham conhecimento das **fichas de procedimentos de segurança**.
- Assegurar a aplicação do **PSS** e das **fichas de procedimentos de segurança** por parte dos seus trabalhadores, de subempreiteiros e trabalhadores independentes.
- Assegurar que os subempreiteiros cumpram, na qualidade de empregadores, as suas obrigações.
- Assegurar que os trabalhadores independentes cumpram as suas obrigações.
- Colaborar com o **CS** (caso exista), bem como cumprir e fazer respeitar por parte de subempreiteiros e trabalhadores independentes as diretivas daquele.
- Tomar as medidas necessárias a uma adequada organização e gestão do canteiro de obras, incluindo a organização do sistema de emergência.
- Tomar as medidas necessárias para que o acesso ao canteiro de obras seja reservado a pessoas autorizadas.
- Organizar um registro atualizado dos subempreiteiros e trabalhadores independentes por si contratados com atividade no canteiro de obras, nos termos da legislação em vigor.
- Fornecer ao autor do projeto, ao **CS** em projecto, ao **CS** em obra ou, na falta destes, ao *Dono de Obra* os elementos necessários à elaboração da **compilação técnica**⁸ da obra.

10. – ASPECTOS DE SEGURANÇA NAS OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

A execução dos trabalhos de *manutenção, preventiva ou curativa*, deve seguir, do ponto de

⁸ A **compilação técnica** da obra é fundamentalmente constituída pela versão final do projeto “Como Construído” (“as-built drawings”), catálogos dos equipamentos, manuais de operação, manuais de manutenção e lista recomendada de peças de reserva e de ferramentas especiais.

vista de segurança, as **medidas preventivas** atrás descritas para a generalidade dos trabalhos.

Contudo é necessário ter em consideração que se trata de intervenções que têm **implicações com a exploração das instalações**, que podem envolver *técnicos de diferentes departamentos e trabalho por turnos* e que as *intervenções serão realizadas em equipamentos ou sistemas que se encontram em serviço* e que **é necessário desligar para permitir a realização dos trabalhos em causa**.

Por esse motivo é necessário estabelecer alguns **procedimentos particulares**, dos quais se destacam:

- Estabelecer a **coordenação entre os diversos departamentos envolvidos e responsáveis** pela *condução dos equipamentos*.
- Definir claramente, **por escrito**, os *métodos de trabalho e as ferramentas e outros meios necessários* para a realização do trabalho
- Definir claramente, **por escrito**, as *funções de cada um dos intervenientes no trabalho e as respectivas dependências hierárquicas e responsabilidades*.
- Emitir para cada tarefa e para cada trabalhador uma “*Autorização de Trabalho*” (*Permit to Work – PTW* – na designação em inglês) sem a qual não é possível realizar o trabalho. Exemplos de um PTW é apresentado como apêndice, encontrando-se referidos no Capítulo 11.
- Implementar um sistema de “*lockout-tagout*” (**LOTO**), como ilustrado na Figura 14, e estabelecer os respectivos procedimentos.

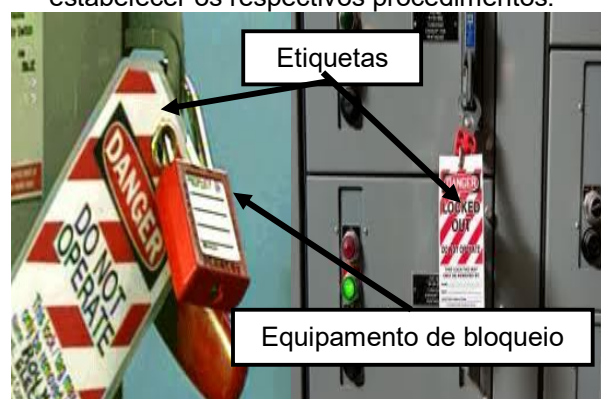


Figura 14 – LOTO de um equipamento de comando local

Informação mais detalhada sobre este assunto pode ser encontrada na *referência bibliográfica* [1]

- Estabelecer uma política e procedimentos de “**Manobras de Consignação e Desconsignação**” para **isolamento** de um *equipamento ou sistema e posterior ligação, após reparação e elaboração* do respectivo **Auto**, de que se mostra um exemplo como apêndice.

Segurança na Construção e Manutenção de Instalações Elétricas

11 – APÊNDICES

São apresentados como apêndices exemplos dos seguintes documentos:

- [Anexo III do PSS – RISCOS EVIDENCIADOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO/EXEMPLO \(“REDE AÉREA BT, RAMAIS E CHEGADAS”\)](#)
- [Anexo IV do PSS – LVCS \(EXEMPLO\)](#)
- [Anexo V do PSS – FPS \(EXEMPLO\)](#)
- [PTW \(EXEMPLO\)](#)
- [Auto de Consignação \(EXEMPLO\)](#)

11 – CONCLUSÕES

De tudo o que foi analisado neste trabalho ressaltam a importância de avaliar os riscos e estabelecer os procedimentos adequados e as medidas preventivas descritas para evitar e/ou minimizar os acidentes durante a construção e a manutenção de instalações elétricas.

12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] *Basics of HV, MV and LV Installations*. Manuel Bolotinha. Editora Ómega, 2017, Lisboa, Portugal

[2] *Distribuição de Energia Elétrica em Média e Baixa Tensão*. Manuel Bolotinha. Publindústria/Engebook, 2016. Porto, Portugal

[3] *Subestações – Projecto, Construção, Fiscalização*. Manuel Bolotinha. Publindústria/Engebook, 2017. Porto, Portugal

[4] *Gestão, Controlo e Análise de Projecto*. Manuel Bolotinha. Chiado Editora, 2015. Lisboa, Portugal

[5] Bolotinha, Manuel. *Regulamentação e normalização de instalações elétricas de baixa, média e alta tensão – a situação em Portugal*. Publicado em 10/05/2017. Acessível em <http://universolambda.com.br/normas-em-portugal/>



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES: A ATUAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS NA MELHORIA DE PROCESSOS

Breno de Assis Oliveira
Viabile Planejamento e Projetos
breno@viabile.com.br

Cícero Murta Diniz Starling
UFMG
cicerostarling@ufmg.br

Paulo Roberto Pereira Andery
UFMG
paulo@demc.ufmg.br

RESUMO

Através do desenvolvimento de dois estudos de caso, o presente trabalho concatena diversos conceitos de pesquisas na gestão do processo de projeto aplicadas no processo de elaboração de projetos de instalações elétricas – e sua execução – no contexto dos empreendimentos hospitalares. Tais estudos, em cruzamento com uma revisão bibliográfica que abordou a situação da gestão de projetos, apresentam um extenso quadro das dificuldades encontradas na elaboração de projetos de instalações elétricas e sua consequente execução em empreendimentos hospitalares; suas causas e ações que possam minimizar os riscos inerentes a empreendimentos que, por sua natureza, oferecem elevado grau de complexidade e exigem interação completa entre os diversos agentes envolvidos. A ausência de um adequado programa de necessidades, a utilização de técnicas de gestão de projetos ultrapassadas e o desconhecimento técnico das particularidades expostas pelas instalações hospitalares provocam relações tensas entre as partes, o descumprimento dos prazos, a extrapolação dos orçamentos previstos, lacunas no atendimento às expectativas de investidores, contratantes e usuários de empreendimentos altamente sensíveis e, consequente incremento de riscos em relação à segurança das instalações elétricas.

Visando minimizar os riscos apresentados, este trabalho oferece duas contribuições: o primeiro, um *briefing* – um programa de necessidades – para a elaboração de projetos de instalações elétricas em empreendimentos hospitalares; o segundo, uma sequência para a elaboração dos referidos projetos fundamentados nas mais modernas técnicas de gestão do processo de projeto.

Palavras-chave: gestão de projeto, processo de projeto, instalações elétricas, empreendimentos hospitalares, programa de necessidades.

1.0 – INTRODUÇÃO

Empreendimentos hospitalares demandam projetos que apresentam certo grau de complexidade, devido às suas características únicas. Esta complexidade tem origem em especificações mais restritivas quando comparadas a empreendimentos residenciais, comerciais ou industriais – seja por força de legislação ou por condições técnicas especiais no que diz respeito à manutenção da vida de um ou vários pacientes.

Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) são especialmente exigentes. Somente a RDC-50 (Resolução da Diretoria Colegiada Nº 50, emitida pela ANVISA em 2002, atualmente em fase de atualização) referencia 52 normas brasileiras; destas, cinco são diretamente relativas às instalações elétricas. A falta de gestão adequada sobre essa disciplina pode acarretar atrasos em cascata na execução dos empreendimentos, devido a fatores como:

- Indefinição de espaços técnicos adequados;
- Ausência de detalhamento de especificações de componentes e soluções;
- Incompatibilidade entre o fornecimento dos projetos ou especificações e o prazo de fornecimento de componentes e equipamentos pouco usuais.

De forma a contribuir para a evolução do tema este artigo apresenta, a partir de um estudo de caso múltiplo com foco na gestão do processo de projeto de instalações hospitalares, a estrutura para a elaboração de um programa de necessidades que permita a montagem do *briefing* para a elaboração de projetos de instalações elétricas em empreendimentos hospitalares. Tal modelo pode ser utilizado não só por projetistas, mas por todos os agentes envolvidos nestes



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

empreendimentos, visando auxiliar os profissionais responsáveis na elaboração de projetos elétricos em sistemas hospitalares (sem a pretensão de substituir regulamentos, normas e manuais pertinentes).

2.0 – A GESTÃO DE PROJETOS E SUA APLICAÇÃO

A Gestão do Processo de Projeto (GPP) traz desafios admiráveis a arquitetos, engenheiros e promotores dos empreendimentos; os principais, porém não únicos atores presentes no processo. Melhores práticas de gestão são discutidas em todos os níveis da AEC. Porém, frequentemente de forma isolada, proprietária a cada grupo, assim como se discute a autoria de um projeto – responsabilidade exclusiva de seu autor (EMMITT, 2010) [1].

É interessante observar a evolução – ou a falta de aplicação prática desta – que afeta a GPP. Em artigo publicado em 1993, intitulado *The future for major project management*, Barnes e Wearne (1993) [2] arriscaram oferecer à época pontos de vista “futuros” sobre como evoluiria a gestão de projetos. Ainda que reconhecessem que a efetividade geral da gestão de projetos havia evoluído, Barnes e Wearne (1993) [2] apresentaram desafios que, mais de duas décadas após seu levantamento, ainda persistem na GPP, como por exemplo:

- Incompletude de projetos;
- Indefinição sobre os objetivos do empreendimento;
- Ausência de identificação das incertezas do projeto (ou seus riscos);
- Incapacidade de concentrar a tomada de decisões importantes na elaboração do projeto;
- Falta de envolvimento de todos os agentes da cadeia;
- Criação de vários clientes internos e externos em um único projeto;
- Ausência de uma estratégia de contratação;
- Inflexibilidade do responsável pela gestão do projeto em adaptar-se às mudanças ou fatores externos.

No sentido de minimizar estes riscos e suas consequências em projetos, há muito a literatura destaca a importância a ser dada na elaboração do programa de necessidades (ou

briefing). Moreira e Kowaltowski (2009) [3] destacam as fases que compõem o processo de construção de um edifício:

1. O programa;
2. O projeto;
3. Sua execução.

Na área das instalações elétricas, observa-se que a falta de planejamento pode causar muitos problemas na execução, afetando de forma importante os prazos de conclusão de projetos. Um caso experimental apresentado por Horman et al (2006) [4] demonstra uma alta correlação entre o planejamento de uma sequência de trabalho e a produtividade da equipe (LAVY e FERNÁNDEZ-SOLIS, 2010) [5]. Hospitais constituem alguns dos mais desafiadores tipos de empreendimentos para os quais engenheiros podem projetar e instalar energia elétrica, sistemas de comunicações, segurança e sistemas especiais (JUAN et al, 2010) [6].

Além da segregação entre projeto e obra, observa-se na prática que não há uma unidade entre projetos de diferentes disciplinas. A fragmentação de processos é tema recorrente de críticas em projetos para construção.

Neste sentido, os conceitos de Engenharia Simultânea seguem na direção da necessidade da apresentação de produtos competitivos, que não abram mão da personalização ou da exigência da qualidade (FABRICIO, 2002) [7]. É natural que se espere, portanto, uma grande sinergia entre o conceito de projeto (com seu prazo determinado), necessidade de personalização e expectativas de preenchimento dos mais variados requisitos, em relação à aplicação da Engenharia Simultânea.

Uma gestão de projetos inadequada impacta negativamente tanto na fase de obras quanto na fase de operação de um empreendimento hospitalar. Assim, deve-se garantir que suas instalações prediais de água, esgoto, energia elétrica, gás, climatização, proteção e combate ao incêndio, comunicação e outras existentes atendam às exigências dos códigos de obras e posturas locais, além das normas técnicas pertinentes (AMORIM et al, 2013) [8]. Um adequado processo de gestão de projetos potencializa a verificação e consequente validação dessas garantias.

3.0 – ESTUDOS DE CASO



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

Este trabalho discute seus resultados baseado em dois estudos de caso, ou em registros momentâneos de um extrato qualificado. Lançou-se mão, neste intuito, de uma análise do processo de projetos e obras de reforma de dois grandes complexos hospitalares recentemente reformados, localizados em Belo Horizonte/MG.

Por necessidade de síntese, os estudos de caso são apresentados de maneira resumida, omitindo-se o histórico das ações e incidências no processo de projeto, amplamente documentadas em Oliveira (2015) [9].

3.1 – ESTUDO DE CASO 1 – HOSPITAL A

O Hospital A caracteriza-se por ser um hospital de grande porte, constituindo complexo de urgência e emergência implantado no município de Belo Horizonte. Possui área construída de pouco mais de 18.000 m², e um número aproximado de 315 leitos. O empreendimento oferece múltiplas especialidades médicas; portanto, do ponto de vista das instalações elétricas, trata-se de um empreendimento completo, que demanda todas as especialidades previstas para as instalações elétricas presentes na normalização vigente.

Por se tratar de obra pública, o projeto de instalações elétricas foi contratado através de um processo licitatório elaborado pelo estado de Minas Gerais. O agente público identificou a necessidade de uma ampla reforma no Hospital A, visando sua modernização e ampliação de capacidade em todas as áreas (urgência, emergência, atendimento intensivo e atendimento ambulatorial). Havia ainda a necessidade de atendimento à legislação em vigor, em especial à RDC-50 editada pela ANVISA em 2002, pois notificações oriundas de fiscalização por parte da Vigilância Sanitária – VISA – faziam parte da realidade diária do hospital, reforçando a necessidade de sua adequação. Embora baseado em um planejamento mínimo, observou-se que o processo de projeto de instalações elétricas para o Hospital A não correspondeu a muitas de suas expectativas. Conforme prática recorrente de mercado, a contratação teve um padrão sequencial, com a emissão de um projeto arquitetônico absolutamente desvinculado das necessidades demandadas pelas demais instalações – especialmente as instalações elétricas. A ausência de um programa de necessidades que englobasse todo o

empreendimento constituiu fator importante para a falta de integração das diversas disciplinas.

A elaboração de um projeto arquitetônico de forma individualizada – ou seja, que não contemplava as principais interferências com as demais disciplinas – atrelada a uma contratação com valores de remuneração fixa que não detalhava os diversos pontos de controle necessários ao processo de projeto, provocou insegurança no início dos trabalhos de elaboração de projetos de instalações elétricas. Observou-se, pela comunicação entre as partes e atas de reuniões, grande dispêndio de horas para o estabelecimento de um programa mínimo a ser seguido; horas estas que já consumiam o prazo estabelecido em contrato. Os aditivos de prazo para elaboração de projetos foram, portanto, inevitáveis. Assim, o planejamento sequencial determinado pela empresa pública gestora foi fatalmente atingido.

Apesar das dificuldades, observou-se que a atividade de coordenação e compatibilização entre os projetos conseguiu, de forma integrada, contornar os problemas encontrados, sobretudo quanto a interferências. É evidente que, caso o processo não tivesse nascido com as dificuldades expostas, maior tempo poderia ter sido utilizado no estudo e melhoria de soluções, e não em sua fundamentação extemporânea.

3.2 – ESTUDO DE CASO 2 – HOSPITAL B

O Hospital B caracteriza-se por ser também um hospital de grande porte, constituindo um complexo de urgência e emergência, também implantado no Município de Belo Horizonte. Possui área construída de aproximadamente 38.000 m², e até a data de conclusão deste trabalho ainda passava por uma grande reforma, dividida em várias etapas, com o intuito de prover o complexo de um número aproximado de 500 leitos. Diversas especialidades são desenvolvidas no ambiente hospitalar, portanto, assim como o Hospital A, o Hospital B constitui empreendimento completo do ponto de vista das instalações elétricas.

Diferentemente do Hospital A, o processo de projeto do Hospital B não fez parte de uma contratação única e anterior às obras. Os projetos executivos de engenharia de sistemas prediais compuseram um sub item do contrato de obras, ou seja, a construtora vencedora do certame licitatório era responsável também pela elaboração dos



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

projetos executivos de engenharia de sistemas prediais, que seriam embasados nos projetos arquitetônicos fornecidos pela equipe de arquitetura e engenharia da instituição cliente.

O processo de projeto do Hospital B transcorreu sob tensão constante entre as partes, pois apresentou em seu desenvolvimento:

- Planejamento equivocado;
- Ausência de elementos fundamentais de projeto;
- Pressões políticas variadas (atendimento ao cronograma de um grande evento esportivo – a Copa do Mundo 2014);
- Falta de comprometimento de alguns dos projetistas.

Observou-se que, no momento de maior ansiedade do processo, toda a gestão e planejamento foram abandonados em detrimento a uma força tarefa concentrada na elaboração dos projetos. O descumprimento do prazo determinado e do orçamento previsto, mesmo com o corte de importante parte do escopo das obras inicialmente contratadas, atestam o fracasso do planejamento proposto.

4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Songer (1997) [10] apontava, ainda no final do século passado, os critérios de sucesso para empreendimentos públicos:

- Obediência ao orçamento previsto;
- Atendimento às expectativas dos usuários, e;
- Conformidade com o prazo determinado. Conforme demonstrado ao longo deste artigo, observou-se, em ambos os casos estudados que:
- Os orçamentos foram ultrapassados;
- As expectativas dos usuários foram negligenciadas (incidência de um grande número de alterações nos projetos considerados finalizados e prontos para o desenvolvimento das etapas posteriores e, no caso do Hospital B, houve ainda a redução do escopo inicialmente previsto);
- Os prazos foram descumpridos, através de diversos aditivos contratuais.

Os problemas apontados nos estudos de caso sugerem que os projetos apresentaram diversas falhas no que diz respeito ao atendimento das expectativas dos agentes envolvidos. Mas quais seriam estas expectativas? Estas deveriam

ser detalhadamente sumarizadas a partir de um programa de necessidades. Mais do que fazer parte da contratação, o programa de necessidades deve ser elaborado na fase de concepção do empreendimento, até mesmo para direcionar adequadamente as contratações necessárias. A falta do programa, ou em última análise, a falta de expectativas claras, transformou o processo de projeto de ambos os empreendimentos em uma sequência de problemas a serem sucessivamente contornados, até que seu término fosse decretado – afinal, quais requisitos (à exceção da técnica fundamental e prazos estipulados) os empreendimentos deveriam cumprir?

Não obstante todas as questões técnicas envolvidas, observou-se em ambos os casos estudados o descompasso entre as importantes definições referentes às instalações elétricas e a concepção arquitetônica dos empreendimentos hospitalares. Conceitos de integração e multidisciplinaridade propostos pela Engenharia Simultânea, se devidamente aplicados, contribuiriam significativamente para processos menos tensos, pois estabeleceriam produtos, como um programa de necessidades, promoveriam a interface entre os diversos agentes envolvidos e determinariam metas – requisitos expectativas – mais perenes em relação à utilização e ciclo de vida do empreendimento do que puramente o menor valor de contratação e um prazo inexorável (ou, pelo menos, assim determinado) para o término das obras.

Ambos os processos contaram com a realização de reuniões periódicas entre coordenadores, projetistas e contratantes, mesmo após o término da etapa de projetos. Isto evidencia a importância do acompanhamento dos responsáveis pelos projetos durante todo o empreendimento, e denota que os contratos entre as partes devem ser mais claros em relação a esta necessidade, considerando horas técnicas, por exemplo, enquanto durar as intervenções. Ao contrário, ambos os processos foram fechados a “preço fixo”. Outro item importante a ser considerado e que envolve o responsável pelos projetos de instalações elétricas (assim como de outras disciplinas) é a emissão de projetos e detalhamentos executivos durante a fase de execução das obras.

Face ao exposto na análise realizada, foram identificados onze pontos fracos a serem combatidos na gestão do processo de projetos em empreendimentos hospitalares. Apresenta-se, a



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

seguir a descrição de tais riscos de projeto, bem como suas possíveis soluções:

4.1 – AUSÊNCIA DE UM PROGRAMA DE NECESSIDADES

Apresenta como causa contratações intempestivas, em atendimento a marcos que extrapolam as questões técnicas. Tem como consequências: a elevação dos custos, a dilatação dos prazos e o não atendimento às expectativas ou requisitos do cliente, investidores e usuários. Possíveis diretrizes para melhorias passam pela formação de equipes técnicas de consultores experientes e com desenvoltura para a realização de entrevistas, jogos e simulações que sejam capazes de traduzir expectativas em requisitos dos clientes e usuários, compondo assim um adequado programa de necessidades. Torna-se também fundamental a definição, por parte do cliente, de interlocutores qualificados, que respondam de forma clara e inequívoca por suas áreas, de forma a compor um programa de necessidades que reflita a realidade de suas expectativas.

4.2 – CONTRATOS A VALORES FIXOS E IRREAJUSTÁVEIS

Apresenta como causas a falta de conhecimento dos contratantes quanto às particularidades do processo de projetos complexos, que demandam maiores interações entre os agentes envolvidos e a necessidade de apresentação – e posterior obediência – a um orçamento pré-determinado em bases pouco confiáveis. Traz como consequências:

- A solicitação de aditivos de preço e prazos, dilatando o período previsto para a execução das obras, bem como seu orçamento.
- O surgimento de maiores fragilidades nas relações entre as partes devido à falta de clareza do escopo a ser contratado;
- Contratos baseados em preço único e prazo determinado, sem incentivos para a superação de metas que apresentem resultados maiores do que os esperados para o empreendimento, e;
- Inflexibilidade diante das nuances de projetos que apresentam maior grau de complexidade e exigem estudos ou

maiores interações, gerando desgastes entre as partes.

Tais deficiências podem ser contornadas, com o estabelecimento de novas formas de contratação que estimulem as partes a buscar resultados para o empreendimento que revertam em resultados para suas próprias empresas, na superação de metas estipuladas por um programa de necessidades, em consonância com um adequado planejamento físico e financeiro (a exemplo dos “contratos de aliança”, ou IPD – *Integrated Project Delivery*).

4.3 – CONTRATAÇÃO PELO CRITÉRIO DE “MENOR PREÇO” E NÃO “PREÇO E TÉCNICA”

Apresenta como causa a pressão pela apresentação dos melhores resultados a partir de orçamentos enxutos, que não condizem com a realidade da prestação de serviços ora contratada. Sua consequência é a criação de incertezas sobre o nível de conhecimento técnico do responsável pelos projetos. Por isto, é importante para o sucesso dos projetos a realização de contratações baseadas não somente em critérios financeiros, mas também calcada em bons critérios técnicos mensuráveis.

4.4 – AUSÊNCIA DE PROJETOS EXECUTIVOS ANTES DO INÍCIO DA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Além das contratações intempestivas, apresenta também como causa a ausência de planejamento condizente com as condições técnicas especiais exigidas por projetos com demandas específicas. Suas consequências são:

- Orçamentos deficientes, provocando aumento dos custos estimados;
- Geração de desgastes entre as partes, estabelecendo uma relação de desconfiança entre contratante e contratado no que diz respeito à incompletude das informações;
- Imprevisibilidade quanto ao cumprimento de prazos, haja vista a ausência de documentos técnicos essenciais para as obras;
- Transferência da responsabilidade da apresentação de projetos executivos para a construtora.

Sem um programa de necessidades adequado, o projeto executivo elaborado pela



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

construtora fica a mercê de seus interesses comerciais, sem garantias de execução da melhor técnica. Mais uma vez, a elaboração do programa de necessidades condizente com a complexidade das obras oferece pontos de verificação de conformidade com pré-requisitos do empreendimento. Além disso, a aplicação dos conceitos de Engenharia Simultânea integra projeto e produto. O correto planejamento das ações (que depende da experiência dos envolvidos e flexibilidade no trato multidisciplinar do empreendimento) acrescenta confiança na relação entre as partes, minimizando riscos inerentes ao processo.

4.5 – AUSÊNCIA DE EXIGÊNCIAS DE QUALIFICAÇÃO OU ESPECIALIZAÇÃO TÉCNICA DOS PROJETISTAS

Observa-se, como prática recorrente, a busca por maior participação de empresas concorrentes, de forma a permitir a contratação por remuneração abaixo do orçamento estipulado. Esse procedimento provoca a desvalorização das atividades de maior engenharia aplicada, confinando os projetos de empreendimentos hospitalares e toda a sua complexidade em uma perigosa “vala comum” de elaboração de projetos.

Deve-se considerar que Projetos que apresentem maior grau de complexidade exigem equipes melhor preparadas. Por isso, as contratações devem estipular, de forma clara e inequívoca, o nível de conhecimentos técnicos necessários, corroborados por currículo técnico atestado, compatíveis com a boa técnica exigível pelo empreendimento proposto.

4.6 – ARQUITETURA (OU CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA) DESCONECTADA DAS EXIGÊNCIAS DAS DEMAIS DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

Este ponto fraco costumeiramente configura-se como uma das principais reclamações dos responsáveis pelos projetos de sistemas prediais. Mas mesmo a arquitetura sofre com diversas pressões, tal como o imediatismo visando o término desta etapa para a contratação das etapas subsequentes. Porém, muitas vezes a concepção arquitetônica é elaborada a partir da aplicação de conceitos de projetos ultrapassados,

baseados tão somente na experiência do arquiteto. As consequências são:

- Atrasos na fase de elaboração de projetos e, por consequência, na execução das obras;
- Desgaste entre as partes por imputar retardos e retrabalho ao processo de projeto;
- Insegurança na contratação por não prover bases seguras para a obtenção de dados para planejamento, orçamentos e previsão de custos.

Observa-se que a concepção do empreendimento deve prover segurança e, para isto, deve ser tratada de forma multidisciplinar, e não somente considerando a arquitetura do empreendimento.

4.7 – AUSÊNCIA DA PRÉVIA ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS HOSPITALARES

Apresenta como causa muitas vezes a pura e simples indefinição clara do escopo, aliada à ausência de envolvimento de profissionais responsáveis pelas áreas afeitas. Provoca, como consequências, atrasos na elaboração de projetos que não contam com todos os requisitos definidos, além de atrasos na etapa de obras devido aos elevados prazos de fornecimento de equipamentos.

Tais deficiências do processo de projeto podem ser minimizadas adotando-se, além da elaboração de um programa de necessidades que reflita de forma clara os requisitos do empreendimento, os seguintes procedimentos:

- Negociação prévia com fornecedores de equipamentos de forma a elaborar um programa mínimo de requisitos para a instalação dos equipamentos necessários (embora essa opção não seja válida para empreendimentos públicos por força de lei);
- Inclusão de agentes responsáveis diretos pelas áreas envolvidas na fase de concepção do projeto.

4.8 – AUSÊNCIA DE PONTOS DE CONTROLE MULTIDISCIPLINARES

Também provocada pela indefinição do escopo de contratação, bem como pela aparente



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

dificuldade de acesso aos responsáveis técnicos, devido à indisponibilidade destes agentes. Criam-se então projetos com alto grau de interferências ou incompatibilidades entre as diversas disciplinas envolvidas. Portanto, há a necessidade de determinação, em contrato, de obediência por parte dos responsáveis técnicos pelos projetos aos pontos ou marcos de controles multidisciplinares, ressaltando claramente a parcela de remuneração para a atividade. Esta remuneração não deve contemplar somente a participação em reuniões e disponibilidade de horas técnicas, mas também a elaboração de detalhamentos e projetos executivos.

Faz-se necessária, portanto, a constituição de uma coordenação de projetos pró-ativa, capaz de estabelecer metas que excedam o simples cumprimento de orçamentos e prazos, buscando resultados que vão além dos ganhos financeiros (atendimento ao cliente).

4.9 – AUSÊNCIA DE PROJETOS APROVADOS EM ÓRGÃOS REGULADORES

A causa deste risco também é creditada às contratações intempestivas, somadas à ausência de planejamento condizente com as condições técnicas especiais exigidas por projetos com demandas específicas. Apresenta como consequências:

- Alterações da concepção arquitetônica em obediência a requisitos de fluxos hospitalares, provocando retrabalho em todas as disciplinas;
- Dilatação dos prazos e consequente elevação dos custos com mobilização de equipes;
- Não atendimento às expectativas ou requisitos do cliente, investidores e usuários.

Aprovações em órgãos reguladores são morosas. Independente deste fato, não há como abrir mão, pelo menos, de análises prévias junto a estes órgãos, objetivando uma pré-aprovação do conceito dos projetos propostos, embasadas no conhecimento e atendimento às normas técnicas pertinentes.

4.10 – INTERFERÊNCIAS EXTRA-TÉCNICAS

Causadas também pela ausência de planejamento condizente, podendo ser potencializadas pela necessidade de atendimento a marcos políticos ou de divulgação e/ou de publicidade. Provoca desgastes na relação entre os agentes envolvidos, a partir das pressões externas aos projetos, além de alteração dos requisitos do empreendimento, frustrando expectativas iniciais.

Evita-se este risco através da elaboração de um planejamento adequado, de forma que os marcos desejados sejam alcançáveis, e não constituam somente metas burocráticas.

4.11 – AUSÊNCIA DE UM MARCO DE TÉRMINO DO EMPREENDIMENTO, OFERECENDO A OPORTUNIDADE DE RETROALIMENTAÇÃO AOS AGENTES ENVOLVIDOS

Tem como causa principal o desinteresse dos agentes envolvidos para discutir as críticas ao processo. O procedimento provoca a ausência de uma “memória de projeto”, permitindo que empreendimentos futuros sofram com os mesmos problemas superados por seus antecessores.

O registro formal de todas as ocorrências e comunicações trocadas entre os agentes do processo, de forma organizada, permite que ao final do processo seja realizada uma reunião de término entre todos os agentes envolvidos, com o objetivo de criar uma “memória de projeto” que descreva problemas encontrados e suas possíveis soluções. Zelando por relações profissionais, a realização dessa reunião de término de prestação de serviços pode constituir uma determinação contratual entre as partes.

5.0 – PROGRAMA DE NECESSIDADES E SEQUÊNCIA DE PROJETOS

Este artigo propõe ao responsável pelos projetos de instalações elétricas em empreendimentos hospitalares a adoção de uma estrutura mínima para a elaboração de um programa de necessidades que supere os onze pontos fracos apontados. Aplica-se, dessa forma, o desenvolvimento de projetos de instalações elétricas em empreendimentos hospitalares baseados em conceitos de Engenharia Simultânea. Logo, propõe-se que o modelo seja estruturado conforme segue:



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

1. Dados do empreendimento (nome, endereço e principais contatos dos envolvidos);
2. Dados cadastrais (concessionárias de energia e de telecomunicações que atendem a localidade, presença de redes elétricas e de comunicações, tipologia prevista para o empreendimento);
3. Projetos contratados (quais disciplinas elétricas compõem o escopo?);
4. Produtos a serem gerados (etapas de projetos, memoriais, cadernos de encargos, orçamentos ou planilhas quantitativas);
5. Parâmetros de projeto (informações em relação ao sistema construtivo do empreendimento, características físicas, como a presença de forro, altura do pé-direito e presença de equipamentos com cargas elétricas elevadas);
6. Premissas gerais para a elaboração de projetos (presença de projetos já aprovados em órgãos reguladores, grau de detalhamento da solução arquitetônica, fornecimento de projetos de disciplinas não contratadas, soluções adotadas por demais disciplinas de sistemas prediais);
7. Premissas para sistemas de emergência (configuração de subestações e sistemas de geração de energia de emergência);
8. Premissas para iluminação (além dos requisitos comuns a diversos projetos, observância aos requisitos específicos hospitalares conforme legislação pertinente);
9. Premissas para tomadas (tal qual indicado nas premissas para iluminação, deve-se reforçar a observância aos requisitos específicos hospitalares conforme legislação pertinente);
10. Premissas para a alimentação de equipamentos especiais (observar as necessidades especiais para equipamentos de grande porte, tais como climatização e equipamentos de imagem – raios-X, tomógrafos, etc.);
11. Premissas para cabeamento estruturado (telecomunicações);
12. Premissas para segurança patrimonial;
13. Premissas para sinalização de enfermagem;
14. Validação do documento (formalização das informações prestadas para a elaboração

do programa de necessidades, através da anuência de representante do contratante).

Observa-se pela estrutura do modelo para elaboração do programa de necessidades uma indução natural para a criação de uma sequência para a elaboração de projetos para instalações elétricas. Tal sequência foi dividida então em quatro grandes grupos, a saber:

- a) Montagem da informação e levantamento de dados;
- b) Elaboração do projeto preliminar;
- c) Elaboração dos projetos para aprovação em órgãos reguladores;
- d) Elaboração dos projetos executivos (ou detalhados).

Destaca-se que versões completas e detalhadas dos modelos para a elaboração do programa de necessidades, assim como da sequência para a elaboração de projetos para instalações elétricas, poderão ser encontradas em Oliveira (2015) [9].

6.0 – CONCLUSÃO

A ausência de um programa de necessidades adequado às expectativas de um empreendimento hospitalar é crucial para o acirramento entre as relações que permeiam as partes envolvidas, além de não propiciar os corretos requisitos que o empreendimento deva atender. Desta forma, solicitação de aditivos de prazo ou remuneração por serviços não previstos não deveriam surpreender os gestores que, acudados, devem ceder às pressões ou correr o risco de ver a segurança e confiabilidade das instalações elétricas de seus empreendimentos seriamente comprometidas; até mesmo lidar com empreendimentos inacabados – infelizmente, fato comum em obras administradas pelo poder público.

Conclui-se que os interessados em atuar no setor de empreendimentos hospitalares devem procurar se especializar, com o objetivo de conhecer as demandas únicas destes empreendimentos, que envolvem a manutenção da vida de indivíduos vulneráveis. Definitivamente não é um setor que pode se dar ao luxo de “achismos”, pois exige grande interação entre as diversas disciplinas presentes, sendo a boa técnica apenas um requisito mínimo para o sucesso do empreendimento.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Build. *Journal of construction Engineering and Management*. N. 123, p. 34-40, Mar/1997.

[1] EMMITT, S. Design Management in Architecture, Engineering and Construction: Origins and Trends. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. V. 5, n. 3, p.27-37, Nov/2010.

[2] BARNES, M., WEARNE, S. The future of major projects management. *International Journal of Project Management*. V. 11, n. 3, p. 135-142, 1993.

[3] MOREIRA, D. de C., KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura. *Ambiente Construído*. V. 9, n. 2, p. 31-45, Abr-Jun/2009.

[4] HORMAN, M. J., OROSZ, M. P., RILEY, D. R. Sequence Planning for Electrical Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. P. 363-372, Abr/2006.

[5] LAVY, S., FERNÁNDEZ-SOLIS, J. Complex Healthcare Facility Management and Lean Construction. *Health Environments Research & Design Journal*. V. 3, n. 2, p. 3-6, 2010.

[6] JUAN, S., SCHAEFFER, G. J., VRENICK, S. M. Lean Constructability in hospital electrical projects. *Health Facilities Management*. P. 21-25, Jun/2010.

[7] FABRICIO, M. M. Projeto Simultâneo na construção de edifícios. *Tese (Doutorado)*. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

[8] AMORIM, G. M., QUINTÃO, E. C. V., JÚNIOR, H. M., BONAN, P. R. F. Prestação de Serviços de Manutenção Predial em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*. V. 18(1), p. 145-158, 2013.

[9] OLIVEIRA. Gestão do Processo de Projeto de Instalações Elétricas em Empreendimentos Hospitalares. *Dissertação para Obtenção do Título de Mestre em Construção Civil*. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Abr/2015.

[10] SONGER, A. D., MOLENAAR, K. R. Project Characteristics for Successful Public-Sector Design



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE O projeto de norma técnica 16384

Edson Martinho

Engenheiro Eletricista, Pós graduado em Marketing e Docência do Ensino Superior. Consultor e Diretor Executivo da Abracopel

abracopel@abracopel.org.br

RESUMO

O texto para o projeto de norma sobre segurança em eletricidade vem sendo desenvolvido há quase 7 anos, mas sofreu uma mudança de diretriz no final de 2016 por conta de solicitações externas. O que trago neste trabalho é um resumo desta mudança e o andamento dos trabalhos até a última revisão

1 – INTRODUÇÃO

Durante a realização do ESW Brasil, em 2009, realizado na cidade de Blumenau – SC, em um debate, surgiu a necessidade de se elaborar um documento que tivesse uma visão mais técnica e que pudesse ser usado para orientações acerca da implementação da norma Regulamentadora número 10, conhecida como NR-10, que tinha sofrido uma modificação no texto ao final de 2004 e que trazia o conceito de gestão da segurança para quem trabalha e usa eletricidade. A partir desta sugestão, vários participantes de empresas e entidades, entre elas a ABRACOPEL e o IEEE, que atualmente coordenam o ESW Brasil, solicitaram à ABNT, através do COBEI, a abertura de uma Comissão de Estudos com vistas à elaborar um texto normativo com o objetivo citado acima. Em setembro de 2010, recebemos a informação da aceitação da abertura da comissão que recebeu o número de 03:064-12, sendo 03 por se tratar da Comissão de Estudos de Eletricidade e afins, 064 pois trata de instalações elétricas e 12 para a comissão que estuda este tema. Passados pouco mais de 6 anos, o texto continua sendo discutido, mas agora com uma mudança de objetivo, pois inicialmente se pensou em uma norma técnica para segurança com a eletricidade, visando os profissionais que atuam na área e os usuários, mas devido a solicitações e sugestões, passou a ser

tratada, a partir de fevereiro de 2017, como um Guia de Boas Práticas em Segurança com a Eletricidade, transformando-a em um material de consulta de grande importância.

2 – UM POUCO DA HISTÓRIA

Tudo começou com o debate sobre as dúvidas em relação à implantação dos requisitos contidos na NR-10, norma regulamentadora do governo que versa sobre trabalho e uso de eletricidade de forma segura, no ESW Brasil 2009. Este debate trouxe dúvidas como: distância mínima de segurança em função da tensão, cálculo de incidência do arco elétrico, cálculo de curto-circuito presumido e, até mesmo, o prazo para o treinamento básico e a reciclagem sobre os riscos da eletricidade, aliás, diga-se de passagem, que 7 anos após este início de discussão, as dúvidas ainda persistem entre vários profissionais. Foi então que surgiu a opção de desenvolver um texto normativo técnico, sob a tutela da ABNT. O primeiro passo foi reunir interessados e enviar uma solicitação à ABNT, através do COBEI, que trata dos assuntos correlatos de eletricidade e está ligado ao CB-3, para que fosse aberta uma comissão de estudos com o tema segurança com eletricidade. Capitaneado pela ABRACOPEL - Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, e pelo IEEE – Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos. Foi encaminhada tal solicitação e, em setembro de 2010, durante a realização do Congresso Nacional Abracopel de Atualização Docente em Segurança com Eletricidade, recebemos a confirmação da aprovação da abertura da comissão, denominada CE03:064-12. Em novembro de 2010, 23 participantes e representantes de empresas e entidades realizaram a primeira reunião, em que na abertura, o Sr. Sebastião Viel, Superintendente do COBEI, mostrou a importância desta norma que se

1

© IEEE

Reprodução, divulgação ou uso deste trabalho, deve ser autorizado pelo IEEE.

GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE – O projeto de norma técnica 16384

tornaria um marco para a sociedade técnica e não técnica, pois seria um documento de apoio para a busca pelo uso e o trabalho com a eletricidade de forma segura. Informou também que não há na IEC norma com este teor e que poderíamos, depois de pronta, até levar o tema para debate na IEC. Nesta reunião, o Eng Luiz Tomiyoshi foi eleito coordenador da comissão e me indicou – Edson Martinho - para ser o secretário.

3 - O DESENVOLVIMENTO DO TEXTO

O primeiro item foi a definição do escopo da norma, a abrangência e o caminho a ser seguido. Como pode ser visto abaixo, a definição destes itens foram detalhados na primeira reunião.

1. Abrangência – Profissionais que atuem em serviços com eletricidade e pessoas que utilizem ou estejam envolvidas em situações que envolvam eletricidade acima de 50 volts em área seca e 25 volts em área úmida.

Fato que a primeira pergunta a ser respondida foi: o porque uma norma com a mesma abrangência da NR-10, Norma do Ministério do Trabalho que versa sobre uso e trabalho com eletricidade de forma segura. A resposta já foi respondida na introdução deste artigo.

2. Escopo – O Escopo foi elaborar uma norma técnica que pudesse servir de orientação para os profissionais que desejavam implantar requisitos de controle dos riscos elétricos e oferecer ao leitor da norma um guia de boas práticas.

Mas a norma nasceu como uma norma técnica.

3. Base para iniciarmos – Por não haver uma norma IEC com este viés, decidimos iniciar nos baseando na EN 50110, norma usada para basear a elaboração da NR-10, entretanto ficou claro que este seria um texto só para iniciarmos e que o objetivo não era segui-la fielmente. Na sequência, o Eng. Luiz Tomiyoshi, coordenador, fez uma tradução livre e apresentou ao grupo para iniciarmos as discussões. É fato que o texto atual tem pouco deste primeiro texto.

A elaboração do texto normativo seguiu com diversas colaborações ao longo de cinco anos, ou seja, até 2015, quando ficou decidido que já havia corpo para enviá-lo à consulta pública, e assim foi feito. O texto foi aprovado por mais de 30 votos com algumas contribuições e 2 negativas. A comissão se reuniu para avaliar os votos e as contribuições, fez algumas alterações simples para incorporar as sugestões e então tínhamos o texto

pronto, porém por falha da secretaria da comissão, perdeu-se o prazo para o envio da publicação, demandando uma nova reunião para enviar novamente à consulta pública.

Esta reunião foi realizada em maio de 2016 e o texto, então enviado novamente à consulta pública e retornando novamente aprovado pela maioria em agosto de 2016. Foi então que recebemos uma comunicação do superintendente do COBEI, Sr Sebastião Viel, informando sobre uma comunicação da comissão tripartite que mantém a NR-10, que se encontrava preocupada com o texto, pois não tinha conhecimento do teor da norma, isso mesmo depois de anos de discussão e publicação de artigos referentes à norma, e também a participação de vários profissionais. Foi então que decidiu-se dar continuidade à discussão do texto normativo e convidar os membros da comissão para participação. No dia 06 de fevereiro de 2017, realizamos a primeira reunião com a presença de novos membros representando a ABIQUIM, entretanto, somente o advogado da CNI, membro da comissão tripartite, esteve presente. Entretanto, houve um consenso que deveríamos mudar o foco do texto da norma, que na verdade já era o objetivo inicial, para GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE, e para tal iniciamos a adequação do texto. Uma segunda reunião foi realizada no dia 16/08/2017 com a presença de alguns colaboradores que deram continuidade na adequação do texto. Ainda haverá, pelo menos, mais uma reunião antes de enviarmos para consulta pública, que deverá acontecer até o final deste ano.

4 - O CORPO DA NORMA

Até o momento em que eu escrevia este artigo, o texto normativo estava dividido da seguinte forma:

Introdução:

O objetivo desta Norma é estabelecer regras para operação e realização de serviços em instalações elétricas ou em suas proximidades, visando a segurança das pessoas e instalações de forma segura, além de fornecer orientação para elaboração de um programa eficiente de segurança em eletricidade para a execução dos serviços, bem como organizar os aspectos humanos na intervenção destas instalações por meio de um sistema de gerenciamento.

Esta Norma não tem como objetivo estabelecer requisitos técnicos para execução da instalação elétrica, ou para fabricação de equipamentos e componentes. Para estes casos, outras normas devem ser consultadas.

Esta Norma tem como foco principal os profissionais que realizam intervenções em

GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE – O projeto de norma técnica 16384

instalações elétricas, como operar, realizar manutenção e realizar ensaios.

Esta Norma inclui recomendações para administrar a segurança das pessoas que podem realizar serviços não elétricos na zona livre, ou instalações totalmente desenergizadas, com a certeza de que estas estão e continuarão seguras, como, por exemplo, limpezas, reparos nas infraestruturas não relacionadas com a instalação elétrica, e para aqueles que podem operar dispositivos de comando encontrados nas instalações e equipamentos elétricos, como, por exemplo, interruptores e botões de comando, com a finalidade de acionar equipamentos de utilização para outros fins não elétricos.

A proteção das pessoas deve ser assegurada por meio de instalação segura, seguindo as normas técnicas e regulamentos publicados pelo poder público, devidamente executados por profissionais habilitados e seguindo esta Norma, que cobre o sistema de gerenciamento para evitar a exposição destas pessoas aos riscos da eletricidade.

Os equipamentos e instalações elétricas, quando projetados e instalados de acordo com as normas técnicas, em princípio, se tornam seguros para utilização, operação e intervenção. Desta forma, é de extrema importância que estas intervenções respeitem e mantenham a integridade destes equipamentos e instalações conforme projetado e adquirido.

Esta Norma de segurança em eletricidade fornece orientações para a elaboração de:

- Conteúdo mais amplo que o memorial descritivo do projeto e das intervenções;
- Conteúdo mais amplo dos procedimentos de serviço de operação e/ou manutenção, reparo e substituições;
- Requisitos de qualificação e experiência na aprovação dos serviços com riscos e técnicas de análise de riscos nas operações; e

As investigações de incidentes e acidentes de trabalho envolvendo eletricidade têm demonstrado que a maioria ocorre durante as intervenções nos equipamentos ou instalações, quando é necessário remover ou alterar temporariamente as proteções dos equipamentos ou instalações concebidas para prover a segurança durante o funcionamento normal.

As técnicas de investigações de incidentes ou acidentes utilizadas pelos profissionais de segurança do trabalho sugerem basicamente a identificação dos seguintes fatores:

Fatores físicos – falha nos equipamentos, componentes e / ou instalação;

Fatores humanos – falha nas ações ou

intervenções humanas por falta de conhecimento ou despreparo dos profissionais envolvidos no acidente; e

Fatores sistêmicos ou gerenciais – falha da gestão tanto dos fatores físicos quanto dos humanos.

Fatores Ambientais – são os que podem influenciar nos fatores físicos caso não seja objeto de planejamento, como iluminação, sol chuva, animais peçonhentos ou não

Estes três fatores devem ser analisados e as ações corretivas devem ser implementadas para evitar recorrências.

Esta Norma visa proteger quanto aos fatores humanos, sistêmicos ou gerenciais, enquanto que outras normas técnicas visam atender tanto aos aspectos técnicos quanto aos fatores físicos.

Escopo:

Esta (guia) Norma estabelece as orientações e princípios gerais para operação segura e atividades em instalações elétricas e equipamentos elétricos, ou em suas proximidades, de forma a estabelecer um programa de segurança em eletricidade.

Esta Norma se aplica aos seguintes serviços:

- a. Operação do sistema e instalações elétricas;
- b. Realização de quaisquer serviços nas instalações elétricas, incluindo construção, manutenção e ensaios;
- c. Serviços não elétricos de qualquer natureza, como construções próximas a linhas elétricas aéreas ou cabos subterrâneos, limpezas, e outros realizados por pessoas não advertidas, nas proximidades das instalações elétricas.

Esta Norma se aplica às operações de instalações elétricas e realização de serviços em instalações elétricas que operam em níveis de tensão, desde extra baixa tensão até a alta-tensão, inclusive. Este último termo inclui os níveis que se conhecem como média tensão até extra-alta-tensão.

Esta Norma se aplica aos serviços em instalações elétricas necessários para geração, transmissão, transformação, distribuição e utilização de energia elétrica e nas proximidades das:

- a. Instalações fixas e permanentes, como industriais e linhas de transmissão;
- b. Instalações temporárias como canteiros de obras, feiras e exposições;
- c. Instalações móveis como subestações

3

© IEEE

Reprodução, divulgação ou uso deste trabalho, deve ser autorizado pelo IEEE.

GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE – O projeto de norma técnica 16384

transportáveis;

- d. Equipamentos capazes de serem trasladados, como escavadeiras elétricas.

Esta Norma não se aplica às instalações relacionadas a seguir, entretanto, na ausência de outras normas ou regulamentos, os princípios indicados nesta Norma podem ser aplicados nas seguintes instalações como requisitos mínimos:

- a) Instalações elétricas de aeronaves (estas estão sujeitas às legislações da Aviação Internacional);
- b) Instalações elétricas de embarcações marítimas (estas estão sujeitas às legislações da Marítima Internacionais);
- c) Em sistemas eletrônicos de telecomunicação e de informação;
- d) Em minas de qualquer natureza;
- e) Instalações em veículos de brigada de incêndio;
- f) Em sistemas de tração elétrica.

Esta Norma não se aplica às atividades realizadas no uso das instalações elétricas e equipamentos, sempre que estes estiverem projetados, instalados e mantidos de acordo com os requisitos das normas técnicas aplicáveis que garantam a segurança das pessoas e animais, para serem utilizados por pessoas não advertidas.

Itens principais:

3 - Definições

4 – Princípios Gerais

4.1 – Segurança na operação

4.2 – Pessoal

4.3 – Organização

4.4 – Comunicação – (transmissão da informação)

4.5 – Locais de trabalho

4.6 – ferramentas, equipamentos e dispositivos

4.7 – desenhos documentos e registros

4.8 – Sinalização de advertência

5 – Procedimento – Padrão

5.1 – Riscos com eletricidade a serem considerados

5.2 – Procedimentos administrativos

5.3 – Procedimento de segurança para operação do sistema elétrico

5.4 – Verificações de Funcionamento

6 – Procedimento de serviço

6.1 – generalidades

6.2 – Serviços em instalações desenergizadas (zona livre)

6.3 – serviços em instalações energizadas (zona de risco)

6.4 – Serviços em proximidade de partes energizadas (zona controlada)

7 – Procedimentos de segurança de manutenção

7.1 – Generalidades

7.2 – Pessoal

7.3 – Serviços de reparo

7.4 – Serviços de substituição

7.5 – Interrupção temporária

7.6 – Término do serviço

8 – Planejamento e atendimento à emergência e resgate

9 – Serviços em áreas classificadas

Anexo A – Guia de distâncias do ar para os procedimentos de trabalho

Anexo B – Informações complementares para trabalho em segurança

Anexo C – Informação complementar passos para cálculo da energia do arco

Anexo D – Orientação para procedimento de trabalho seguro em atmosféricas explosivas de gás

5 - CONCLUSÃO:

Em função da cultura atual dos profissionais, que não fazem mais parte do grupo que se esmerava estudando e pesquisando sobre como evitar acidentes de origem elétrica, este GUIA de BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA COM ELETRICIDADE vem complementar, mas, sobretudo, oferecer um documento oficial de consulta para que os profissionais que precisam implantar medidas de segurança nos trabalhos e para quem for utilizar a eletricidade, possam buscar suas referências. É fato que as normas técnicas nacionais e internacionais oferecem estas informações, entretanto, não de forma condensada e organizada como é o caso deste texto normativo. Diante desta afirmação, posso concluir que este texto é de suma importância para a sociedade brasileira e, principalmente, contribuirá muito para a redução do número de acidentes absurdos, cuja origem é a eletricidade, e que ocorrem diariamente no Brasil.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] E.N. 50110-1:2013. *Operation of Electrical Installation. General Requirements.*

[2] C.E. 003:064-12. *Comissão de Estudos Normativos.* ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

© IEEE

Reprodução, divulgação ou uso deste trabalho, deve ser autorizado pelo IEEE.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO: NÃO ENTRE NUMA FRIA

Estellito Rangel Junior
Clube de Engenharia
estellito.consultor@gmail.com

RESUMO

A instalação de aparelhos de ar condicionado é uma atividade executada por um grande número de empresas no país. O artigo tem foco em ar condicionado residencial e aborda algumas instalações inadequadas que colocam o usuário em risco, ressaltando certos cuidados que os profissionais e os contratantes destes serviços devem ter.

1.0 – INTRODUÇÃO

O Brasil, sendo um país tropical, é um dos maiores mercados consumidores de aparelhos de ar condicionado. Como um dos eletrodomésticos mais presentes nos lares brasileiros, consequentemente há grande demanda por serviços de instalação.

As lojas de varejo fazem a venda a pessoas físicas e jurídicas, e podem inclusive oferecer planos de garantia estendida, porém a maioria deixa a instalação por conta do cliente.

Algumas até possuem “instaladores recomendados”, mas o que temos percebido na prática são instalações com não-conformidades que podem prejudicar o desempenho do aparelho e em certos casos, até a proporcionar riscos de choques elétricos aos usuários.

Para prevenir prejuízos, é importante que o usuário conheça os riscos desta empreitada, antes mesmo de comprar o aparelho, conforme descrito a seguir.

2.0 – AS EXIGÊNCIAS LEGAIS

Apesar de aparentemente ser uma instalação “simples”, há posturas municipais que devem ser verificadas.

No caso de edifícios, o Código Civil – Lei 10.406/2002 [1] – estabelece proibição ao condômino de promover alteração da fachada da

edificação, e como a instalação do aparelho de ar condicionado altera esteticamente a mesma, deve ser verificado se o projeto do edifício contemplou esta possibilidade. Isto já era previsto na Lei 4.591/1964 – Lei de Condomínios e Incorporações [2], que proibia as alterações na fachada, exceto se houvesse concordância de todos os condôminos.

Legislações municipais podem estabelecer requisitos adicionais. Por exemplo, o Código de Posturas de Niterói, RJ [3], prevê que os aparelhos não podem ficar apoiados diretamente sobre marquises, devem ter coletores para recolher a água produzida e observar a altura mínima de 2,20 m da calçada. As multas por inobservância dessas regras variam de R\$ 271,52 a R\$ 407,28.

No Rio de Janeiro, RJ, a Lei Municipal nº 2.749/1999 [4] estabelece que os *aparelhos de ar condicionado projetados para o exterior das edificações deverão dispor de acessório, em forma de calha coletora, para captar a água produzida e impedir o gotejamento na via pública*. Além disso, impõe penalidades caso ocorra o gotejamento, podendo o condomínio responder solidariamente com o infrator. Cabe à Coordenação de Licenciamento e Fiscalização da Secretaria Municipal de Fazenda a fiscalização do cumprimento da lei.

Além das posturas sobre os requisitos da instalação, também cabe ressaltar os riscos de queda de ferramentas ou equipamentos, e as disposições legais a acidentes.

A atribuição de responsabilidade por prejuízos causados em acidentes nos conjuntos habitacionais tem duas esferas: a penal, onde é atribuída diretamente ao causador dos problemas; e a civil, onde a responsabilidade pode ser compartilhada por agentes indiretos.

O proprietário de uma unidade em condomínio responde, por exemplo, pelas avarias causadas por qualquer morador ou visitante de seu imóvel. Se o instalador deixar cair uma ferramenta durante a instalação do ar condicionado e ela atingir uma pessoa, instalador e proprietário do imóvel serão responsabilizados.

Acidentes com o instalador também podem gerar processos judiciais que venham a envolver o proprietário do imóvel.

A Figura 1 mostra a instalação de unidade condensadora em um prédio, provavelmente por um instalador autônomo.



Figura 1: Instalação de unidade condensadora

3.0 – AS EXIGÊNCIAS TÉCNICAS

Para que uma instalação de ar condicionado proporcione o conforto desejado, devem ser atendidos diversos requisitos técnicos, dentre os quais ressaltamos:

3.1 – DIMENSIONAMENTO TÉRMICO

Esta é uma etapa importantíssima, pois se o dimensionamento for mal feito, o rendimento do aparelho não será adequado e a insatisfação do usuário será grande.

Há diversos ábacos para o dimensionamento térmico disponíveis na internet, e os vendedores das lojas de eletrodomésticos também costumam fazer uso de tabelas simplificadas.

A Figura 2 mostra um exemplo de tabela simples. Estas tabelas devem ser usadas com cuidado, uma vez que foram elaboradas sob determinadas condições. Se o usuário tiver uma condição de uso diferente, a tabela apontará para um dimensionamento inadequado.

Para o correto dimensionamento, deve-se fazer uso dos parâmetros reais, evitando-se a equivocada interpretação “que o dimensionamento se resume a uma relação simples BTU/h/m²”. As normas NBR 16401-1 [5] e NBR 16401-2 [6] são as referências de projeto.

Área do ambiente	Sol da manhã	Sol da tarde ou o dia todo
Area to be Cooled	Morning sun	All day sun
Superficie del ambiente	Sol durante la mañana	Sol durante la tarde o todo el dia
m²	Btu/h	Btu/h
6 - 9	7.500	7.500
10 - 12	7.500	10.000
13 - 17	10.000	12.000
18 - 20	12.000	18.000
21 - 25	18.000	18.000
26 - 30	18.000	21.000
31 - 35	21.000	30.000
36 - 40	30.000	30.000
Identifique a capacidade do seu condicionador de ar na tabela acima.	Identify your air conditioner range on the table above.	Identifique la capacidad de su acondicionador de aire en la tabla arriba.
Neste cálculo foram consideradas 2 pessoas no ambiente. Acrescente 600 Btu/h para cada pessoa a mais no local.	There were considered 2 people in the room for this calculation. Add 600 Btu/h for each extra person.	En este cálculo se consideraron 2 personas en el ambiente. Añada 600 Btu/h para cada otra persona en el local.
Esta tabela é apenas um referencial, para um cálculo mais preciso consulte a Central de Atendimento ao Consumidor.	This table is for reference only. For more accurate measurements, please, consult the Customer Service Department.	Esta tabla es apenas una referencia, para un cálculo más preciso, consulte la Central de Atención al Consumidor.
CODIGO MODELO ZKRCOT2045 SERIE 588101848915 154 ELETRONICO		

Figura 2: Tabela para dimensionamento térmico fornecido por um fabricante de aparelhos de ar condicionado.

Da Figura 2 podemos destacar:

- a) Há duas situações: uma se o ambiente a ser refrigerado receber sol da manhã, e outra se ele receber o sol da tarde;
- b) Apesar do aparelho de ar condicionado necessitar ser de maior capacidade conforme a área do ambiente aumente, percebemos duas linhas onde a mesma capacidade é aplicável;
- c) Apesar do aparelho de ar condicionado necessitar ser de maior capacidade na situação de sol da tarde, há casos onde a mesma capacidade é aplicável;
- d) A tabela considerou como base que apenas duas pessoas estejam no ambiente; cada pessoa adicional requererá um acréscimo de 600 BTU/h na capacidade indicada na tabela;
- e) Apesar de não estar explícito, estas tabelas geralmente são elaboradas para um pé-direito máximo de 3 m;
- f) Há uma observação que a tabela é apenas um referencial, e para um cálculo mais

preciso a Central de Atendimento ao Consumidor deverá ser consultada.

3.2 – REQUISITOS PARA O SISTEMA SPLIT

O sistema de ar-condicionado “Split” vem sendo o preferido nas instalações residenciais, pois oferece um nível de ruído menor no ambiente, uma vez que o compressor fica na parte externa.

Ele é constituído por dois equipamentos interligados por meio de tubulações de cobre: as unidades condensadora (externa) e evaporadora (interna). As distâncias máximas entre tais partes, bem como os desníveis a serem preservados, devem ser observados, vide o manual de instalação emitido pelo fabricante. [7]

A Figura 3 ilustra a configuração básica. Outras configurações são possíveis, como uma única unidade externa conectada a várias unidades internas.



Figura 3 - Sistema split

O comprimento mínimo da tubulação de interligação entre as unidades é geralmente de 2 metros, e o máximo depende da capacidade térmica do aparelho, estando na ordem de 10 metros. É importante levar em consideração que para cada curva na tubulação de cobre, o comprimento máximo diminui 1 metro.

Estas distâncias devem ser confirmadas com o manual específico do modelo a instalar.

A diferença de nível entre as unidades também deve ser verificada no manual do fabricante. Se a unidade evaporadora (máquina interna ao ambiente) estiver acima ou no mesmo nível da unidade condensadora (máquina externa ao ambiente), deve-se fazer um sifão na linha de sucção (maior diâmetro ou bitola) logo na saída da unidade evaporadora em forma de U invertido, com objetivo de evitar o Golpe de Aríete.

Se a unidade condensadora estiver acima da unidade evaporadora, deve-se fazer um sifão a cada 3 metros de desnível na linha de sucção para que haja retorno do óleo lubrificante ao compressor. A Figura 4 ilustra esta situação.

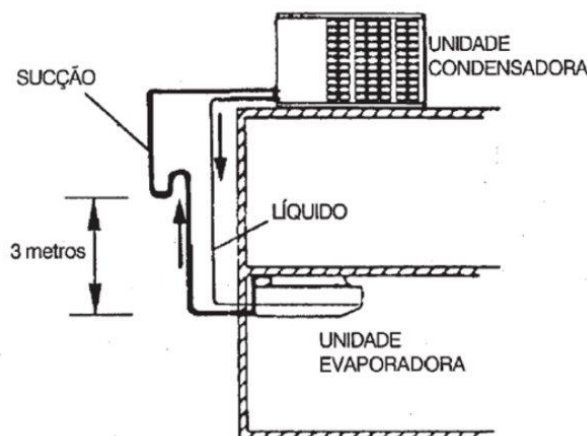


Figura 4 - Condensadora acima da evaporadora.

Após serem realizadas as conexões na tubulação de cobre, deverá ser feito o “vácuo na linha” (ou desidratação da linha frigorígena) para retirar a umidade e impurezas presentes na tubulação. Apesar de ser um procedimento que visa garantir o perfeito funcionamento do aparelho, maus instaladores não o executam, por não possuírem as ferramentas necessárias: a bomba de vácuo e o vacuômetro.

O proprietário do imóvel deve recusar instaladores que não disponham de equipamentos adequados para executar a instalação de forma segura. A Figura 5 mostra um flagrante de instalação feita de forma insegura.



Figura 5 - Instalação insegura.

Um ponto que deve ser observado com atenção é que as tubulações de cobre devem receber um isolamento térmico aplicado de forma individual, pois que uma delas conduzirá o fluido quente, e a outra, o gás frio.

3.3 – REQUISITOS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A instalação deve ficar a cargo de profissional habilitado, que dimensionará a fiação e a respectiva proteção com base nas características do local e dos dados fornecidos pelo fabricante.

Deve ser exigido pelo proprietário a apresentação da memória de cálculo, evitando-se os dimensionamentos “verbais”, por estarem sujeitos a diversos “tabus”. Como exemplo, citamos um caso onde o instalador “decretou uma padronização” com uma “bitola” de fio de $4,0 \text{ mm}^2$ com disjuntor de 16 A para aparelhos de 9.000 BTU/h, e disjuntor de 20 A para 24.000 BTU/h, ambos instalados em 220 V.

A consulta ao manual do fabricante apontou que as potências máximas eram 1.270 W e 2.550 W para os modelos de 9.000 BTU/h e 24.000 BTU/h respectivamente. Neste caso, considerando-se a capacidade de condução de corrente, o dimensionamento para o de 9.000 BTU/h poderia indicar um cabo de $2,5 \text{ mm}^2$ do quadro de distribuição até a tomada e um cabo de $1,5 \text{ mm}^2$ para interligação das unidades interna e externa, com um disjuntor de 10 A curva C no quadro de distribuição. Para o aparelho de 24.000 BTU/h poderia ser usado um cabo de $4,0 \text{ mm}^2$, com outro cabo de $1,5 \text{ mm}^2$ para interligação entre as unidades, contando com um disjuntor 16 A curva C no quadro de distribuição. Cabe ressaltar que o cálculo para a máxima queda de tensão precisa ser executado caso-a-caso para confirmar o dimensionamento preliminar feito pela capacidade de corrente.

Ao contrário do que muitos “instaladores” apregoam, a função do disjuntor não é proteger o equipamento e sim o condutor de alimentação. A NBR 5410 [8] estabelece que a seção mínima de um circuito de força (tomada) deve ser de $2,5 \text{ mm}^2$.

Também deve ser verificada a execução de um ramal exclusivo para os aparelhos de ar condicionado. Em caso de diferenças na tensão de alimentação (aparelho em 220 V e quadro com disponibilidade em 127 V), a instalação de um transformador pode não ser suficiente. A Figura 6 mostra um transformador que foi colocado com a finalidade de prover os 220 V para um ar condicionado a partir da tomada de 110 V, porém, como a alimentação da sala era monofásica e o aparelho de ar condicionado era de alta capacidade, o disjuntor geral desarmava por sobrecarga alguns minutos após o aparelho ser ligado.

A Figura 7 mostra uma instalação elétrica de aparelho de ar condicionado feita com emendas, e sem prever o condutor de proteção. Na figura, outros pontos chamam a atenção, como a fixação da unidade condensadora no suporte e o isolamento térmico das tubulações de cobre, colocando em xeque a competência do profissional que realizou o serviço.



Figura 6 - Transformador para ligar aparelho 220 V em tomada 110 V, deixado sobre o assoalho.



Figura 7 - Instalação sofrível.

4.0 – CONCLUSÕES

A instalação elétrica em aparelhos de ar condicionado é um item que merece atenção especial dos proprietários, pois apesar de realizadas supostamente por “empresas especializadas”, são em muitos casos, executadas de forma incorreta, colocando a propriedade sob risco de incêndio.

Temos registro de grandes incêndios tendo como origem uma instalação elétrica de ar condicionado malfeita e mal mantida, como no Edifício Joelma, em São Paulo, SP [9], ocorrido em 1 de fevereiro de 1974, que provocou a morte de 191 pessoas e deixou mais de 300 feridas. O resultado do julgamento foi divulgado a 30 de abril de 1975: Kiril Petrov, gerente-administrativo da Crefisul (empresa cujo escritório teve início o incêndio), foi condenado a três anos de prisão; Walfrid Georg, proprietário da Termoclima (empresa que instalou e fazia manutenção no ar condicionado), seu funcionário, o eletricitista Gilberto Araújo Nepomuceno, e os eletricitistas da Crefisul, Sebastião da Silva Filho e Alvino Fernandes Martins, receberam condenações de dois anos.

A recomendação básica para a contratação de serviços de instalação de ar condicionado é

exigir a apresentação de um projeto, assinado por profissional habilitado, com a respectiva anotação de responsabilidade técnica e que registre as premissas consideradas para o dimensionamento térmico, o esboço do esquema isométrico das tubulações e o dimensionamento da alimentação elétrica e das proteções. Os executantes da parte elétrica deverão estar formalmente autorizados pela empresa, com base em treinamentos recebidos ou formação técnica em eletricidade, como exigido pela NR-10 [10].

Ao longo da vida útil do aparelho deverão ser realizadas revisões periódicas, para realização de limpeza, verificação do funcionamento e exame das conexões, fiações e proteções elétricas, observando-se as prescrições para que o serviço seja executado de forma segura aos profissionais de manutenção. [11]

As diversas irregularidades que encontramos nestas instalações faz parecer que as lições não foram aprendidas e que os riscos de incêndio continuam presentes hoje, mais vivos que nunca!

5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BRASIL. Lei nº 10406, de 10 de janeiro de 2002. **Lei:** Código Civil. Brasília, DF, 10 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm#art2044>. Acesso em: 21 ago. 2017.

[2] BRASIL. Lei nº 4591, de 16 de dezembro de 1964. **Lei:** Condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Brasília, DF, 16 dez. 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4591.htm>. Acesso em: 20 ago. 2017.

[3] NITERÓI (Município). Lei nº 2624, de 29 de dezembro de 2008. **Lei:** Código de posturas do Município de Niterói. Niterói, RJ, 30 dez. 2008. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-posturas-niteroi-rj#artigo_331>. Acesso em: 22 ago. 2017.

[4] RIO DE JANEIRO (Município). Lei nº 2749, de 23 de março de 1999. **Lei:** Coíbe o gotejamento irregular proveniente de aparelhos de ar-condicionado. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/2ed241833abd7a5b8325787100687ecc/894f6289e4b09a60032576ac007338c1?OpenDocument>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401:** Instalações de ar condicionado - sistemas centrais e unitários. Parte 1: Projetos das instalações. 1 ed. Rio de Janeiro, 2008. 66 p.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401:** Instalações de ar condicionado - sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. 1 ed. Rio de Janeiro, 2008. 11 p.

[7] SPRINGER. **Manual de instalação, operação e manutenção.** Manaus: Springer, 2011. 50 p. (256.09.043 - A)

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

[9] WIKIPÉDIA. Wikimedia Project (Org.). **Incêndio no Edifício Joelma.** 2017. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Incêndio_no_Edifício_Joelma>. Acesso em: 19 ago. 2017.

[10] SOUZA, João José Barrico; PEREIRA, Joaquim Gomes. **NR-10 comentada:** Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10. Rio de Janeiro: Ltr, 2005. 101 p.

[11] RANGEL JUNIOR, Estellito. Mayor seguridad en los trabajos de mantenimiento eléctrico. **NFPA Journal Latinoamericano**, Quincy, v. 1, n. 16, p.38-39, 15 set. 2002. Trimestral.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

ALTA TENSÃO MATA! Estresse como fator de risco para o trabalhador.

Maria de Fátima Antunes Alves Costa
Psicóloga – Mestre em Psicologia Social
GRAPHOS Assessoria & Treinamento
fatymaantunes@gmail.com

Daniele Alves Ferreira
Graduanda de Psicologia
GRAPHOS Assessoria & Treinamento
contato@graphosassessoria.com.br

RESUMO

Muitos dos acidentes do setor elétrico dizem respeito a causas comportamentais e não relativos a conhecimento de procedimentos, daí a importância do tema estresse e comportamento organizacional para gestores deste setor. Trata-se de um trabalho que se fundamenta na importância de maior atenção e treinamento dos aspectos comportamentais para minimização de acidentes no setor elétrico. Pretende mostrar como as demandas psicológicas da atualidade, vinculadas ou não ao trabalho, o controle sobre o trabalho e o suporte social, impactam diretamente no desempenho profissional a partir de alterações de todos os aspectos associados ergonomia cognitiva. Neste sentido serão apresentados conceitos, causas e consequências do estresse no aspecto psicológico e seus impactos na saúde mental do trabalhador, considerando o modelo demanda-controle- suporte de Robert Karasek.

INTRODUÇÃO

O título do presente artigo, pretende instigar o leitor para aspectos associados a comportamento e ergonomia cognitiva no setor elétrico. Aproximando não apenas áreas que parecem antagônicas, a engenharia e a psicologia, mas principalmente, destacar a relevância de aspectos cognitivos e psicossociais no desempenho de tarefas que envolvam grau de risco médio ou elevado, mais especificamente no setor elétrico.

Para tanto, percorremos um caminho de proximidade de vocabulário, que tende a facilitar a interrelação entre as áreas de interesse.

Não há dúvida de que normas e procedimentos que devem ser seguidos e serem periodicamente treinados, considerando exigências da NR10. Mas não se pode deixar de considerar que os executores das tarefas são pessoas que possuem personalidade, sentimentos, habilidades e competências que não necessariamente se mantêm lineares durante a vida. Assim, além desses fatores intrínsecos ao indivíduo, há os fatores extrínsecos como os acontecimentos externos, as relações interpessoais, as questões sociopolíticas e de gestão da organizacional, entre outros que terão íntima relação com o desempenho.

Emerge na atualidade dar visibilidade aos aspectos comportamentais no cenário da Saúde e Segurança do Trabalho. Fator que não pode mais ser relegado a segundo plano, sob pena de que não sejam reduzidos índices de acidentes de trabalho, podendo até mesmo aumentar.

É crescente o número de pessoas que se afastam por transtornos mentais e de comportamento associados a questões profissionais ao redor do mundo. Alguns países inclusive, estabeleceram ações que possam minimizar tais índices, assim como outros associados a suicídio no local de trabalho.

Segundo a OIT, cerca de 1,3 milhões de pessoas morrem anualmente decorrente de acidente de trabalho ao redor do mundo e o Brasil está em quarto lugar nesta estatística, sobre acidentes de trabalho. Não pretendemos apontar o comportamento do brasileiro como um fator de risco, mas parece importante destacar as

condições sociais e econômicas em que vivem nossos trabalhadores.

Sabemos que os acidentes não se originam de uma única causa conforme define [1], por isso nosso intuito aqui é elucidar os aspectos que envolvem o fator humano neste contexto, uma vez que o estresse é uma realidade com a qual os gestores de atividades de risco precisam conviver.

Aspectos psicossociais e outros associados a ergonomia cognitiva, terão neste artigo uma atenção especial direcionado ao desenvolvimento das atividades do setor elétrico.

DESENVOLVIMENTO

O estresse não é um fenômeno novo, trata-se de um termo que se origina da física e significa tensão. Também na Psicologia representa tensão, é o processo pelo qual há respostas fisiológicas, psicológicas e comportamentais, associadas a aos estressores externos percebidos, também no contexto individual. Os estudos sobre estresse como uma Síndrome Não Específica iniciaram com Hans Selye [2] levando-se em consideração a teoria sobre homeostase de Cannon [3], que desenvolveu análises sobre como o sistema nervoso autônomo regula o meio interno e de que forma os mecanismos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais variam em torno de determinados limites, apoiados na percepção individual.

O estresse é uma resposta orgânica de luta ou fuga frente a situações de ameaça ao indivíduo. Diante de um desafio, uma ameaça, frustração ou ainda alguma circunstância em que o indivíduo não se sente capaz de atender a contento, seja de modo consciente ou inconsciente, há uma preparação do corpo para tal reação, a partir do SNC – Sistema Nervoso Central [4].

Os estressores ou causas associadas as reações de estresse, variam de pessoa para pessoa. Aqui estaremos relacionando as causas associadas ao trabalho no contexto da teoria de Robert Karasek [5] que propõe as demandas psicológicas, o controle sobre o trabalho e o suporte social como fatores que se relacionam ao estresse laboral.

As demandas psicológicas do trabalho, referem-se a prazos, riscos, nível de atenção, concentração, ritmo, velocidade, pressão e memória que devem ser impressos no trabalho, além do nível de responsabilidade com a função ou se há responsabilidade em relação a vida de terceiros.

Como se pode perceber, no caso dos eletricitistas a demanda psicológica do trabalho é bem alta. E parece interessante destacar que a competitividade, o avanço tecnológico, a insatisfação e a insegurança no trabalho, aumentam ainda mais esta demanda psicológica, que exige do indivíduo profundo controle emocional, o que quase sempre ele não aprendeu a desenvolver.

Já em relação ao controle sobre o trabalho, este refere-se as habilidades que ele possui e são utilizadas no trabalho que executa, o quanto os resultados do seu trabalho dependem unicamente de seu próprio desempenho, e o quanto pode tomar decisões em relação as tarefas sob sua responsabilidade e os resultados que pretende alcançar.

Entende-se ainda que o suporte social ou seja, o apoio de colegas, superiores, o clima da empresa, os modelos de gestão e que até o apoio familiar ajuda em muito para que ele consiga efetivar o equilíbrio emocional para lidar com as situações de estresse.

Considerando a teoria de Robert Karasek [5] o trabalho do eletricitista é considerado um trabalho ativo, que implica em alta demanda e alto controle sobre o trabalho, deste modo, não é difícil que este profissional acabe acumulando tensões emocionais que o levem a níveis de exaustão.

Reações associadas ao estresse envolvem aspectos fisiológicos, sociais e psicológicos, sempre de forma individual pois leva em consideração aspectos da personalidade, comportamento, habilidades, valores pessoais e experiências adquiridas.

Em suas pesquisas Selye [2] definiu três fases que caracterizam níveis diferenciados de estresse: a **fase de alarme** - em que o corpo reage a um estressor e passada a circunstância volta ao normal, ou seja, ao equilíbrio orgânico; a **fase de resistência** - quando o corpo reage a um estressor e as reações se prolongam no corpo e no psicológico e quase sempre o indivíduo incorpora as reações a seu dia a dia; e a terceira fase a **fase de exaustão** - quando o corpo atinge a seu limite e surgem as doenças crônicas ou acontece o infarto, a depressão, a síndrome do pânico e até surtos psiquiátricos.

Não se pode dizer que somente o trabalho é responsável pelo nível de estresse do profissional, já que as questões externas influenciam consideravelmente as reações, e também não é possível eliminar o estresse das tarefas diárias ou da vida profissional, o importante

é aprender a lidar com as questões psicológicas e emocionais e aproveitando a plasticidade cerebral, e continuamente permitir que as pessoas treinem suas habilidades cognitivas e reavaliem aspectos comportamentais de maneira apropriada, através de treinamentos comportamentais periódicos.

Os aspectos comportamentais foram muito negligenciados ao longo dos anos, e por isso hoje existe uma lacuna que nem sempre é compreendida pelos técnicos e gestores da área. A evolução tecnológica, visível e possível a todos que possuem recursos financeiros similares, não corresponde à realidade sobre o desenvolvimento humano, cujo diferencial está em cada pessoa, cada modo de agir e interpretar as questões a sua volta.

Parece importante destacar no contexto do estresse, as relações humanas, a resistência em aceitar novos padrões de comportamento e pensamento, a necessidade de se aprimorar aspectos associados a ergonomia cognitiva. Gerações que se diferenciam no modo de pensar e agir e que por isso, exigem novos modelos de gestão de pessoas, são os desafios do líder de atividades de risco para o século XXI.

Os modelos ultrapassados de gestão, não apenas podem causar afastamentos e acidentes de trabalho, como também implicam baixa produtividade, rotatividade e absenteísmo.

Por muito anos negligenciado, o treinamento comportamental é pouco valorizado no setor elétrico, é comum que encarregados, supervisores e gestores tomem posse de cargos de confiança e nem assim tenham qualquer tipo de treinamento para aprender a lidar com subordinados, administrar o tempo ou mesmo motivar e liderar equipes de trabalho, considerando a adequação às diferentes gerações do mercado de trabalho.

Da mesma forma, os funcionários operacionais, desconhecem seus talentos e suas habilidades, assim como a capacidade de gerenciar aspectos cognitivos e emocionais que implicam no desempenho profissional.

Diversos estudos demonstram que muitos acidentes são atribuíveis aos aspectos comportamentais [6], assim, porque este aspecto é tão negligenciado no setor? E de fato há poucos profissionais do campo da psicologia que conhecem sobre riscos comportamentais em saúde e segurança do trabalho, a ergonomia cognitiva é mais administrada pela engenharia de produção do que pela psicologia e de maneira geral as pessoas

não consideravam comportamento um fator relevante em qualquer situação. [6] [8]

Parece importante destacar que o estresse afeta aspectos físicos, psicológicos e emocionais do indivíduo, desta forma, para que seja minimizada a interferência destes aspectos no desempenho, é fundamental que o indivíduo aprenda a lidar com seus talentos e seus limites, especialmente no que tange ao controle emocional.

CONCLUSÃO

Entre os sintomas associados ao estresse estão: a falta de atenção, memória, concentração, percepção distorcida da realidade, impaciência, desorganização mental, irritabilidade, transtorno de ansiedade, sono excessivo ou falta de sono no horário noturno, despersonalização, entre outros. Sendo ainda comum que para lidar com tais sintomas seja recorrente o consumo de drogas como álcool ou outras drogas ilícitas como tentativa de eliminar tais sintomas.

Todos os sintomas acima mencionados possuem íntima relação com o trabalho do setor elétrico, desta forma, as ações inerentes a gestão de todos os processos que envolvem segurança comportamental, são essenciais, com especial atenção a aspectos transitórios como os associados ao estresse, cujo diagnóstico deve ser feito por profissionais especializados.

A Legislação ainda não contempla de modo adequado a problemática dos riscos psicossociais e neste sentido, muitas vezes nem as concessionárias e nem as empreiteiras realizam uma prevenção efetiva em relação a aspectos comportamentais que nada mais é do que ações preventivas que sinalizam resultados a longo prazo e nos indicadores dos resultados da organização, não apenas nos índices de acidentes, mas de afastamentos, desligamentos e absenteísmo e porque não dizer nos resultados de lucro da organização, pois os trabalhos comportamentais com os indivíduos gera sentimento de pertencimento.

Estudos realizados no exterior concluem que para o setor elétrico o treinamento que valoriza o desenvolvimento cognitivo e a autonomia, deverão apresentar melhores resultados na prática operacional e são conduzidos pelo método PBL de aprendizagem baseada em problemas. [7] [8]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *The psychologt of safety handbook.* GELLER, E. Scott. Boca Raton. 2001. CRC Press
- [2] *Stress a tensão da vida.* Hans Seyle. IBRASA.1965, São Paulo, SP.
- [3] *O fim do estresse como nós o conhecemos.* McEwen, B & Lasley, E.N. Editora Nova Fronteira, 2002, Rio de Janeiro
- [4] Maria de Fátima A.A. Costa, Maria Cristina Ferreira. *Sources and Reactions to Stress in Brazilian Lawyers.* Paidéia vol.24, no.57, abril 2014. Ribeirão Preto.
- [5] *Healthy Work: Stress, productivity, and the reconstruction of working lif.* Robert Karasek e Robert Karasek e Tores Theorell. 1990, United States of América.
- [6] *Introdução à psicologia do trabalho.* Jacques Leplat e Cuny Xavier. Fundação Calouste Gulbenkian, 2000, Rio de Janeiro, RJ.
- [7] *Context-based representation of intelligent behavior in training simulations.* Avelino J. Gonzalez e Robert Ahlers,. Transactions of the Society for Computer Simulation 15 (4), 153-166. 1998. United States of América.
- [8] *Acidentes de trabalho: fatores e influências comportamentais.* Gláucia T. Bardi de Moraes, Luiz Alberto Pilatti e João Luiz Kovaleski. Anais do XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção ENEGEPE. Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

Aterramento temporário para instalações de alta e baixa tensão

João Gilberto Cunha
Mi Omega Engenharia
jcunha@miomega.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta os critérios que devem ser usados no aterramento temporário de trabalho, para que a segurança dos trabalhadores possa ser garantida, depois do procedimento de desenergização. A NR-10 estabelece no item 10.5.1 que as instalações somente serão liberadas para trabalho desenergizado depois de obedecidos os critérios de desenergização [1] [2].

1.0 – INTRODUÇÃO

O regulamento brasileiro de segurança elétrica nos locais de trabalho a NR-10 segurança em instalações e serviços em eletricidade, em sua edição de 2004, apresentou várias novidades e uma delas foi o conjunto de medidas de controle necessárias para que a instalação elétrica seja considerada desenergizada, a instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos é uma destas medidas[3].

As medidas de controle necessárias para que uma instalação elétrica possa ser considerada desenergizada são as seguintes:

- a) seccionamento;
- b) impedimento de reenergização;
- c) constatação da ausência de tensão;
- d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;
- f) instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

O aterramento temporário com equipotencialização dos condutores do circuito constitui uma medida preventiva de grande eficácia para proteger os trabalhadores da exposição a diferenças de potenciais perigosas, originadas por defeitos, erros ou situações que podem transmitir ou induzir nas instalações tensões imprevistas. As

linhas elétricas seccionadas podem ser energizadas acidentalmente devido a várias causas, entre elas:

- a) a indução devido aos campos eletromagnéticos produzidos por outras linhas aéreas, de alta ou baixa tensão, que estejam nas proximidades;
- b) por indução devido a campos eletromagnéticos de alta frequência produzidos por antenas nas vizinhanças;
- c) por descargas atmosféricas – raios;
- d) por contato acidental entre a linha em que se realiza o trabalho e um condutor energizado de outra linha ou instalação energizada;
- e) energização acidental da linha por ligação indevida de grupos geradores.

2.0 – APLICAÇÃO DO ATERRAMENTO TEMPORÁRIO

A NR-10 não estabeleceu limites para a instalação de aterramento temporário, como em outras áreas, deixou para o procedimento de trabalho elaborado pela empresa a definição de sua aplicação. Diferente de várias congêneres europeias que estabeleceram que nas intervenções em instalações elétricas prediais de baixa tensão não é necessário o uso do aterramento temporário, a NR-10 estabeleceu os critérios para a não aplicação desta medida de controle. A exclusão do aterramento temporário pode ser feita com base no item 10.5.3 do regulamento, que estabelece em que condições as medidas de controle necessárias para que uma instalação seja considerada desenergizada possam ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas. A principal condição estabelecida pelo referido item é que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.

Para que a medida de controle possa ser retirada e o nível de segurança não seja alterado é necessário que o risco não esteja presente. Portanto o aterramento temporário só pode ser retirado das medidas de controle necessárias para a desenergização onde não há possibilidade de que a linha elétrica seccionada possa ser

energizadas acidentalmente, é neste contexto que deve ser aplicado o item 10.5.3.

Como apresentado nas congêneres europeias, pode-se concluir também na aplicação da NR-10, que o aterramento temporário é necessário nas seguintes condições:

- a) nas instalações de alta tensão ou
- b) nas instalações de baixa tensão que, por indução ou por outras razões, podem ser colocados acidentalmente sob tensão.

Nas instalações de alta tensão (tensão nominal superior a 1000 V) o aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos, antes de se iniciar os trabalhos com instalações desenergizadas, é sempre obrigatório. Para facilitar esta tarefa o item 10.3.5 da NR-10 determina que sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado. Quando os dispositivos de seccionamento não incorporarem os recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado deve-se instalar dispositivos de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos.

Nas instalações de baixa tensão quando existir risco de que os condutores do circuito seccionado possam ser energizados acidentalmente durante os trabalhos, também deve-se instalar dispositivos de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos. Este risco deve ser previamente avaliado em função das características da instalação, em geral, deve-se fazer o aterramento temporário e a equipotencialização quando ocorrer riscos nas instalações de baixa tensão similares aos que podem ocorrer nas instalações de alta tensão. Um exemplo de instalações elétricas de baixa tensão onde é obrigatória a instalação de aterramento temporário e equipotencialização dos condutores antes de se iniciar os trabalhos, é o das redes aéreas de baixa tensão com condutores nus.

Em instalações elétricas no interior de edificações podem ocorrer também algumas destas causas, em particular a ligação indevida de grupos geradores, ou outras que não foram listadas. Neste caso é necessário efetuar o aterramento temporário e equipotencialização dos condutores onde se vai realizar os trabalhos. Caso contrário, em instalações elétricas de baixa tensão onde os circuitos seccionados não podem ser acidentalmente energizados não é necessário executar o aterramento temporário e equipotencialização dos condutores, desde que, seja elaborado um procedimento, a priori, específico para a execução destas atividades, por escrito e assinado por um profissional legalmente habilitado. Esta condição está assegurada no item 10.5.3 da NR-10.

Na tarefa de instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos

condutores dos circuitos o conjunto de aterramento temporário deve ser ligado primeiramente ao eletrodo de aterramento e em seguida aos condutores que serão curto-circuitados e equipotencializados. O conjunto de aterramento temporário deve ser visível a partir da zona de trabalho, se isto não for possível, então deve ser instalado o mais próximo possível da zona de trabalho.

3 - METODOLOGIA DE SELEÇÃO DO ELETRODO DE ATERRAMENTO

A fundamentação teórica do aterramento temporário é a mesma do aterramento para instalações permanentes, isto porque, do ponto de vista da proteção contra choques elétricos os tempos de atuação para garantir a segurança de uma pessoa é da ordem de dezenas ou algumas centenas de milissegundos, na prática a partir de 5 segundos não há nenhuma alteração tem nas medidas de controle. Portanto, um sistema de aterramento para durar algumas horas ou alguns anos tem os mesmos requisitos de segurança.

Em caso de energização acidental da instalação irá circular pelos condutores da instalação uma corrente de curto-circuito, parte ou a totalidade desta corrente de curto-circuito irá passar pelo aterramento temporário. Esta corrente de curto-circuito será interrompida pelo dispositivo de proteção da instalação elétrica. A escolha dos componentes de um aterramento temporário adequado, considerando a segurança de todos os trabalhadores envolvidos, depende das características da instalação elétrica no caso de uma energização acidental, entre elas:

- a) os condutores que compõe o aterramento temporário devem suportar os esforços térmicos decorrentes da circulação de correntes de curto-circuito, durante o intervalo de tempo em que dispositivo de proteção precisa para atuar, e
- b) a geometria de malha deve ser adequada para o controle dos potenciais de passo e toque, causados pelo processo de dissipação da malha para o solo de parte ou de toda a corrente de falta, conforme o esquema de aterramento da instalação.

A seleção adequada dos dispositivos que compõe um aterramento temporário é feita através de um procedimento realizado, a priori, considerando a corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação do aterramento, a parte desta corrente que irá penetrar no solo e o tempo de interrupção do dispositivo de proteção a montante do ponto de instalação do aterramento temporário. Este procedimento faz parte do planejamento do trabalho e deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado e autorizado.

A instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos deve ser feita:

- a) na proximidade do seccionamento,

b) nas proximidades da zona de trabalho, no caso de trabalho em redes aéreas a montante (antes) e a jusante (depois) da zona de trabalho.

Um aspecto muito importante a ser considerado, é que o trabalho de instalação do aterramento temporário é um serviço em instalações elétricas desligadas e, portanto, deve seguir todas as normas de segurança aplicáveis a serviços em instalações elétricas energizadas (ver item 10.5.4 da NR-10), em particular, o uso de equipamentos de proteção (EPI e EPC) adequados aos riscos da atividade.

3.1 – TENSÃO DE PASSO E TENSÃO DE CONTATO

O princípio básico de eficácia da medida de controle de instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos é que quando a zona de trabalho for energizada de forma acidental, a tensão de contato dentro da zona de trabalho deve ficar dentro de limites aceitáveis. O valor limite de tensão de contato depende do tempo de duração desta tensão. Este tempo é o período entre a energização acidental e a atuação do dispositivo de proteção a montante. A definição de tensão de contato suportável pelas normas brasileiras é apresentada na figura 1.

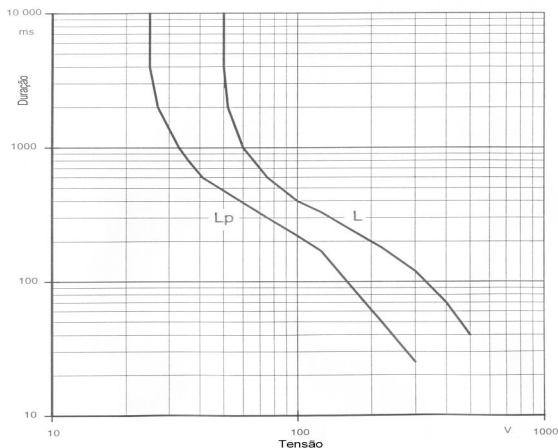


Figura 2 – Tensão de contato suportável situação L – normal e situação LP com os pés e as mãos molhadas

Durante o curto período de tempo que o dispositivo de proteção do cabo que pode alimentar acidentalmente a zona de trabalho leva para realizar a interrupção automática da corrente de curto circuito, aparecem gradientes de potencial entre o eletrodo terra e do terreno circundante, devido a circulação de corrente pelo eletrodo de aterramento. A tensão de contato é definida como a diferença de potencial que aparece entre a mão e o pé de um trabalhador e a tensão de passo é a diferença de potencial entre dois pontos do terreno situados a 1 m de distância entre si. Estas tensões afetam um trabalhador nas proximidades do eletrodo de terra no momento da falta, provocando

choque elétrico, por isto devem ser mantidas dentro de valores aceitáveis, para que a segurança dos trabalhadores seja garantida.

3.2 – TIPOS DE ELETRODO DE ATERRAMENTO

Para garantir que as tensões de contato e de passo estejam dentro de limites aceitáveis a seleção e instalação do eletrodo de aterramento de fundamental importância. O aterramento temporário pode ser realizado de duas formas distintas:

- a) usando um eletrodo de aterramento existente na zona de trabalho ou
- b) construindo um eletrodo de aterramento exclusivo para o aterramento temporário.

3.2.1 – ELETRODO DE ATERRAMENTO EXISTENTE

Se os eletrodos de aterramento da instalação foram projetados e construídos de acordo com as normas técnicas, eles já apresentam a segurança necessária para a proteção das pessoas contra os riscos do choque elétrico. Neste caso, a ligação ao eletrodo de aterramento existente é mais adequada e preferível. Duas situações podem ser destacadas:

- a) a instalação é provida de terminais, barramentos ou outros pontos de conexão para o conjunto de aterramento temporário ou
- b) a instalação é provida de chave seccionadora com aterramento rápido.

3.2.1 – ELETRODO DE ATERRAMENTO TEMPORÁRIO

No caso de não existir na zona de trabalho um eletrodo de aterramento em condições de ser usado, é necessário instalar um eletrodo de aterramento temporário. Este eletrodo de aterramento deve usar materiais normalizados e deve ser projetado e instalado de modo garantir a segurança de todos os trabalhadores na ocorrência de uma energização acidental.

O critério fundamental na seleção deste eletrodo é a segurança dos trabalhadores, que só pode ser garantida por uma tensão de contato e uma tensão de passo dentro dos limites aceitáveis, portanto os mesmo critérios estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras para o projeto dos eletrodos de aterramento de instalações permanentes devem ser usados para os eletrodos temporários. As normas técnicas aplicáveis são:

- a) ABNT NBR 5410 que apresentam os requisitos para as instalações de baixa tensão [4];
- b) ABNT NBR 14039 que apresentam os requisitos para as instalações de alta tensão até 36,2 kV [5];
- c) IEC 61936-1 que apresentam os requisitos para as instalações de alta tensão superior a 36,2 kV [6];
- d) ABNT NBR 15751 que apresenta os requisitos de projetos para aterramentos de subestações[7].

Portanto, fica evidenciado, que um eletrodo de aterramento não pode ser selecionado pela duração do seu uso, mas para garantir a segurança dos trabalhadores que estão realizando atividades no seu entorno.

4.0 – DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO TEMPORÁRIO

A instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos não pode ser realizada com materiais improvisados, deve ser realizada sempre com dispositivos adequados e específicos para este fim. O dispositivo adequado para ser usado nesta tarefa é denominado conjunto de aterramento temporário. Para este dispositivo não há norma técnica brasileira, portanto, deve ser usada a norma internacional IEC 61230. Uma ilustração deste tipo de dispositivo está na figura 2.

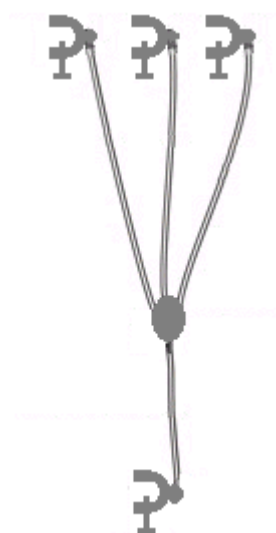


Figura 2 – Conjunto de aterramento temporário

Um aspecto muito importante na seleção deste dispositivo é que ele suporte a corrente em curto circuitos presumida no ponto de sua instalação, para isto o planejamento da desenergização é de extrema importância.

Como foi dito, a instalação do dispositivo de aterramento temporário é uma atividade com a instalação desligada e, por isto, na manipulação do conjunto muitas vezes é necessário o uso de acessórios adequados, tais como, bastões e varas de manobras, todos isolados na tensão nominal da instalação. O conjunto de manobra e os acessórios são Equipamentos de Proteção Coletiva e, portanto, devem atender todos os requisitos especificados na NR-10.

5.0 – CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou os critérios que devem ser adotados para a medida de controle - instalação de aterramento temporário com

equipotencialização dos condutores dos circuitos - necessária para a desenergização de uma instalação elétrica. Os critérios usados para garantir a segurança foram critérios objetivos, estabelecidos pelas normas técnicas nacionais e internacionais.

O critério adequado a ser usado na seleção de um eletrodo de aterramento é a tensão de contato e a tensão e passo, e não o tempo de utilização do eletrodo. Este é o critério objetivo para se garantir a segurança.

6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2004.
- [2] Cunha, João G. – Desenergização das instalações elétricas de baixa e alta tensão - VII IEEE ESW-Brasil 2015 – dez/15 – Rio de Janeiro – Brasil
- [3] NR-10 Comentada. João Gilberto Cunha. Edição do autor, 2010, São José dos Campos, SP.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro, 2005.
- [6] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61936-1– Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules. Geneva, 2010.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15751 – Sistemas de aterramento de subestações — Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

VESTIMENTA ANTIARCO E A NORMATIZAÇÃO NO BRASIL

Anderson Konescki Fernandes
KFEL
anderson@kfel.com.br

André Konescki Fernandes
KFEL
andre@kfel.com.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo orientar os profissionais que tem a responsabilidade de definir as vestimentas antiarco elétrico, ou, repelentes de arco elétrico.

1.0 – INTRODUÇÃO

Os Riscos Elétricos tem dois componentes. O choque elétrico causado por falha no isolamento ou, segregação das partes energizadas e, o arco elétrico.

O choque elétrico é objeto de inúmeras normas, em especial a ANBT NBR 5410, e, ABNT NBR 14.039. Pois, está na sua base em ambas as normas.

Não há no âmbito das normas brasileiras uma norma que trate do risco do arco elétrico. Pois, a própria IEC ainda não tem uma norma que trata dos riscos do antiarco.

Apenas o existem menções sobre os perigos do arco elétrico, mas não existem normas específicas para determinar o arco elétrico, e, formas de mitigar os efeitos do arco elétrico.

2.0 – ESTRUTURAS DAS NORMAS REGULAMENTADORAS DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO DO BRASIL

Deverá ser compreendido que a eletricidade é um dos agentes que geram a periculosidade.

Para compreendermos é necessário entender o conceito de proximidade citado na NR10 e utilizado na NR 16.

Segundo o Glossário da NR 10: **“Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por**

materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule”.

Porém, precisamos entender quais são os riscos associados a esta periculosidade pelo agente eletricidade com os riscos de choque elétrico e arco elétrico.

2.1 – NR 6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Até a redação deste artigo a Norma Regulamentadora 6 (NR-6) Equipamentos de Proteção Individual está com a redação de 14 de abril de 2015. Não trata do risco proveniente do arco elétrico, apenas dos riscos de choque elétrico e vestimenta condutiva para trabalho em potencial.

Os equipamentos para o Risco de Arco elétrico não são sequer citados na NR 6.

2.2 – NR 9 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

A Norma Regulamentadora 9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) tem como objeto três agentes: químicos, físicos e biológicos.

Para fins de conceituação segue a definição de agentes físicos conforme prescreve a Norma Regulamentadora 9. Ruído na faixa dos 160 dB, temperatura no ponto de arco de 19.500C, na posição do trabalhador de 3.000 C, na liberação de radiação UV-A, UV-B e infravermelho.

2.3.1 – NR 10 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

Para conseguirmos atender o **10.2.8 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA**. As medidas de proteção coletiva não tem uma norma específica, mas um cabedal de normas.

Em situações específicas não existem normas, apenas procedimentos que devem ser criados a partir da análise de risco.

Numa das etapas da manutenção corretiva é recorrente a busca e análise de falhas. Como o

equipamento precisa estar energizado é inviável a aplicação do Capítulo 10.2.8, e Capítulo 10.5 Desenergização da NR 10.

2.3.2 – NR 10 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

A constante omissão na NR 6 do EPI para proteção dos efeitos do arco elétrico faz aparecer à citação deste EPI na própria NR 10.

Para fins de análise a NR 10 cita em seu parágrafo: **10.2.9.2 As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.**

O EPI para condutibilidade e influências eletromagnéticas é para trabalho em potência, a vestimenta de tecido de fios metálicos podem ter na base tecido retardante de chamas.

A inflamabilidade esta ligada à energia incidente e ao fogo repentino. Dois conceitos que não aparecem na normatização brasileira, mesmo em normas internacionais não aparecem nesta conceituação.

Os conceitos de energia incidente, fogo repentino vem das normas NFPA 70E e IEEE1584.

2.4 – NR 12 SEGURANÇA EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Conforme a NR 12 devemos garantir a segurança elétrica das máquinas e equipamentos:

12.14. As instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR 10.

A principal força motriz para máquinas e equipamentos é a eletricidade. É raro imaginar uma máquina ou equipamento que não tenha como uma de suas forças motrizes o motor elétrico. Podendo utilizar acionamentos pneumáticos ou hidráulicos. Porém, raramente será propulsionada apenas por acionamentos pneumáticos e hidráulicos.

O risco de arco elétrico é de especial importância quando tratamos de máquinas e equipamentos. Dentro das técnicas de análise de arco elétrico há necessidade de considerar os motores com potência superior a 50 CV separadamente.

Qualquer motor elétrico ou transformador funciona no princípio de circuito magnético. A corrente de energização ou corrente de partida é o momento que a rigidez dielétrica deste circuito é rompida. Para tanto, certa quantidade de energia é absorvida pela máquina elétrica e permanece constante no entreferro. No momento que este motor elétrico ou transformador é desligado a corrente de energização é devolvida ao sistema ou vai sendo dissipada. Por isto, a NR 10 no seu item 10.5.2 alínea b pede o aterramento temporário para

levar às partes destinadas a condução a equipotencialização.

Quando ocorre o curto circuito que antecede o evento Arco Elétrico as proteções (disjuntores, reles, fusíveis) são atuadas interrompendo o circuito elétrico. Porém, o arco elétrico acaba sendo alimentado pela energia armazenada no circuito magnético dos motores elétricos.

2.5 – NR 16 PERICULOSIDADE POR ELETRICIDADE

Conforme a NR 16 os trabalhadores que exerçam suas atividades dentro da zona controlada ou em proximidade, mas com possibilidade de entrar na zona de controlada. Para compreendermos é necessário entender o conceito de proximidade citado na NR10 e utilizado na NR 16.

Segundo o Glossário da NR 10: **“Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule”.**

As definições de Zona Controlada constam da NR 10, porém, existe uma lacuna no que se refere à zona de arco ou a limite de arco.

9.1.5.1 Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.

Devemos lembrar quais são os componentes do arco elétrico: Onda de Pressa,

2.6 – O ARCO ELÉTRICO

Entende-se arco elétrico como a energia despendida do contato de uma fase com o neutro, terra ou o contato de diferentes fases entre si, gerando um curto circuito. A energia liberada forma efeitos físicos como, calor, luz, deslocamento de ar, formação de nuvem de metal derretido e forma de plasma frio que chamamos de **arco elétrico**.

O arco elétrico gera efeitos danosos ao trabalhador; nosso ponto de interesse. Com efeito de risco a vida e lesões sérias que podem comprometer a capacidade laborativa do trabalhador vitimado.

2.7 – ORIGEM DO ARCO ELÉTRICO

A energia desprendida do Sistema Elétrico de Potência (SEP). Rede de transmissão de energia elétrica. Gerador hídrico, térmico, nuclear ou eólico. Rede de distribuição de energia elétrica.

Sistema elétrico Consumidor (SEC). Subestação Interna (Após a Medição). Quadros de força, quadros de distribuição, quadros de força de máquinas, quadros de comando de máquinas, quadros de capacitores, quadros de comando, quadros de CLP, painel de instrumentação. Neste item as palavras, quadro e painel podem ser tomadas como sinônimos.

2.8 – FONTE DE MANTIMENTO DO ARCO ELÉTRICO

Segundo a Lei de Lenz e Lei de Hertz dispõe que a corrente elétrica se opõe a manobra. Podemos tomar como analogia a segunda lei de Newton, a lei da Inércia. Um corpo parado tende a permanecer parado e um corpo em movimento uniforme tende a permanecer em movimento uniforme.

Portanto, a corrente vai tender a permanecer percorrendo o circuito elétrico. Para tanto se alimentando do campo magnético gerado no entorno do circuito e campo magnético dos circuitos magnéticos existentes (Núcleo de Transformadores e Entreferrros), dispositivos que acumular eletricidade e capacitor industrial. Os condutores de energia elétrica que devidos as suas dimensões (secção, comprimento e método de instalação) armazenam campo magnético capaz a de sustentar o arco elétrico.

Importante lembrar que o arco pode ser gerado ou mantido pela corrente que surge da desmagnetização dos núcleos de transformadores, entreferrros de motor e corrente reversa gerada por motor de imã permanente.

Apesar de esta fonte ser limitada é possível surgir arco principalmente quando trabalhamos com motores acima de 50 CV e transformadores com potência nominal superior a 40 kW.

Neste ponto é bom salientar que qualquer equipamento e material pode vir a fornecer energia para a formação ou manutenção do arco elétrico, em especial o banco de capacitores e o conjunto de baterias estacionárias. É importante a correta identificação destes dispositivos com a correta descrição e dimensionamento para o cálculo de energia incidente.

3.0 – NORMAS ESTRANGEIRAS

As normas que não são internacionais tem de ser consideradas estrangeiras. Neste caso sua aplicação depende de cada caso, e, analise específica da aplicação da mesma.

3.1 – NFPA 70E

A NFPA tem normas publicada e revisada desde 1980 sobre todos os aspectos que podem causar o incêndio.

O arco elétrico é um dos riscos englobados na **NFPA 70E – Standard for Electrical Safety in the Workplace**. Se trata norma mais fundamenta para o entendimento do arco elétrico, além de ser situada com a maior base de dados sobre arco elétrico.

Somando ao fato da NFPA ter as revisões normativas programadas a cada três anos.

3.2 – IEEE 1564

O A NFPA 70E é a pioneira no estudo dos riscos da eletricidade, introduzindo os cálculos para determinação do arco elétrico.

A IEEE publicou a **IEEE 1584, Guide for Performing Arc Flash Calculations** onde descreve a metodologia, algoritmo, mais restritivo para a determinação do ATPV.

3.3 – CSA Z462

Norma do Canadian Standart Assossiation. Norma derivada do know-how do Kinetch Labs, centro de referencia em vestimentas resistentes ao arco elétrico, e, fogo repentino.

O Canadá desenvolve suas normas dentro do sistema métrico decimal. Então, é uma norma que já tem na concepção o Sistema Internacional de unidades. Diferente das normas anteriores não tem uma raiz no sistema imperial de medidas. Apesar de ser inegável a influencia das normas predecessoras.

4.0 – FALSA HIPÓTESE DA VESTIMENTA ASSOCIADA A TENSÃO PARA VESTIMENTA ANTI ARCO ELETRICO.

Os EPI's destinados ao toque como luvas isolantes são dimensionados pela tensão. Neste caso o isolamento é diretamente ligado ao tensão.

Os EPI's destinados a resistir aos efeitos do arco elétrico como, blusão, calça, balaclava, capacete, e, luva anti arco são dimensionados através do estudo de energia incidente.

4.1 – CHOQUE ELETRICO

Parte dedicada ao toque. Luvas para isolantes são definidos pelo nível de tensão. Esta proteção é feita através de material isolante, e, a interposição deste material isolante entre o trabalho e o risco, evitando a formação do circuito elétrico.

Em trabalhos energizados seja o trabalho com EPI de isolamento, ou, trabalho em potência.

4.2 – ANTIARCO

A parte resistente ao arco elétrico é

definida pelo estudo de energia incidente ATPV (Arc Thermal Performance Value).

Existem muitos casos de onde pessoal não habilitado para a realização da especificação da vestimenta resistente ao arco elétrico. Usando o falso viés confirmatório definem a vestimenta resistente ao arco elétrico será como a luvas isolantes.

Ao não realizar o estudo de energia incidente não está fazendo a identificação de riscos elétricos, não mensurando através do cálculo de ATPV, e, o trabalhador não estará efetivamente protegido.

A não mensuração do ATPV é um dano moral. Pois, o trabalhador tem o direito de saber se a vestimenta é apropriada para o risco que ele está exposto, além disto, se existe condição segura para trabalho energizado. Qual é a perda significativa.

4.3 – CHOQUE ELETRICO PELO ANTIARCO

A vestimenta antiarco elétrico também tem a propriedade isolante. O arco elétrico pode causar um choque elétrico.

Este choque elétrico tem a característica de ser um choque de percurso e dedicada ao toque. Passa através do corpo tendo uma parte do corpo como entrada, e, a saída não necessariamente através dos pés. O percurso típico deste tipo de choque elétrico é mão para o pé.

A utilização do tapete isolante é destinada a gerar mais uma barreira no caso ocorrência do arco elétrico evitando a formação de um circuito envolvendo os pés do trabalhador.

5.0 – SISTEMA DE FRONTEIRAS LIMITES

Os limites são destinados a proteção dos trabalhadores qualificados, habilitados, e, capacitados que estejam autorizados para o serviço em eletricidade e, para fornecer espaço seguro de qualquer pessoas outras que não estão envolvidos com o trabalho com eletricidade.

5.1 – FRONTEIRA LIMITADA

Limite, Abordagem limitada. Um limite de aproximação a uma distância de um condutor elétrico energizado exposto ou Parte de circuito dentro da qual existe um risco de choque.

5.2 – FRONTEIRA RESTRITA

Limite, Abordagem Restrita. Um limite de aproximação em uma distância de um condutor elétrico energizado exposto ou parte do circuito dentro da qual existe uma maior probabilidade de choque elétrico, devido ao arco elétrico combinado com movimento inadvertido, para o pessoal que

trabalha em estreita proximidade com o condutor ou circuito elétrico energizado parte.

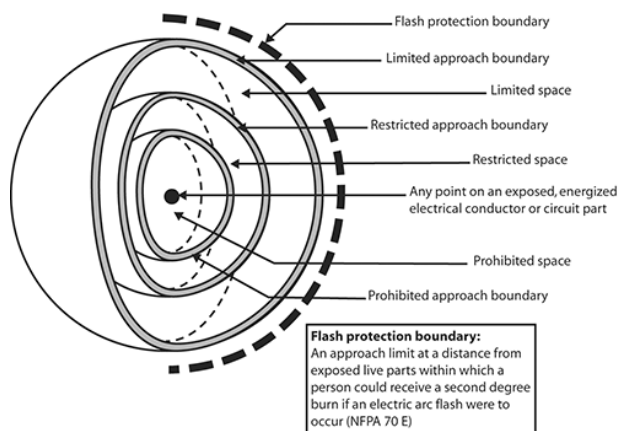
5.3 – FRONTEIRA DE ANTIARCO

Boundary, Arc Flash. Quando existe um risco de arco, um limite de aproximação a uma distância de uma fonte de arco prospectivo dentro do qual uma pessoa pode receber uma queima de segundo grau se um flash de arco elétrico ocorresse.

Nota informativa: uma queima de segundo grau é aceitável para uma exposição de pele desprotegida a um flash de arco elétrico acima do nível de energia incidente de 5 J / cm^2 ($1,2 \text{ cal / cm}^2$).

Boundary, Arc Flash. Quando existe um risco de arco, um limite

Nota do Autor: A tradução literal de Boundary é Limite, podendo ter como outras traduções fronteira, borda, margem, e, beira. A opção de utilizar a palavra limite traria um pleonismo, pois, a tradução de Boundary Limited seria Limite Limitado.



6.0 – A PERDA SIGNIFICATIVA PARA O TRABALHADOR

Conforme a NBR 14.280/2001, pode-se determinar a partir de pré-requisitos estabelecidos quais serão as perdas decorrentes dos acidentes de trabalho, em termos de dias/trabalho. Esta normativa permite que, aliado às práticas das legislações trabalhistas e previdenciária vigente no Brasil possa-se, portanto se estabelecer limites com eventuais sinistros. Esta NBR 14.280/2001 traz os conceitos de “lesão com afastamento”, “lesão sem afastamento”, “incapacidade permanente total”, “incapacidade permanente parcial”, “dias perdidos” e “dias debitados” com os quais pode-se montar um quadro da perda de dias/trabalho do conjunto total dos funcionários.

A NR 04 em seu Quadro III apresenta um documento para informação de “Acidentes com Vitimas” no qual deve-se informar o “número absoluto de acidentes”, “acidentes com afastamento inferior a 15 dias”, e “com afastamento

superior a 15 dias”, “dias/homens perdido”, “óbitos” e um “Índice de Avaliação da Gravidade”. Já no seu Quadro VI da mesma NR 04 é apresentado um documento para preenchimento de Acidentes Sem Vitima com o número total de Acidentes e um quociente entre “acidentes sem vitima/ acidente com vitima”.

O Instituto Nacional de Seguridade Social utiliza destes dados para o seu Anuário Estatístico da Previdência Social, que entre tantos quocientes oferece os dados relativos “taxa de incidência específica para incapacidade temporária”, “taxa de mortalidade” e “taxa de letalidade”. Desta maneira o próprio INSS tem o seu instrumento para poder controlar a gravidade dos acidentes e a perdas que os mesmos trazem para o setor produtivo do Brasil.

A Perda Significativa ocorre quando o somatório de acidentes traz valores acima dos aceitáveis para aquele tipo de atividade, ocorrendo a partir daí um aprofundamento do passivo trabalhista bem como um desfalque na equipe de produção. Com base nos dados obtidos é possível estabelecer uma série de medidas preventivas e também corretivas. Com a observação da Perda Significativa tanto a empresa quanto o INSS podem fazer este tipo de medida.

No âmbito da empresa a Perda Significativa pode ser corrigida com medidas gerenciais. Estabelecendo com este tipo de previsão econômica/contábil os gestores de RH e produção tem condições de balizar quais são os limites com os quais é admissível executar os processos diários e a partir do qual se deve então buscar aumentar os controles de segurança.

No plano governamental, pode-se definir uma serie de medidas para não se permitir que se atinja a Perda Significativa, seja em um setor como um todo ou mesmo em uma empresa em particular. Isso pode ser feito com a edição de Normas de segurança específicas ou a fiscalização do local de trabalho.

7.0 – TREINAMENTOS

A NR 6 fala em treinamento para o uso correto do EPI o conjunto conjugado de EPI's. , focando nos ganhos obtidos com a implantação da solução. .

Os EPI's para os riscos da eletricidade precisam de cuidados adequados quanto a armazenagem (Luvas Isolantes), quanto ao uso, quanto a lavagem (vestimenta anti arco elétrico). Além disto, as inspeções visuais diárias, e, a compreensão do ciclo de vida deste EPI.

8.0 – PERIODICIDADE

Seja sucinto, focando nos ganhos obtidos com a implantação da solução. Não recomende marcas

comerciais ou modelos; ressalte a tecnologia utilizada e a adequação da mesma à aplicação.

O trabalho deverá ser enviado, em meio eletrônico para a organização, em arquivo "doc" sem proteção por senha, conforme instruções.

8.1 – NR 10

A NR 10 preconiza a necessidade da atualização do relatório.

Qual seria o indicador para a periodicidade de revisão do estudo de energia incidente. O advento da NR 10 trouxe uma indicação da existência de meios e formas de controlar o arco elétrico dentro do item. **10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.**

A NR 10 preconiza a necessidade da atualização do relatório.

8.2 – ABNT NBR 5410

A norma de instalações elétricas em baixa tensão prescreve em seu capítulo sétimo a inspeção das instalações elétricas. Porém, apenas no momento da entrega destas instalações.

A realidade do mercado é a de que não temos inspeção no momento da entrega da instalação. O que torna mais difícil a inspeção nas ampliações e reformas. Como está prescrito no texto da norma. **7.1.1 Qualquer instalação nova, ampliação ou reforma de instalação existente deve ser inspecionada e ensaiada, durante a execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições desta Norma.**

8.3 – ABNT NBR 14039

Em oposição ao que acontece com as instalações elétricas em baixa tensão existe uma certa preocupação pelo mantenedor da instalação em realizar os ensaios.

Porém, o foco é a perda financeira, e, não a segurança com a vida, e, a saúde dos trabalhadores, ou, usuários.

Novamente capítulo sétimo a inspeção das instalações elétricas. Não só no momento da entrega destas instalações, mas, durante a maior parte da vida útil destas instalações, com planos de manutenção regular.

8.4 – NFPA 70E

O modelo normativo da NFPA tem inspeções regulares da NR 10 trouxe uma indicação da existência de meios e formas de

controlar o arco elétrico dentro do item. **110.1 (1) Programa de Segurança Elétrica. O Programa de segurança elétrica deverá ser auditado para verificação dos princípios e procedimentos de segurança elétrica estão em concordância com esta norma. As auditorias deverão ser realizada em intervalos não superiores a 3 anos.**

O modelo normativo da NFPA tem inspeções regulares da NR 10 trouxe uma indicação da existência de meios e formas de controlar o arco elétrico dentro do item.

2) Seja atualizado quando ocorre uma grande modificação ou renovação. Deve ser revisado periodicamente, a intervalos não superiores a 5 anos, para explicar as mudanças no sistema de distribuição elétrica que podem afetar os resultados da avaliação do risco de arco.

9.0 – CONSIDERAÇÕES SOBRE INSPEÇÕES PERIODICAS

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, revisão dos estudos de energia incidente.

As plantas tem mudanças das carga instaladas.

No caso das plantas industriais são inversores de frequência cada vez mais comuns, aumento do número de motores, e, a natural elevação da potência instalada e demandada.

Mudança nas formas de acionamento, nas fontes de energia, ou, até na atualização dos sistema de iluminação podem causar mudanças significativas na carga e no estudo de energia incidente ATPV.

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.

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

10.3.7 O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado.

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

10.2.6 O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido

atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

10.0 – IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

Necessidade de regras, e, métricas claras para as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

10.1 – ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCO NAS NR'S

O padrão de identificação de risco deve ir além do previsto por cores, ou, o sistema de zonas da NR 10. Pois, a própria NR 10 esboça a existência de áreas onde existe o risco arco elétrico precisa ser controlado.

10.10 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

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 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;

10.2 – ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCO NAS NFPA 70E

Segundo a NFPA 70E os dados mínimos que devem constar na etiqueta de Risco Elétrico.

- (1) Tensão Nominal do Sistema,
- (2) Fronteira de Antiarco,
- (3) Última Revisão do Estudo de Energia Incidente,
- (4) Nível Mínimo de Vestimenta Anti Arco.

<div>  ADVERTENCIA </div>	
Descargas por Arco Eléctrico EPP Obligatorio	
1" - 6.3" 26.7 34	Distancia Límite de Aproximación a la Fuente del Arco cal/cm² Energía del Arco a 18 Pulgadas EPP Nivel Ropa Interior de Algodón + Camisa y Pantalón FR + Traje Multicapa a Prueba de Descargas
480V 0" - 7.9" 0" - 4.4" 0" - 3.5"	Voltaje de Riesgo de Descarga si se Retira la Tapa Frontera de Aproximación Límite Frontera de Aproximación Restringida Frontera de Aproximación Prohibida
Equipo: MDP	EPP - Equipo de Protección Personal FR - Resistente al fuego

Para atendimento da NR 10 a etiqueta deverá ser feita em língua portuguesa brasileira. Em fonte legível.

10.3 – PROGRAMA DE LOCK OUT – TAG OUT

O risco de arco elétrico pode não ser tratado através do uso de vestimenta resistente ao arco elétrico para as condições acima de 40 cal/cm². Nestes casos se faz a obrigatoriedade do trabalho com o sistema desenergizado.

O programa deve contemplar o risco da energia elétrica, e, os de mais riscos onde a energia pode estar acumulada.

É importante lembrar que existem equipamentos podem transformar energia mecânica em energia elétrica.

Entreferro de motores, e, transformadores podem acumular energia elétrica em entreferro. Portanto, é necessário fazer a descarga energia acumulada nestes entreferrros. O mesmo vale para os capacitores industriais usados na correção do fator de potência. Trechos de cabos muito longos podem acumular energia elétrica na forma de campo eletromagnético. Sempre deve feitas as cargas residuais. Finalmente o seccionamento de motores a imã permanente que podem gerar eletricidade caso o eixo apresente movimento. Bem como, grupos geradores que podem retroalimentar os sistemas elétricos.

11.0 – IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

Necessidade de ter definições claras do Perigo, e Risco. Bem como fazer a análise destes elementos para poder estabelecer suas formas de controle, tratamento, ou, contorno.

11.1 – NFPA 70E 2012 HAZARD ANALISYS

Perigo é uma condição, situação, fonte, ou um conjunto de circunstâncias que têm o potencial de causar ou contribuir para lesionar ou até levar a óbito um trabalhador. O perigo por si só não é o fator determinante que ocorra um acidente de trabalho

“Um perigo é um agente químico, biológico ou físico (incluindo-se a radiação eletromagnética) ou um conjunto de condições que

apresentam uma fonte de risco mas não o risco em si”(Kolluru, 1996, p. 1.13).

Esta alteração vem para alinhar a NFPA com os parâmetros propostos pela OMT, e, demais órgãos de normatização internacionais.

11.2 – NFPA 70E 2015 RISK ASSESSMENT

Risco está associado ao tempo de exposição do trabalhador, a frequência da exposição do trabalhador, como este trabalhador está exposto, a gravidade das lesões ou possibilidade de óbito do trabalho e as condições que o trabalhador está exposto ao perigo. “Risco é a probabilidade ou chance de lesão ou morte” (Sanders e McCormick, 1993, p. 675). “ (...) risco é um resultado medido do efeito potencial do perigo” (Shinar, Gurion e Flascher,1991, p. 1095).

Para realizar a NFPA disponibiliza um formulário próprio para realizar a RISK ASSESSMENT, ou, Avaliação de Risco.

11.3 – NFPA 70E 2015 RISK ASSESSMENT PROSEDURE

Para a Avaliação de Risco é proposto no anexo F da NFPA 70E um procedimento.

Porém, esta avaliação depende do que é uma risco aceitável, e, uma perda aceitável no início desta análise.

Esta perda aceitável leva em conta quais são os níveis de lesões toleráveis em caso de um evento. Inclusive os números de óbitos para cada numero de lesões.

12.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

12.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS AVALIAÇÃO DE RISCO

Voltando a realidade brasileira a falta de estatísticas oficiais, e, normas nacionais para a área de competência do Comitê Brasileiro 3 de Eletricidade (CB 3) traz uma nova lacuna normativa.

Onde por não ser possível fazer estas estimativas é necessário recorrer a uma norma de segurança para máquinas e equipamentos. Procedimento realizado até pouco tempo pela ABNT NBR 14009/1997, e, a partir de 2013 foi substituída pela ABNT NBR ISO 12.100/2013.

Para tal situação é feita uma análise do EN 62061.

Conforme As normas como NBR 14.280/2001, são feitas para medição de efeitos a nível previdenciário. Não para uma ação preventiva e profilática dos acidentes. É necessário o investimento em normatização para avaliação preventiva dos riscos elétricos dentro do CB-3.

12.2 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Prontuário de instalações elétricas é um programa de gestão do risco elétrico. O que traz duas implicações importantes para os gestores.

Primeira, realizar a atualização do prontuário de instalações elétricas, conforme as modificações, e, ampliações que a planta instalada venha a ter. Segundo, não há como chegar um prontuário final, onde, não haveria caberia mais atualizações.

Além disto, necessidade de determinação de prazos, e, métricas claras para a atualização das as inspeções de instalações elétricas, e, estudos de energia incidente.

Exigência por parte do órgãos de fiscalização do estudo de energia incidente, etiquetagem, e, definição do Conjunto de EPI.

A atualização conforme prevista nos itens **10.2.3, 10.2.6, 10.3.7, e, 10.3.8**. Sendo possível fazer a revisão do plano de segurança.

Como há a necessidade **10.10.1, e, 26.1** plano de segurança.

Lista de checagem para inspeção mínima para as instalações elétricas.

[9] NFPA 70E – Standard for Electrical Safety in the Workplace.

[10] NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade,

[11] NR-26 – Sinalização de Segurança.

[12] NBR ISO 12100:2013 – Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Avaliação e redução de riscos

[13] ISO 14121-1:2007 - Safety of machinery — Risk assessment — Part 1: Principles.

12.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] *Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10*. Joaquim Gomes Pereira e João José Barrico de Souza. Editora LTr, 2005, Rio de Janeiro, RJ.

[2] Rangel Jr., Estellito “Mayor seguridad en los trabajos de mantenimiento eléctrico”. *NFPA Journal Latinoamericano*, vol 1, no. 16, setembro 2002, NFPA International, pg. 38 - 39.

[3] Tomiyoshi, Luiz. *Vestimenta de proteção contra queimaduras por arcos elétricos*. Acessado em dd/mm/aaa de:
<http://www.higieneocupacional.com.br/download/ve-stimenta.pdf>.

[4] ABNT NBR 5410:2005 Instalações Elétricas em Baixa Tensão.

[5] ABNT NBR 14.039:2005 Instalações Elétricas em Média Tensão,

[6] ABNT NBR 14.280/2001 Cadastro de Acidentes do Trabalho,

[7] ABNT NBR ISO 31000:2009 - Gestão de riscos - Princípios e diretrizes

[8] IEEE 1584, Guide for Performing Arc Flash Calculations,



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

**Engenheiro Marcelo de Souza
Moraes
Consultor
luxengenharia@yahoo.com.br**

RESUMO

Este trabalho demonstra que a filosofia de gestão operacional de serviços aplicada no Sistema Elétrico de Potência através dos Centros de Operações é perfeitamente adaptável aos sistemas industriais, construção civil e gestão de condomínios, atendendo perfeitamente às normas de segurança do trabalho, em particular a NR 10.

Esta metodologia integra totalmente a segurança de trabalho com os setores operacionais (manutenção e construção) com baixo custo de implementação, modernizando o sistema de informação sobre as ordens de serviço em andamento, criando novos indicadores gerenciais e permitindo ao gestor um conhecimento pleno de todas as atividades sobre sua responsabilidade, criando condições para uma gestão on-line sobre os serviços.

Cria uma padronização de gestão gerando uma avaliação consistente entre várias unidades de uma mesma empresa delegando responsabilidade aos seus executores.

1.0 – INTRODUÇÃO

A LEGALIDADE DA SEGURANÇA

Estar legal com a segurança no trabalho significa estar no completo cumprimento de todos os ditames legais que tratam sobre o assunto (NR's, ABNT, CLT e acordos trabalhistas, conselhos profissionais, normas internas, etc).

Muitas empresas possuem excelentes departamentos de segurança porém somente olham para a CIPA, os EPI's, processos gerais, campanhas, fiscalização e se esquecem, ou não observaram a operacionalidade que a NR 10 impõe no sentido das relações profissionais dos eletricitas entre os diversos segmentos existentes na construção civil, indústrias, condomínios (lojas, prédios comerciais, prédios público, etc), que vão

desde a competência para emissão de ordens operacionais, seu conteúdo e subsequente responsabilização.

Algumas empresas até controlam as atividades mais explícitas da gestão dos ativos, porém se perdem quando o serviço é muito pequeno por ex: trocar uma tomada; que em tese não necessita de uma ordem de serviço formal, ou de grande impacto tal como a parada de uma linha de produção onde todos diretores, coordenadores e mais quem tiver por perto disparam ordens e dão palpites para todos os lados.

No texto da NR 10 temos:

10.11.2 Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.

Observando o texto da norma acima temos então que emitir a ordem do serviço antes do serviço ser executado, sendo que esta deve ser aprovada por trabalhador autorizado, que no texto da norma podemos verificar:

10.8.1 É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

10.8.2 É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

10.8.3 É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:

a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e

b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

10.8.3.1 A capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.

10.8.4 São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

10.8.8 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no Anexo II desta NR.

Resumindo:

Um eletricitista só pode receber ordens de profissional formado em eletricidade com curso de NR – 10.

O que é perfeitamente compreensível, pois sendo a atividade do eletricitista uma atividade com reconhecida periculosidade, somente pode autorizar o serviço quem tem algum conhecimento, comprovado, dos riscos a que seu ordenado estará sujeito.

Não é de trazer desespero de ordenamento dos engenheiros civil, na construção civil ou do engenheiro mecânico na manutenção industrial, um curso de eletricitista residencial de 120 horas resolve o assunto, mas então todos falarão a mesma língua, não se esquecendo o curso de NR 10, atualizado.

Então agora ficou fácil saber se a empresa cumpre todas as determinações de segurança, basta fazer as seguintes perguntas:

- Todos os serviços, inclusive os pequenos (verificação de mau contato na tomada) e os de grandes repercussões (parada de linha de produção), tem ordem de serviço emitida antes do serviço ser realizado pelo mantenedor?

- Quem emite ordens de serviço ao eletricitista na empresa?

Se a resposta é não tem todas as ordens de serviço e todo mundo delega ao eletricitista, então a empresa não cumpre o que a Norma regulamentadora impõe, estando em desconformidade com a legislação, comprometendo seus certificados de gestão de segurança e aumentando sua responsabilização.

A ordem de serviço, normalmente, é o primeiro documento requisitado para uma inspeção sobre um acidente ocorrido e nele deverá estar anotado a emissão e a responsabilidade para tal.

No caso dos engenheiros civil e mecânico, síndicos, gerentes de lojas, contratantes de profissionais, mestres de obras, diretores de escolas, operadores de máquinas, etc, que também são ordenadores de serviço para eletricitistas, cabe avaliar o tamanho das responsabilidades que assumem no nível pessoal, sempre sabendo que ela pode ser civil, criminal, ética e profissional, e que neste caso todos estão descumprindo a lei.

O modelo de Gestão de Ativos integrada com a Segurança do trabalho, aqui proposto, visa a atender a este detalhe de suma importância quando estamos falando de vidas humanas, resultando uma gestão de segurança efetiva. A Norma regulamentadora NR 10 é a única com caráter operacional, pois dispõe sobre a relação de serviços e métodos de trabalho, sua obrigatoriedade de atualização constante quer sejam nos ativos ou na formação e atualização profissional, em todas as circunstâncias em que tenhamos que tratar com eletricitistas, tais como a construção civil, manutenção Industrial e manutenção de lojas e condomínios, faz-se necessário o

cumprimento da legislação, então o modelo proposto visa atender a aos regimentos legais gerando rentabilidade ao processo e uma gestão plena em segurança.

O modelo aqui proposto é demonstrado como ser aplicado, sua operacionalidade, comprovando lucros e uma gestão muito mais abrangente e plena em serviços com eletricidade.

UMA NOVA VISÃO SOBRE AS ORDENS OPERACIONAIS.

Trata-se de fazer a gestão de ativos através do homem e começar esta gestão destes ativos sejam de manutenção ou construção a partir das relações pessoais entre o feitor ou mantenedor e o contratante dos serviços.

Nesta relação o primeiro aspecto a ser considerado é a legislação a quais tratam da segurança que foram elaboradas para a manutenção da vida dos trabalhadores que se submetem a riscos efetivamente reconhecidos e responsabilização aos que não cumprem suas determinações.

Temos de observar o homem no desempenho de suas tarefas operacionais que vão desde as tarefas de limpeza, vigilância, segurança operacional, segurança no trabalho e todas as relações que envolvam ordenamento de serviços sejam eles de risco ou não.

Em se tratando de atividades de risco temos, como profissionais, simplesmente cumprir a legislação vigente, para evitarmos a responsabilização, que pode ser desde civil e criminal do ordenador dos serviços além da empresa. É uma visão equivocada que alguns profissionais tem a respeito do desempenho de suas funções, a de que a responsabilização pessoal do ordenador dos

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

serviços que causam acidentes, por falta de observação da legislação vigente, não os alcançam, este fato é um grande gerador de acidentes.

Esta proposta de Gestão de ativos está baseada no estrito cumprimento de:

- _ Determinações legais de segurança do trabalho;
- _ Determinações legais de ordenamento de serviços;
- _ Apuração de índices operacionais precisos;
- _ Gestão de todos os serviços pertinentes aos setores de indústrias, construção civil administração de condomínios, poder público · etc,
- _ Baixo custo de implementação;
- _ Busca da redução dos custos de manutenção através da melhoria da eficiência operacional;
- _ Perfeita adaptabilidade às normas de gestão em SSO;
- _ Fácil compreensão;
- Implementação do centro de operações,

A aplicabilidade da presente proposta de gerenciamento das ordens operacionais nos serviços de manutenção, construção ou gerenciamento de serviços, será de acordo com os objetivos e particularidade de cada empresa, seu segmento, seu porte e sua dinâmica devendo ser planejado caso a caso.

A grande maioria das empresas carece de sistemas operacionais eficazes no sentido de se estabelecerem às respectivas responsabilidades nas ordens de serviços e de informações corretas sobre tempos operacionais de seus colaboradores bem como o cumprimento da legislação de segurança e trabalhista.

No atual modelo de gestão de serviços, de manutenção, construção e condomínios, as ordens para execução de serviços provêm de todos os lugares e por todo o tipo de profissional, sem nenhuma orientação legal ou profissional.

Trataremos , como condomínios o conjunto de prédios e ativos que servem a um objetivo comum, por exemplo, rede de lojas, redes de escolas, conjunto de prédios habitacionais, rede de farmácias, prédios públicos, etc.

Ordenadores de serviço na Construção civil:

- Engenheiro civil;
- Mestre de obra;
- Dono da construtora;
- Dono da Instaladora;
- Etc;

Ordenadores na Industria

- Chefe da manutenção;
- Operador de maquina;
- Técnico de segurança;

- Auxiliares administrativos;
- Diretores da empresa;

Ordenadores na administração de Condomínios

- Gerentes de serviços;
- Síndicos ou gerentes de lojas, diretores de escolas, etc.
- Condôminos
- Coordenadores administrativos,
- Porteiros
- Etc;

Observando a gama de ordenadores de serviço temos como consequência

- Falta de identificação correta do ordenador;
- Falta de um fluxo correto das informações;
- Ausência total de Ordens de Serviços;
- Descumprimento de NR's do MTE;
- Ordenamento proveniente de profissionais sem a qualificação correta para tal;
- Acidente proveniente de falta de planejamento e instrução correta para execução do trabalho;
- Inexistência de histórico de manutenção;
- Inexistência de planejamento dos serviços;
- Inexistência de contabilidade, ou duvidosa, de recursos por segmento de manutenção (preventiva, corretiva, pequenas obras, etc.)
- Precarização do sistema estrutural e produtivo da empresa. (sucateamento)
- Falta de dados ou duvidosa informação, para quantificação do tipo de serviço: (HxH por serviço, etc.)
- _ Manutenção preditiva;
- _ Manutenção preventiva;
- _ Manutenção corretiva;
- _ Adequações físicas;
- _ Construção;
- _ Etc;

Para que a proposta seja efetivamente de segurança ela deve atender então à primeira necessidade na relação ordenador x empregado que é a emissão da ordem de serviço antes do serviço ser iniciado.

Ordem de Serviço é um documento para orientar e informar os trabalhadores da empresa, quais são os riscos que irá encontrar no ambiente de trabalho e na execução de suas atividades, para que o mesmo possa ter alguns cuidados e realizar procedimentos para sua proteção.

Conforme NR 01, item 1.7, alínea "b",.

b) elaborar ordens de serviço sobre segurança e saúde no trabalho, dando ciência aos empregados por comunicados, cartazes ou meios eletrônicos; (Alterado pela Portaria SIT 84/2009).

A obrigatoriedade da Ordem de Serviço está incluída no artigo 157, inciso II da CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas, que nos diz:

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

“instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar o sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;”

A área de construção e manutenção elétrica é fator determinante para a mudança de postura quanto à organização do trabalho visto que na norma regulamentadora NR 10 determina:

10.11.2 *Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.*

Ou seja, reforça que a ordem de serviço deve ser emitida antes do serviço e por profissional competente.

O Centro de Operações.

O grupo tripartite GTT10 na elaboração do texto da NR 10, embutiu de modo muito singular a operacionalidade que é aplicada no sistema elétrico de potência quando redigiu:

10.11.2 *Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.*

10.7.9 *Todo trabalhador em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles envolvidos em atividades no SEP devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço.*

No Sistema Elétrico de Potência a aprovação e emissão de ordens de serviço são realizadas no instante que são solicitadas.

Estas ordens são geradas a partir de solicitações demandadas pelos clientes aos centros de operações da distribuição.

Toda a filosofia operacional do sistema elétrico é baseada em centros de operação.

Centro de Operações da Distribuição – atendimento a clientes no nível de distribuição

Centro de Operação Regional – (algumas concessionárias) compreende a gestão de subestações de força pequenas usinas e COD's de uma região, normalmente pequenos sistemas não interligados.

Centro de Operações de Sistema – Compreende uma maior abrangência envolvendo grandes usinas e todo o complexo de produção, transmissão e transformação da concessionária.

Operador Nacional de Sistema – congrega toda a gestão de energia elétrica no país.

Quando tratamos de cumprimento de legislação de segurança do trabalho, os custos decorrentes dessas ações não devem ser classificadas como despesas e sim como investimento na prevenção de acidentes.

Já que há a determinação para a estruturação do Centro de Operações nas relações com eletricitistas e este fato gera algum desconforto, por ser uma mudança de paradigma, pois o aparente ato de delegar ordens para os mantenedores industriais ou eletricitistas na construção civil dá um status de poder, porém, não traduz em uma gestão plena das atividades, na medida que dificilmente se faz registros de todos os ordenamentos.

Neste momento histórico onde o poder da informação é cada vez maior, não podemos permitir que a perda de informações sobre o que gerenciamos (manutenção ou obras) possa ser somente de um determinado percentual destas informações que normalmente leva a um gerenciamento com um certo percentual erro também.

Então se o gestor necessita de informações precisas e confiáveis todo o tempo, a criação do centro de operações, somente por este fato, já se torna compensatória, pois agora tem-se alguém destinado a realizar estes registros e todo o planejamento e a programação de serviços serão mais eficazes.

A depender dos aplicativos hoje existentes, a alta gerência, pode acompanhar on-line o desenvolvimento das atividades, sabendo em tempo real quais ordens de serviços estão abertas, OS realizadas no dia, mão de obra, enfim, todas as informações lançadas pelo operador.

OBJETIVOS DO CENTRO DE OPERAÇÃO.

É um órgão destinado a supervisionar e coordenar as atividades operativas do sistema elétrico e funcional (pneumática, hidráulica, instrumentação) bem como supervisionar os serviços de construção e manutenção elétrica na planta do ativo considerado (construção ou manutenção).

- Adequado atendimento às solicitações de intervenção
- Registrar todas as ocorrências relativas ao desempenho das atividades.
- Apoiar ao profissional que estiver atendendo a solicitações de intervenção com informações em tempo real
- Repasse ao profissional de orientações quanto aos riscos inerentes ao desenvolvimento da atividade

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

- Controle de análise das interrupções ocorridas, minimizando o tempo das interrupções;
- Manutenção da configuração planejada do sistema elétrico;
- Tornar melhores as condições operativas, conseqüentemente, diminuindo os riscos nas atividades e trazendo mais segurança nas manobras;
- Dinamização e controle das manutenções no sistema orientando e prestando informações gerenciais, no que concerne ao sistema elétrico da planta industrial.
- Controle das atividades desenvolvidas por terceiros dentro da planta industrial
- Responsabilização por solicitação de material junto ao almoxarifado
- Arquivo de toda a documentação gerada pela atividade (Autorização de Serviços Especiais, Ordem de Serviço, Ordem de manobra realizada, ...)

O porte do Centro de Operação será definido em função dos objetivos de cada empresa, podendo agregar outras funções tais como vigilância, por exemplo.

A ENGENHARIA OPERACIONAL

O Módulo mínimo necessário à gestão do centro de Operações será:

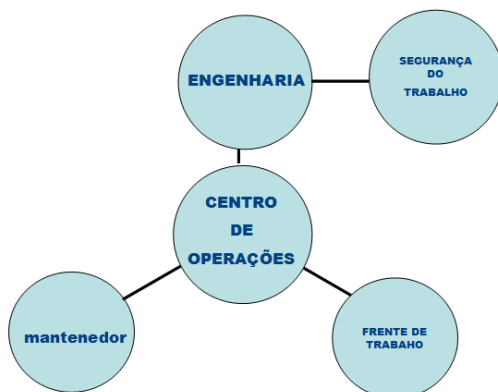


Fig – 1 Estrutura Funcional

A engenharia Operacional é o órgão responsável pela organização da Engenharia de Construção ou Manutenção nos seus aspectos de controle fluxo de informações, criação de banco de dados, emissão de relatórios finais, etc e principalmente a assunção das responsabilidades técnicas pelo desenvolvimento das atividades.

Planejamento da manutenção - Caberá ao setor da engenharia operacional a elaboração dos programas de manutenção, preventiva e preditiva repassando ao operador as prioridades no desenvolvimento

Elaboração de procedimentos de trabalho -

Elaboração dos procedimentos de trabalho através de Análise Preliminar de Riscos conforme determinação da NR 10 juntamente com a segurança do trabalho

Estruturação de banco de dados para suporte de manutenção assistida.

Atualização de diagramas unifilares.

O levantamento dos diagramas unifilares das instalações elétricas, hidráulicas e pneumáticas, serão levantados paulatinamente junto com a programação dos serviços de manutenção, podendo contar com um cronograma para o término dos levantamentos.

Gestão de energia elétrica (consumo e qualidade).- Periodicamente deve ser feita uma análise da qualidade de energia no atendimento às unidades agindo preventivamente na queima de equipamentos.

Eficiência Energética Desenvolver atividades permanentes e campanhas que resultem em redução de consumo energético .

Emissão de relatórios gerenciais.

Com o gerenciamento de todos os passos de todos acontecimentos sobre cada manutenção gerará inúmeras

possibilidades de relatórios confiáveis, tais como:

- Homem x hora gasto na manutenção corretiva,
- Homem x hora manutenção preventiva,
- Tempo de trabalho efetivo de todos os colaboradores, com o número de atendimentos e o tempo de cada.
- Tempo de atendimento às solicitações de manutenção;
- Melhor prestadora de manutenção por tipo de equipamento, no caso de terceirizados
- Gastos com manutenção, por tipo e por unidade de ativo;
- Qualidade de energia,
- Etc;

A Segurança do Trabalho

Observa-se que em muitas empresas, os membros da segurança no trabalho, estão muito ligados à área de Recursos Humanos, o que de certa maneira, os distanciam da área operacional que efetivamente conhece como realizar um trabalho, ou seja, um técnico de segurança, efetivamente, não sabe como trabalha um eletricitista, a menos que tenha feito um curso de eletricidade e os outros saberes; portanto, quanto mais próximo ele estiver da área operacional, mais ele poderá contribuir com a sua visão de segurança e aprender como se realiza cada trabalho, evitando

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

especificação de equipamentos ou ferramentas incorretas para cada caso.

Estando a segurança, junto à área operacional, seus profissionais poderão contribuir com a elaboração dos procedimentos de trabalho e validação dos mesmos, acompanhando o desempenho dos profissionais em tempo real, podem esclarecê-los com relação aos riscos a que estão expostos. Sendo o Centro de Operações um órgão dinâmico pela diversidade de atividades no decorrer do dia e as diferenças no dia-a-dia, todas estas observações normativas de segurança estarão atendidas, pois além da documentação previamente escrita, as atividades estarão acompanhadas pelo operador que fará instruções técnicas bem como a segurança reforçará sobre os processos de segurança a serem desenvolvidos quando da realização e tarefas.

Deverão ser elaborados protocolos obrigatórios na emissão da Ordem de Serviço, transmitindo os procedimentos envolvidos a cada situação, tais como: eletricidade, altura, pressão e outros riscos inerentes.

Desta forma com a existência do Centro de Operações dentro da empresa torna-se fácil cumprir as exigências da norma.

Não se trata aqui de criar um modelo de gestão operacional, porém, aplicar técnicas e conhecimentos sabiamente testados e em pleno uso pelo Sistema Elétrico de Potência e demonstrar que sua aplicação no modelo industrial, construção civil e gestão de condomínios, responde às determinações da NR 10 e contribui para a melhoria da gestão administrativa e de segurança do trabalho.

A forma de comunicação entre o operador e o mantenedor poderá ser feita por rádio VHF, meios eletrônicos, ou aplicativo próprio, com canal exclusivo entre o operador e o mantenedor, cada ordem de serviço transmitida via rádio deverá estar anotada em documento a parte e gravada.

Deverá haver delegação de responsabilidade para que o operador possa trabalhar com certa liberdade de determinação de tarefas.

O melhor desempenho para função do operador será de funcionários já conhecedores do sistema elétrico da planta e que irão colaborar no desenvolvimento da manutenção assistida.

No desempenho de suas funções terá de coletar as solicitações de serviço, devendo neste instante anotar todas as informações importantes para o gerenciamento das ações e planejamento futuro, tais como:

- Quem solicitou os serviços;
- Data e hora da solicitação;
- Falhas apresentadas no desempenho do equipamento;
- Urgência dos serviços sob a ótica do solicitante;
- Outras informações pertinentes;

Poderá ser emitido um número de protocolo para cada solicitação de serviço.

A Informação recebida permitirá uma avaliação do serviço que foi solicitado, tais como :

- Recursos humanos;
- Ferramental necessário;
- Estoque de sobressalentes;
- Aspectos inerentes à segurança no trabalho;
- Nível de responsabilidade;
- Repasse de informação a superiores

Após estas análises do operador, poderá ser tomada a decisão da emissão da ordem de serviço em conformidade com a NR 10, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados, atendendo também aos requisitos da NR1.

O Centro de Operações facilitará ao repasse de informações a superiores, pois, pelo fato de estar no comando das diretrizes, concentrará as informações sobre o dano ocorrido, força de trabalho aplicada, previsão de restabelecimento e partes afetadas.

O OPERADOR

Pela imposição da norma NR 10 o operador deverá obrigatoriamente ser no, mínimo, um eletricista. Outros conhecimentos de construção civil, mecânica, segurança no trabalho serão bem vindos. A agregação de novas atribuições ficará a cargo da empresa, sua dimensão e objetivos, podendo ser agregados entre outras atribuições a de vigilância, segurança patrimonial, fiscalização de serviços terceirizados, etc.

No caso de estruturas maiores a sugestão é de que seja eletrotécnico, para que haja responsabilidade técnica no exercício da função.

O BANCO DE DADOS.

Deverá ser estruturado um banco de dados que deverá conter todas as informações possíveis sobre cada ponto onde se necessite de manutenção tais como:

- Fotos de quadros de distribuição (nítidas, completas e atualizadas);
- Fotos e filme de equipamentos (motores, compressores, linhas de produção, etc)
- Fotos e filmes dos sistemas de iluminação,
- Fotos e filmes da subestação de energia;
- Todos os procedimentos de trabalho descritos e filmados;
- Todos os diagramas unifilares atualizados;

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

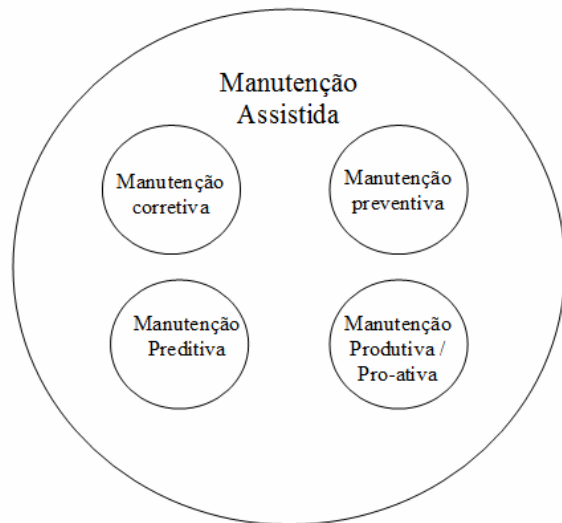
- Diagramas pneumáticos e hidráulicos atualizados;
- Todos os manuais dos equipamentos;
- Parâmetros de aferição e ajustes de sensores;
- Parametrização de dispositivos de partida de motores;
- Corrente de regulação de reles térmicos para cada motor
- Parâmetros de qualidade de energia elétrica na planta industrial;
- Todos os desenhos e plantas baixa de todas as edificações;
- Manuais de equipamentos e catálogos técnicos;
- Na parte estrutural serão identificados todos os locais considerados merecedores de observação no tocante à segurança, bem como a sua identificação correta tais como:
 - Ambientes confinados, escadas, torres de sinalização , calçadas irregulares, pisos escorregadios e todos os lugares que se fizer necessário a sinalização de segurança.

- Equipamentos - Serão cadastrados os seus fabricantes, modelo, numero de identificação, aplicação, e sua origem (de fabrica ou montado na Unidade), todos devidamente fotografados e filmados.

A MANUTENÇÃO ASSISTIDA

Recebida a solicitação de intervenção para manutenção o operador emitirá e repassará a ordem de serviço por meio de comunicação em radio VHF ao mantenedor, que deverá ser gravada, e o orientará sobre o equipamento em intervenção, tais como:

- Ajustes de reles térmicos;
- Diagramas específicos de maquinas;
- Parametrização de inversores de frequência .
- Ferramental aplicável e seu uso correto;
- Identificação dos riscos existentes;
- Identificação nos diagramas unifilares e redes hidro -pneumáticas
- Ajustes de sensores.
- Etc.



Nesta assistência do operador ao mantenedor podemos considerar que qualquer tipo de manutenção seja

corretiva, preventiva, preditiva ou pro ativa terá, sempre, o seu melhor desempenho, reduzindo drasticamente o tempo de intervenção

Com este tipo de estrutura teremos solucionado vários problemas operacionais que acontece em algumas empresas, tais como:

- troca de turno com serviço em andamento;
- funcionários novos, temporários ou transferidos;
- Disseminação do conhecimento para todos os funcionários evitando que somente um profissional tenha conhecimento do equipamento.
- Identificação de sabotagem por parte de operadores,
- Registros das pendências observadas para posterior intervenção (registro das gambiarras) ;
- Registro do material gasto;
- Apoio à retirada de materiais no almoxarifado e ferramentaria;
- Convocação de apoio de outros colaboradores para execução da tarefa;
- Aplicação correta de insumos;
- Instrução para operação e manutenção de novos equipamentos;

O apoio dado pelo operador ao mantenedor será tanto melhor quanto maiores forem os recursos disponíveis no banco de dados que o mesmo disponha, isto torna a atualização do banco de dados um objetivo do Centro de Operações que dentro de sua programação ou eventual folga de serviço busque atualizar o diagrama unifilar, sinalizar quadros de energia e comando enfim, prover a organização e melhorias na segurança das instalações.

Nesta manutenção assistida poderemos confirmar todos os passos do procedimento de trabalho, previamente descrito, para a tarefa . Estes dados

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

também poderão ser confirmados nas gravações das conversas servindo de fonte para auditorias de segurança e certificações.

ESTRUTURA DEFINIDA

Tendo uma estrutura definida o Centro de Operações torna-se mais receptivo a novos funcionários sejam eles o engenheiro ou os mantenedores.

No caso da engenharia, os novos engenheiros se sentirão mais seguros e restringidos na condução das suas atividades, considerando que não irão despachar ordens de serviço sem o mínimo de orientação, a anotação dos dados e seus registros, que independe do engenheiro, fará com que os profissionais sejam mais responsáveis pelos seus atos, e este é um motivo relevante para que, seja pelo profissional ou pela empresa, faça-se o registro da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) para cargo e função anualmente.

A alternância de gerências de manutenção / construção, com rodízio de profissionais de uma mesma empresa, será facilitada, pois todos trabalharam na mesma base de organização com resultados bem aferidos, podendo-se avaliar a performance do profissional em melhorar ou piorar os índices.

No caso dos mantenedores a importância do Centro de Operações no suporte aos mantenedores é fundamental, principalmente aos recém formados e contratados.

Há de se considerar alguns itens de grande importância:

- a velocidade da evolução tecnológica que impõe uma atualização constante pelos mantenedores;
- a grande variedade de tecnologias e marcas;
- baixa formação técnica, respeitadas exceções;
- alta rotatividade de profissionais;
- falta de supervisão de segurança em todos os turnos da empresa;
- Incremento das responsabilidades na entrega de produtos previamente contratados pela empresa

Considerando somente estes itens a supervisão e assistência da manutenção através do Centro de Operações se fazem necessário e certamente reduzirá o tempo de intervenção, aumentando a produtividade da empresa;

NOVOS INDICADORES.

Alem da precisão nos tempos de execução do homem hora planejado x homem hora realizado em cada tarefa, novos indicadores que antes não tinham como ser determinado agora poderão ser objeto de gestão, tais como:

Tempos operacionais;

Tempo de espera: TE - é o tempo decorrido entre o recebimento da solicitação de serviços e o repasse ao mantenedor.

Este tempo pode refletir a quantidade de serviços que estejam acumuladas em um determinado instante, a indisponibilidade de um profissional ou processo de convocação para serviços extras.

Tempo de deslocamento ou preparação- TD - é o tempo despendido para que o mantenedor possa se deslocar ou realizar a preparação de ferramental, material, EPI's, etc.

Este tempo pode refletir o quanto a empresa esta preparada para enfrentar o inesperado, tais como: disponibilidade de peças no almoxarifado, ferramentas especiais, locais de difícil acesso, etc.

Tempo de reparo: - TR - é o tempo efetivamente gasto para na intervenção de manutenção. Este tempo pode indicar a necessidade de treinamentos e reciclagem dos profissionais.

Tempo de atendimento: - TA - é o tempo total gasto no atendimento da solicitação da intervenção

$$TA = TE + TD + TR$$

CONCLUSÃO .

RESULTADOS CONCRETOS.

- Gerenciamento de 100% de todas as intervenções elétricas e de instrumentação com informações corretas do mantenedor que realizou a intervenção, tempos de preparação e reparo, material aplicado, ferramental utilizado e conseqüentemente o histórico de desempenho do equipamento
- Gerenciamento de toda a mão de obra destinada aos trabalhos de manutenção elétrica /instrumentação , avaliando a ocupação de cada profissional bem como o desempenho das atividades nos vários turnos, pois haverá rigoroso controle dos tempos das tarefas e do seu executor.
 - Informações precisas para o setor de planejamento que disponibilizará de informações atualizadas e mais completas sobre os serviços, podendo aumentar a eficácia de suas ações
- Nivelamento "por cima" do conhecimento, das praticas, das habilidades e das responsabilidades de trabalho da equipe, transmitindo segurança nas ações a serem desenvolvidas pelo mantenedor
- Motivação profissional
- Otimização de recursos de mão de obra.

GESTÃO PLENA DE ATIVOS INTEGRADA COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

- Otimização da segurança no trabalho
- Identificação correta dos gastos,
- Informações correntes no ato da sua execução. (gestão on-line).
- Possui uma estrutura resiliente e que permite evolução com o tempo, na medida que se conhece melhor a estrutura da empresa;
- Cria novos negócios, permitindo uma terceirização eficiente da manutenção por segmento empresarial;

[4] *Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT.*

Nascido de uma imposição legal, para o eletricitista , o que já é pratica de 36 anos no Sistema Elétrico de Potencia , o Centro de Operações se mostra o mais eficiente modelo de gestão de ordens também para a industria , para a construção civil e gestão de condomínios.

Neste momento em que as informações se constituem fundamental para qualquer que seja a tomada de decisão da empresa ou do gestor, não saber, ou saber reduzido, sobre um aspecto tão importante como as vidas humanas é no mínimo uma imprudência.

O Centro de Operações, resolve a situação de ordenamento , para todos os engenheiros em todos os segmentos, pois mesmo sendo o gestor, um engenheiro mecânico, civil ou outro profissional, sua ordem será executada e estará revestida da legalidade de segurança.

Os custos envolvidos são irrelevantes , pois se trata de uma simples reorganização de pessoal e do fluxo de informações no ordenamento dos serviços.

A simplicidade desta reorganização, também é fácil de se compreender, mas há de se quebrar o paradigma que agora o eletricitista não recebe ordens de mais ninguém alem do operador no Centro de Operações.

A inclusão da Segurança do trabalho, no apoio ao operador, elevará o nível da segurança no local de trabalho, agindo preventivamente no mesmo instante que a intervenção, e sendo as conversas entre o operador e o mantenedor gravadas, estas poderão ser objeto de acompanhamento posterior. Com o Centro de Operações a formação de equipes e o estabelecimento de metas ficam mais transparentes sendo então mais receptivas pelos mantenedores na busca de um trabalho eficiente e seguro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] *Manutenção e Operação de Sistemas de Distribuição* – Vol. 04 Coleção Distribuição de Energia Elétrica - Editora Campus/Eletróbrás – 1982.

[2] *NR 01 - Disposições Gerais* – Ministério do Trabalho e Emprego -

[3] *NR 10 Segurança em em Instalações e Serviços em Eletricidade* –Ministério do Trabalho e Emprego



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

Análise da influência da componente simétrica da corrente de arco elétrico na determinação do valor do ATPV em equipamentos de proteção

M. Bottaro IEE-USP marcio@iee.usp.br	L. E. Caires IEE-USP luis@iee.usp.br	P. F. Obase IEE-USP pfobase@iee.usp.br	I. B. Raposo IEE-USP ivan@iee.usp.br	T. O. Carvalho IEE-USP thais@iee.usp.br	H. E. Sueta IEE-USP sueta@iee.usp.br	H. Tatizawa IEE-USP hedio@iee.usp.br
---	---	---	---	--	---	---

RESUMO

Um estudo foi realizado para avaliar a relevância da Assimetria de Corrente em ensaios com arcos elétricos para determinação de parâmetros de resistência aos efeitos térmicos em tecidos e vestimentas, bem como protetores faciais, luvas e outros materiais ignífugos. Um valor de assimetria 2,3 na corrente durante os ensaios é mencionado em normas Norte-americanas (e.g. ASTM 1959) e também referenciado na norma internacional IEC 61482-1-1:2009, item 6.9, onde uma razão X/R deve ser adequadamente ajustada para estes propósitos com uma recomendação de tensão em vazio de 2 kV. A razão para a assimetria estabelecida nas normas da série ASTM e na IEC não é justificada nas mesmas, mas supõem-se uma correlação com o rigor do ensaio, impondo-se condições de pior caso para determinação dos parâmetros de resistência ao arco elétrico. No presente estudo foram investigados, simulados e avaliados com ensaios práticos em laboratório, parâmetros elétricos e térmicos relacionados aos Ensaios de Arco Elétrico, concluindo-se que as correntes simétrica e assimétrica levarão aos mesmos resultados na determinação de parâmetros de resistência ao arco elétrico.

1.0 – INTRODUÇÃO

1.1 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO ARCO ELÉTRICO EM MATERIAIS IGNÍFUGOS

Perigos relacionados a Arcos Elétricos são um dos tópicos abordados pela NFPA 70E [1, 2] que tem sido utilizada como referência para diversos programas de engenharia de segurança e processos regulatórios em todo o mundo. Normas norte-americanas e internacionais [3-6] são atualmente a maior fonte de referência para ensaios em Equipamentos de Proteção Individual para Arcos Elétricos, estabelecendo arranjos, procedimentos de medição e cálculos utilizados por

laboratórios na determinação de parâmetros de resistência ao arco elétrico. Estes arranjos incluem circuitos com capacidade de produção de correntes de arcos elétricos de 8 kA RMS e sistemas de calorimetria que utilizam termopares acoplados a módulos de aquisição de sinais para que se possam determinar energias incidentes e transmitidas nos corpos de prova sob ensaio. Os dados provenientes dos registros calorimétricos são utilizados para avaliação da probabilidade de queimaduras de segundo grau [7,8] o que confere posteriormente a classificação da resistência ao arco elétrico das amostras ensaiadas.

O parâmetro mais utilizado na determinação da resistência ao Arco Elétrico é o *Arc Thermal Performance Value* (ATPV), que representa a energia incidente em um material sob ensaio que resulta em uma probabilidade de 50% de ocorrência de queimaduras de segundo grau, baseado no método comparativo por meio da curva de Stoll [3-8]. De forma complementar o *Heat Attenuation Factor* (HAF) também é reportado nos relatórios de ensaios.

1.2 – A ASSIMETRIA EM ENSAIOS DE ALTAS CORRENTES

A energia elétrica pode ser convertida em energia térmica por diversos fenômenos físicos *i.e.* correntes elétricas circulando através de uma carga resistiva ou através de arcos em circuitos elétricos. Este efeito tem dependência direta com o tempo e normalmente tem relação direta com parâmetros elétricos, como a corrente do circuito no caso dos arcos elétricos.

Correntes assimétricas são amplamente utilizadas onde há necessidade de avaliação de efeitos dinâmicos e eletromagnéticos em equipamentos elétricos, *i.e.* desligadores de sobrecorrente (disjuntores). Correntes simétricas normalmente estão relacionadas a efeitos térmicos, onde deseja-se manter a linearidade da energia térmica (calor) com o tempo de exposição.

Apesar da corrente RMS e tempo serem os parâmetros mais relevantes a serem considerados

nos efeitos térmicos provenientes de arcos elétricos, é sugerido por algumas normas internacionais, o estabelecimento de uma assimetria empírica para realização dos ensaios. A figura 1 mostra uma forma de onda de corrente típica de ensaios de caracterização de tecidos com arco elétrico.

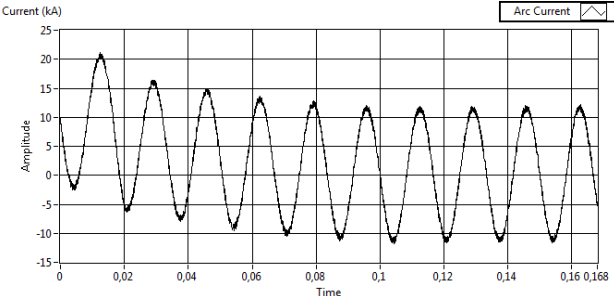


Fig. 1: Exemplo de forma de corrente assimétrica utilizada em ensaios com arco elétrico

A assimetria depende basicamente do instante de fechamento do circuito elétrico (ângulo de fechamento). A equação que expressa este comportamento para correntes transitórias e de regime é [9]:

$$i(t) = I_m \sin(2\pi ft + \alpha - \tan^{-1} \frac{2\pi fL}{R}) - I_m e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\alpha - \tan^{-1} \frac{2\pi fL}{R})$$

onde *I_m* é o valor de pico de corrente em regime definido por:

$$I_m = \frac{Em}{\sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}}$$

onde:

- Em* é o valor de pico de Tensão, em Volts;
 - f* é a frequência da fonte, em Hz;
 - R* é a resistência elétrica do circuito, em Ω;
 - L* é a indutância (em H) e *2πfL* é a reatância indutiva *X_L* (em Ω).
- A taxa entre o valor de crista da corrente (*I_c*) no intervalo de transição e a corrente RMS (*I*) é o fator *K_A*. Esta relação é apresentada na ANSI/IEEE C37.09-1979 [10].

Tabela 1 - ANSI/IEEE C37.09-1979

% Ass.	<i>I_c</i>	<i>I</i>	<i>K_A = I_c/I</i>
100	2,83	1,732	1,63
90	2,69	1,62	1,66
80	2,55	1,51	1,69
70	2,40	1,41	1,71
60	2,26	1,31	1,73
50	2,12	1,23	1,73
40	1,98	1,15	1,72
30	1,84	1,09	1,69
20	1,70	1,04	1,63
10	1,56	1,01	1,54
0	1,41	1,00	1,41

1.3 – PARÂMETROS NORMATIVOS

Nos estudos da IEEE 1584, Seção 9, um sumário de importantes conclusões é apresentado, algumas delas são destacadas aqui:

- O tempo de arco tem efeito linear com a energia incidente (válido para sinais totalmente simétricos);
- A razão *X/R*, frequência, material dos eletrodos, dentre outras variáveis consideradas na norma, mostraram pouca ou nenhuma influência na corrente do arco e na energia incidente;
- A corrente do arco depende primariamente da corrente de curto disponível no circuito;
- A energia incidente depende primariamente da corrente de arco calculada no circuito.

Como conclusão fundamental considerada pela IEEE 1584, para todos os modelos de cálculos abordados, a Energia Incidente é proporcional ao tempo de duração do arco, considerando todos os demais parâmetros fixos. Para fixar o parâmetro corrente do arco, correntes RMS totalmente simétricas são consideradas nesta norma, já que não faz sentido o uso de correntes assimétricas para avaliação de efeitos térmicos. Na prática, como a IEEE 1584 possui foco em acidentes com arcos elétricos, a maior probabilidade de ocorrência dos mesmos seria em eventos disruptivos, ou seja, no instante de pico de tensão do sistema elétrico, ou muito próximo a este, o que resulta em correntes simétricas de arco elétrico.

Um resumo dos requisitos das normas internacionais é apresentado na tabela 2, que mostra algumas discrepâncias e divergências.

Tabela 2 – Requisitos normativos relativos à simetria da corrente de ensaio

Standard	Calibração	Ensaio
ASTM F2178 - 2008 ou 2012	8000 ±500A simétrico	8000 ±1000A sem requisito
ASTM F1958 - 2012	8000 A simétrico	8000 ±1000A sem requisito
ASTM F1959 M - 2006 ou 2014	8000 A assimétrico	8000 ±1000A sem requisito
ASTM F2621- 2006 ou 2012	8000 ±500A simétrico	8000 ±500A simétrico
IEC 61482-1-1 method A	8000 ±1000A Sem requisito	8000 ±1000A assimétrico
IEC 61482-1-1 method B	8000 ±1000A sem requisito	8000 ±1000A assimétrico
ASTM F887 - 2016	8000 A*	8000 ±1000A sem requisito
ASTM F2675/ F2675M 2013	8000 A assimétrico	8000 ±1000A Sem requisito

*No caso da ASTM F887 os ensaios são submetidos às normas ASTM F1958 ou ASTM F1959, sendo a calibração feita em simetria ou assimetria, respectivamente.

1.4 – FATOR DE ASSIMETRIA

Um ponto importante a ser destacado é que a assimetria, quando requisitada, deve ter um valor 2,3, sem qualquer referência ou explicação para esta exigência. Em contraste com a ANSI/IEEE C37.09-1979, este fator não é obtido com base no valor RMS do sinal integral de corrente, mas somente da porção em regime estável do mesmo. Em uma aproximação com a tabela 1 obter-se-ia uma assimetria de 60%.

1.5 – TENSÃO DO ARCO E REIGNIÇÃO

A extinção do arco elétrico possui dependência com a temperatura do meio dentro do arco (Arc Gap). Se a corrente do arco é suficiente para ionizar o meio em um ciclo (corrente alternada), com temperaturas de plasma suficientemente elevadas, o arco será sustentado por sua própria energia dissipada, calculada de acordo com a lei de Joule, pois quando a corrente do arco passa por zero, o meio não possui condutividade nula devido a esta energia térmica e a presença de elétrons livres neste volume que levam tempo para se dissipar.

A tensão do arco é influenciada principalmente pela corrente e distância entre eletrodos. O meio pode influenciar o arco elétrico devido ao resfriamento promovido pelo ambiente externo, especialmente na passagem por zero do arco elétrico em corrente alternada. Esta é a vantagem de laboratórios totalmente confinados [12].

Todo arco elétrico possui três regiões principais: Catodo, Anodo e Coluna. Para arcos com distâncias longas entre eletrodos, a tensão é majoritariamente relacionada com a Coluna e tem uma relação praticamente linear na faixa de corrente de 7 kA a 80 kA. As tensões no Catodo e Anodo são praticamente independentes dos materiais na faixa de 100 A a 20 kA.

Não se pode confundir a ignição do arco com sua sustentação. Se um potencial elétrico em vazio é suficiente para promover a ignição, valores inferiores, próximos a tensão da Coluna, podem sustentar o arco e valores muito menores podem reignitar o arco [13].

2.0 – MODELAGENS E SIMULAÇÕES

Já se tem conhecimento que somente parte da energia elétrica utilizada para produzir o arco elétrico é convertida em calor [14], e com base nessa premissa vários métodos empíricos e modelos de simulação estão disponíveis em normas e outras ferramentas computacionais [11, 15]. Tais perdas provavelmente irão anular qualquer efeito de poucos ciclos iniciais de assimetria no resultado em calor.

2.1 – SIMULAÇÃO SEM O ARCO ELÉTRICO

O primeiro estudo do circuito gerador neste trabalho foi baseado nos seguintes parâmetros:

- Circuito linear sem arco elétrico;
- Fonte de tensão de 2 kV (RMS em vazio);
- Corrente de 8 kA (RMS);
- Frequência da fonte de 60 Hz;
- Fator de potência 0,05 (X/R = 20);
- Fator de assimetria 2,6 e zero (simétrico).

Cálculos e Simulações com circuitos modelados em PSpice levam em conta a simetria e assimetria, para avaliação de diferenças de comportamento. As simulações e cálculos foram feitas na faixa de tempo de 0,1 a 2 segundos. As energias obtidas para as condições de simetria e assimetria são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Simulação de assimetria (2,6) e simetria total dos circuitos de corrente sem a inclusão do arco elétrico, na faixa de tempo de 0,1 a 2 segundos.

Tempo [s]	Simétrico [kJ]	Assimetria [kJ] Fator 2,6	Diferença relativa [%]
0,1	80	123	53,75
0,167	140	185	32,14
0,5	399	445	11,53
0,8	639	685	7,20
1,0	799	844	5,63
1,1	879	924	5,12
1,2	959	1004	4,69
1,3	1039	1084	4,33
1,4	1119	1164	4,02
1,5	1199	1244	3,75
1,6	1278	1324	3,60
1,7	1358	1404	3,39
1,8	1438	1484	3,20
1,9	1518	1564	3,03
2,0	1598	1644	2,88

É possível observar que, em razão da presença de componente unidirecional típica dos sinais assimétricos, a energia nesta condição é ligeiramente maior, com diferença relativa de 3% em 2s e 6% em 1 segundo. Conforme o tempo é reduzido esta diferença sobe significativamente. A figura 2 mostra os sinais simulados com e sem assimetria e a componente unidirecional. A potência instantânea é apresentada na figura 3 para a assimetria com fator 2,6.

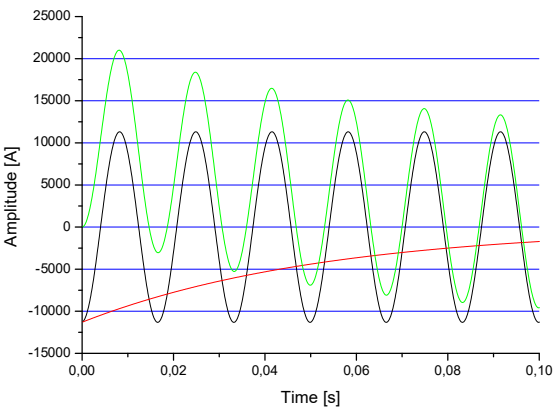


Fig. 2: Simulação de Corrente assimétrica fator 2,6 (verde) e simétrica (preto) com componente unidirecional (vermelho), sem a presença do arco elétrico.

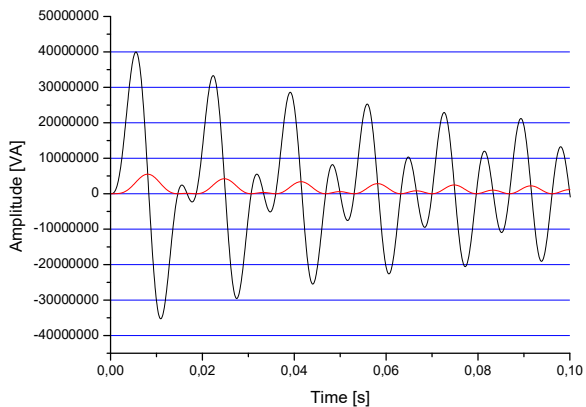


Fig. 3: Potência instantânea obtida na Simulação de Corrente assimétrica fator 2,6 do lado da fonte (preto) e da carga (vermelho), sem a presença do arco elétrico.

2.2 – SIMULAÇÃO COM O ARCO ELÉTRICO

No próximo caso simulado, a resistência relativa ao arco elétrico foi incluída, com valores estimados pelas aproximações pela Coluna do Arco [13, 16, 17]. Os seguintes parâmetros foram considerados:

- Circuito linear;
- Fonte de tensão de 2 kV (RMS em vazio);
- Corrente de 8 kA (RMS);
- Frequência da fonte de 60 Hz;
- Fator de potência 0,15 (X/R = 6,6);
- Fator de assimetria 2,3 e zero (simétrico).

Os resultados da energia elétrica com a introdução da resistência do arco elétrico também foram avaliados na faixa de 0,1 a 2 segundos, destacando-se o tempo de 0,167 s (10 ciclos em 60 Hz), tempo de arco de calibração normalmente utilizado em ensaios. A tabela 4 apresenta os resultados simulados sem considerar perdas térmicas.

Table 4 –Simulação de assimetria (2,3) e simetria total dos circuitos de corrente com a inclusão do arco elétrico na faixa de 0,1 a 2 segundos.

Tempo [s]	Simétrico [kJ]	Assimetria [kJ] Fator 2.6	Diferença relativa [%]
0,1	352	424	20,45
0,167	599	688	14,86
0,5	1760	1832	4,09
0,8	2817	2889	2,56
1,0	3521	3593	2,04
1,1	3873	3945	1,86
1,2	4225	4297	1,70
1,3	4577	4649	1,57
1,4	4929	5001	1,46
1,5	5281	5353	1,36
1,6	5634	5706	1,28
1,7	5986	6058	1,20

1,8	6338	6410	1,14
1,9	6690	6762	1,08
2,0	7042	7117	1,07

Os resultados mostram que as diferenças relativas apresentam significância em tempos inferiores a 0,5 segundos. É importante ressaltar que nenhuma consideração sobre perdas por efeitos térmicos foi avaliada nesta simulação. Por razões práticas, tais efeitos foram investigados em arranjos de ensaios laboratoriais de acordo com as normas de referência para ensaios com arcos elétricos.

3.0 – ENSAIOS EM LABORATÓRIO

Para o estudo do comportamento do arco elétrico bem como seus componentes resistivos e indutivos, os ensaios laboratoriais foram efetuados com Tecidos e Protetores Faciais como corpos de prova. Os ensaios foram efetuados com correntes de arco elétrico tendo fatores de assimetria entre 2,3 e 2,45 e também completamente simétricas. A corrente nominal de ensaio foi de 8 kA (RMS) e a distância entre eletrodos mantida em 30,5 cm anteriormente a cada evento de arco elétrico.

3.1 – CALORIMETRIA

A medição de calor foi efetuada de acordo com os métodos estabelecidos nas normas Norte-americanas e Internacionais, adotando-se o arranjo de painéis, onde 4 calorímetros estão disponíveis a cada 3 das posições de ensaio, separadas simetricamente em 120° num arranjo contido em uma gaiola para uniformizar a dispersão da corrente de ensaio. A figura 4 mostra o arranjo em gaiola do Laboratório de Ensaios de Vestimentas (LEVe) do IEE-USP.

Os primeiros testes comparativos foram efetuados com calorimetrias em 30 arcos elétricos em diferentes tempos de duração, resultando em 90 amostras representativas do calor médio de cada posição de ensaio, para correntes simétricas e assimétricas. Os valores médios podem ser observados na figura 5, com detalhes na região de baixa energia, onde supostamente haveriam maiores diferenças de acordo com as simulações elétricas.

Foi calculada a diferença relativa entre os dados calorimétricos com correntes simétricas e assimétricas dos arcos elétricos. Os dados são apresentados na figura 6.



Fig. 4: Arranjo de gaiola de ensaio com painéis separados simetricamente em 120° do LEVe (IEE-USP).

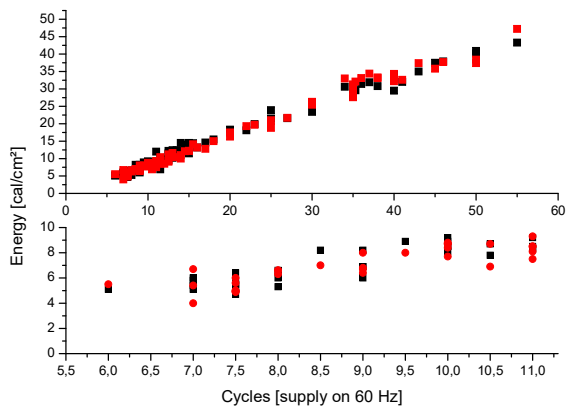


Fig. 5: Resultado da calorimetria para correntes de arco simétricas (vermelho) e assimétricas (preto) em 30 arcos elétricos de 8 kA. O gráfico superior mostra o conjunto de todos os resultados. O gráfico inferior mostra os detalhes dos pontos até 10 cal/cm².

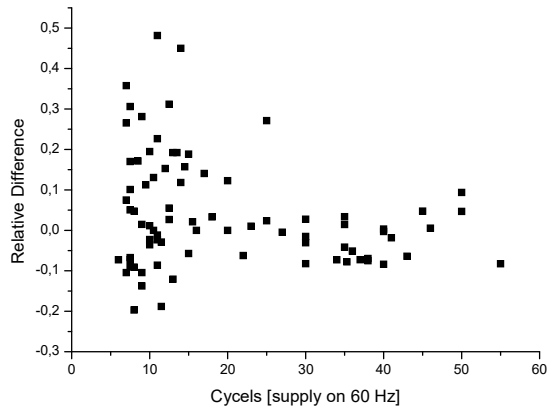


Fig. 6: Diferenças relativas da calorimetria entre correntes de arcos simétricas e assimétricas em 30 arcos elétricos de 8 kA. Algumas diferenças equivalentes de mesmo módulo em valores muito próximos são vistas como barras mais espessas.

Pode-se observar que a diferença relativa apresenta valores inferiores a 1 (um), o que mostra uma boa concordância entre os dados. Na região de energias mais baixas as diferenças são mais positivas, o que sugere energias maiores em corrente simétrica. Apesar da corrente assimétrica possuir um pico positivo maior no primeiro ciclo em função da componente unidirecional, o segundo ciclo apresenta pouca ou quase nenhuma contribuição em energia, o que pode significar maiores perdas térmicas no processo.

A razão para não haverem diferenças significativas entre os métodos nos ensaios práticos está provavelmente relacionada às elevadas perdas térmicas já que a transferência predominante de calor é por irradiação no ar [14].

4.0 – RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA AO ARCO ELÉTRICO

Os resultados relativos a potência elétrica apresentados nas simulações da seção anterior mostram claramente diferenças percentuais sempre inferiores a 15% considerando condições reais de resistência e indutância do circuito de ensaio, quando analisados na faixas de tempo de calibração (0,167 s) e para durações de arco superiores. Os resultados laboratoriais de calorimetria, por outro lado, mostram que as diferenças tendem a ser nulas, o que não influenciaria o objetivo principal dos ensaios, a determinação das características de resistência ao arco elétrico dos materiais sob ensaio. Para avaliar as influências da assimetria de corrente no processo de ensaio, a determinação prática do ATPV e HAF foi realizada em 21 amostras incluindo tecidos de uma e mais camadas, e protetores faciais.

Para execução destas comparações os ensaios foram realizados no LEVe IEE-USP e também foram utilizados resultados de laboratórios

internacionais. Nestes casos os fabricantes dos corpos de prova cederam voluntariamente amostras ao laboratório brasileiro que previamente foram ensaiadas em outros locais, mantendo a rastreabilidade do lote para garantia da confiabilidade metrológica dos resultados. Nos laboratórios internacionais os ensaios foram sempre realizados em corrente assimétrica com tensão em vazio da fonte de alimentação de pelo menos 2 kV. No laboratório Brasileiro respeitou-se a condição de assimetria das normas internacionais e também foram realizados ensaios com simetria total da corrente de arco, sendo neste caso utilizada uma tensão em vazio da fonte de alimentação de 930 V.

Por questões de sigilo nenhum nome de fabricante ou dos laboratórios internacionais de onde foram obtidos relatórios de ensaios para avaliações comparativas são mencionados neste trabalho. Para avaliação dos dados os valores obtidos da Resistência ao Arco Elétrico e seus respectivos intervalos de confiança em 95% foram utilizados para se calcular os resíduos ponderados. Uma relação dos corpos de prova é apresentada na tabela 5 com a respectiva indicação do laboratório onde foi ensaiado e a condição de ensaio com corrente de arco em Assimetria (2,3) ou Simetria.

Tabela 5. Relaçãodos corpos de prova (CP): SL – Tecido uma camada; FS – Protetor Facial; ML – Tecido com mais de uma camada.

CP	Assimetria	Simetria
1 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
2 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
3 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
4 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
5 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
6 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
7 – FS	Internacional	LEVe IEE-USP
8 – SL	LEVe IEE-USP	LEVe IEE-USP
9 – FS	Internacional	LEVe IEE-USP
10 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
11 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
12 – FS	Internacional	LEVe IEE-USP
13 – FS	Internacional	LEVe IEE-USP
14 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
15 – SL	Internacional	LEVe IEE-USP
1 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP
2 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP
3 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP
4 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP
5 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP
6 – ML	Internacional	LEVe IEE-USP

Um exemplo de montagem do corpo de prova em painel de ensaio (tecido) é apresentado na figura 7, anteriormente a exposição ao arco elétrico, com calorímetros externos alinhados. A figura 8 apresenta um registro de amostra de tecido após a exposição ao arco elétrico.

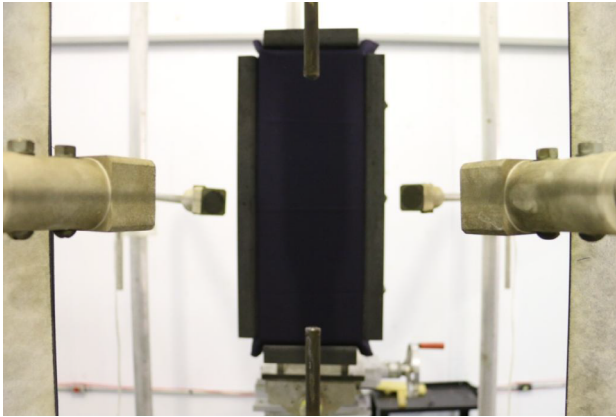


Fig. 7: Tecido em painel de ensaio para Arco Elétrico no laboratório brasileiro LEVe IEE-USP.

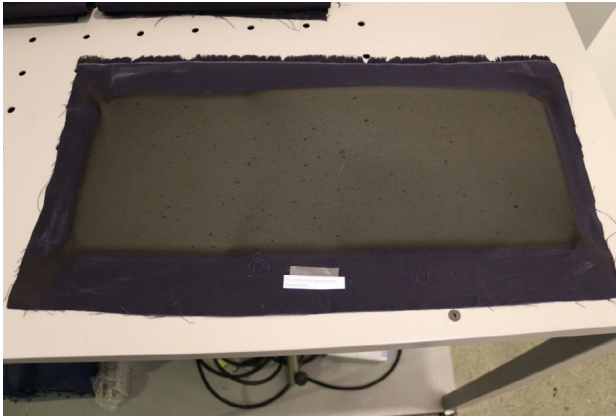


Fig. 8: Exemplo de Tecido após a exposição ao Arco Elétrico no laboratório brasileiro LEVe IEE-USP.

Inspeções visuais foram realizadas durante os ensaios e algumas rupturas (*break-open*) foram detectadas durante os ensaios e uma avaliação de EBT50 (avaliação equivalente ao ATPV que indica 50% de probabilidade de queimadura de segundo grau evidenciada por observações de ruptura do material) foi efetuada e comparada com resultado em laboratório internacional. Este resultado refere-se a amostra 10 de tecido com uma camada, onde o ATPV também pode ser determinado. Um exemplo de ruptura do tecido durante os ensaios é apresentado na figura 9. O resultado de EBT50 foi de 21,6 cal/cm² na condição de corrente assimétrica e de 21,9 cal/cm² em corrente simétrica com resíduo ponderado de -0,3, inferior a um desvio padrão da amostragem, o que mostra total compatibilidade entre os métodos.

Os resultados de determinação de ATPV e HAF para as amostras de ensaio são apresentados nas figuras 10 a 13.

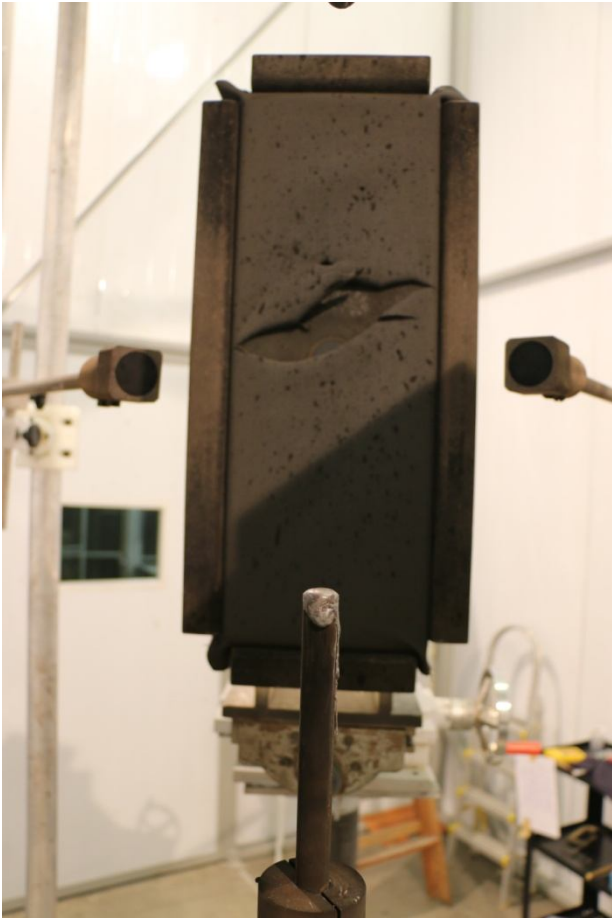


Fig. 9: Exemplo de ruptura de Tecido após a exposição ao Arco Elétrico no laboratório brasileiro LEVe IEE-USP.

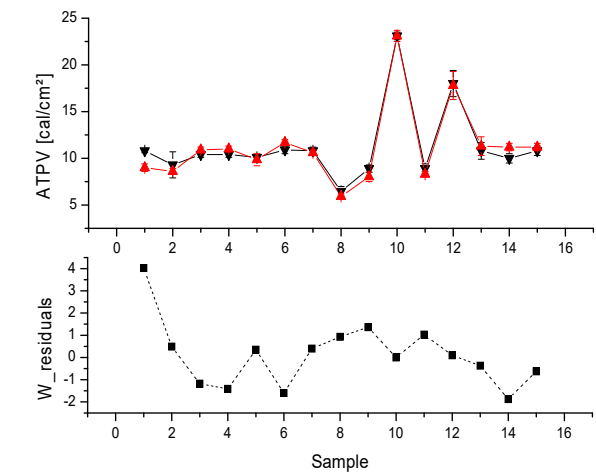


Fig. 10: ATPV com níveis de confiança de 95% (gráfico superior) com resultados para corrente assimétrica (preto) e simétrica (vermelho), e resíduo ponderado (gráfico inferior), para Tecidos de Uma Camada e Protetores Faciais, totalizando 15 amostras.

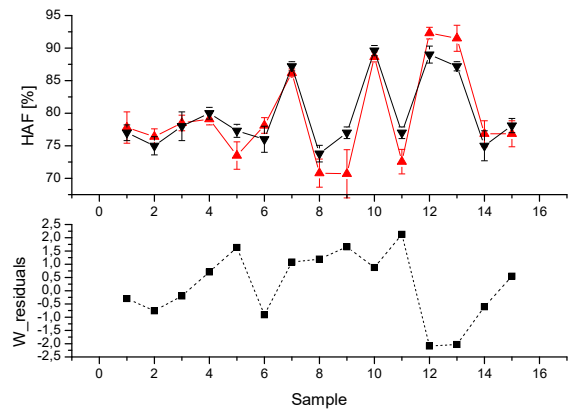


Fig. 11: HAF com níveis de confiança de 95% (gráfico superior) com resultados para corrente assimétrica (preto) e simétrica (vermelho), e resíduo ponderado (gráfico inferior), para Tecidos de Uma Camada e Protetores Faciais, totalizando 15 amostras.

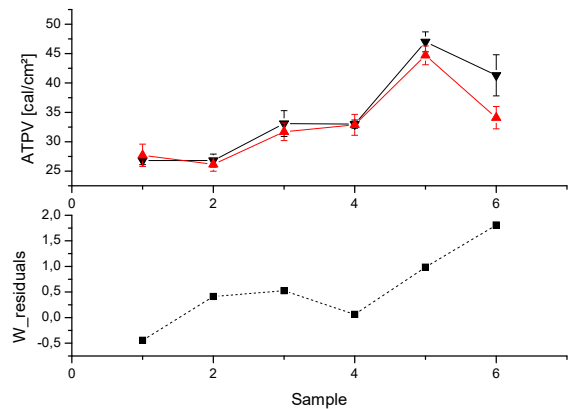


Fig. 12: ATPV com níveis de confiança de 95% (gráfico superior) com resultados para corrente assimétrica (preto) e simétrica (vermelho), e resíduo ponderado (gráfico inferior), para Tecidos de Múltiplas Camadas, totalizando 6 amostras.

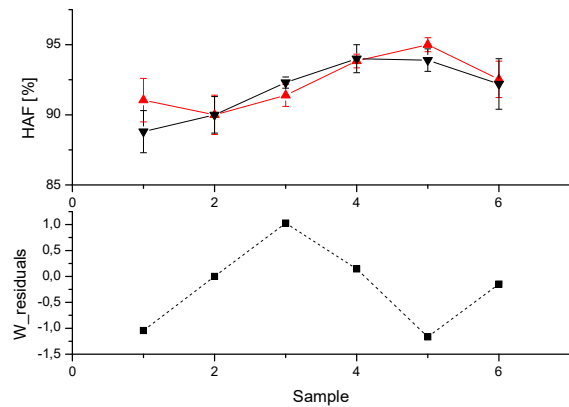


Fig. 13: HAF com níveis de confiança de 95% (gráfico superior) com resultados para corrente assimétrica (preto) e simétrica (vermelho), e resíduo ponderado (gráfico inferior), para Tecidos de Múltiplas Camadas, totalizando 6 amostras.

Considerando os níveis de confiança em 95% (aproximadamente dois desvios padrão em distribuição Normal), o único resultado acima desta margem foi a amostra 1 (Tecido uma camada), no entanto, o resultado mostra um valor de resistência ao arco elétrico mais conservador na configuração de corrente de ensaio simétrica, mas isso pode ser considerado um desvio aceitável dentro do universo de 21 amostras. Todos os demais valores de ATPV e HAF apresentam-se dentro de dois desvios padrão, mostrando uma excelente concordância entre os métodos.

5.0 – DISCUSSÕES

Quanto maior o valor do fator de potência, menor é a dispersão entre a energia elétrica obtida com correntes simétricas e assimétricas. Em termos de energia elétrica qualquer diferença entre o método simétrico e assimétrico poderia em princípio ser corrigida por ajustes no tempo de aplicação de corrente. Esta compensação seria necessária principalmente em tempos mais baixos, no entanto, as perdas térmicas evidenciadas neste trabalho mostram não ser necessários tais ajustes.

O arco elétrico representa uma alta carga resistiva no circuito de ensaio. Estima-se que o fator de potência em curto-circuito altera-se de 0,08 para 0,48, i.e. o circuito equivalente altera-se de $0,0064 \, \Omega$ para $0,0538 \, \Omega$. Estes valores são importantes no caso da razão $X/R = 20$, onde a resistência e a reatância são iguais a $0,0125 \, \Omega$ e $0,25 \, \Omega$, respectivamente. Supondo que a resistência equivalente do arco tenha o mesmo valor, o que é razoável se considerar as dimensões dos eletrodos então o X/R passaria a ser 4,65. Nesse caso o fator de assimetria passa a ser aproximadamente de 2,15. Isso mostra que a condição de X/R deve ser melhor esclarecida nas normas internacionais.

Como esperado pela teoria de circuitos elétricos, é possível obter as energias incidentes de diferentes valores de tensão de alimentação e a sugestão de 2 kV em vazio colocada nas normas internacionais é desnecessária. Particularmente, quando temos características muito indutivas do circuito. O arco elétrico pode ser estabelecido com tensões inferiores e no mesmo arranjo mecânico dos ensaios (i.e. 930 V). Para garantir a reignição até mesmo tensões inferiores, da ordem de 400 V, são suficientes neste arranjo de ensaio, conforme estabelecido na literatura e comprovado pelas simulações e ensaios neste trabalho.

Adicionalmente o arco elétrico não apresenta uma trajetória retilínea no “gap”, sendo essa característica totalmente aleatória que insere grande dispersão no cálculo da calorimetria.

6.0 – CONCLUSÕES

O presente trabalho provou que ensaios de avaliação de parâmetros de resistência aos arcos

elétricos com correntes simétricas ou assimétricas apresentam os mesmos resultados dentro de um nível de confiança de 95%, não havendo argumento tecnicamente razoável que comprove a prevalência de maior rigor ou caráter conservador entre os mesmos. A assimetria no primeiro ciclo de corrente não apresenta influência no calor ou mesmo no fluxo térmico gerado pelo arco elétrico. A componente unidirecional (DC) promovida pela assimetria promove uma maior contribuição em energia térmica no primeiro semiciclo, mas em contrapartida, praticamente não transfere calor no semiciclo subsequente. As vantagens da corrente simétrica são principalmente a correlação com a IEEE 1584, especialmente no tocante a linearidade dos efeitos e melhor controle da energia com o tempo.

Um questionamento que surge quando analisamos os requisitos das normas de ensaio é: “de onde surgiu o fator de assimetria 2,3?”. Não se encontra resposta a este questionamento nas normas ou mesmo na literatura porém na prática é o valor que vem sendo adotado nos ensaios.

Mais estudos levando em conta o tempo de resposta do sistema calorimétrico e simulações do fluxo de calor e temperaturas neste ensaio com arco elétrico, em ambas as condições de simetria e assimetria de corrente, seriam importantes para a continuidade da investigação deste método e sua proficiência.

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *NFPA 70E: Standard for Electrical Safety in the Workplace*. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2015
- [2] Campbell, R. B. and Dini, D. A. *Occupational Injuries from Electrical Shock and Arc Flash Events*. The Fire Protection Research Foundation, 2015
- [3] *ASTM F 1959: 2007, Standard Test Method for Determining the Arc Rating of Materials for Clothing*. New York, NY, USA.
- [4] *IEC 61482-1-1: 2009, Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ATPV or EBT50) of flame resistant materials for clothing*. New York, NY, USA.
- [5] *ASTM F 2675: 2013, Standard Test Method for Determining Arc Ratings of Hand Protective Products Developed and Used for Electrical Arc Flash Protection*. New York, NY, USA.
- [6] *ASTM F 2178: 2002, Standard Test Method for Determining the Arc Rating Of Face Protective Products*. New York, NY, USA.

- [7] Stoll, A. M., and Weaver, J. A., 1969, *Mathematical Model of Skin Exposed to Thermal Radiation*. Aerospace Medicine, Vol. 40, pp. 24-30.
- [8] Stoll A. M., and Chianta M. A., 1970, *Heat Transfer Through Fabrics as Related to Thermal Injury*. Ann. N. Y. Acad. Sci., Vol. 33, pp. 649-670.
- [9] *Principles and Practice of Electrical Engineering*. Alexander Gray, G. A. Wallace. Fifth Editio-Eighth Impression, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York and London, 1940, page 316-318.
- [10] C37.09-1979 - *IEEE Standard Test Procedure for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis*. New York, NY, USA.
- [11] *IEEE 1584:2002. IEEE Guide for performing Arc-Flash hazard calculations*. IEEE Industry and Applications Society. New York, NY, USA.
- [12] Slepian, J. *Extinction of long ac arcs* , Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, Vol. 49, Issue , April 1930, pp. 421 – 430.
- [13] Goda, Y., Iwata, M., Ikeda, K. and Tanaka, S. *Arc Voltage Characteristics of High Current Fault Arcs in Long Gaps*. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 15, No. 2, April 2000.
- [14] Lee, R. H., Life Fellow, IEEE. *The other Electrical Hazard: Electric Arc Blast Burns*. IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. IA-18, No. 3, May 1982.
- [15] Ammerman, R. F. et. al. *Comparative Study of Arc Modeling and Arc Flash Incident Energy Exposures*. Petroleum and Chemical Industry Technical Conference, 2008. PCIC 2008. 55th IEEE.
- [16] Handa, S. *A study of high-speed reclosing from the view point of arc characteristics*, CRIEPI Report 111, January 1982.
- [17] Strom, A. *Long 60-cycle arcs in air*. AIEE 65, pp. 113–118, 1946.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

VERIFICAÇÃO DA EFETIVIDADE DA PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS EM CANTEIROS DE OBRAS COM ESQUEMA DE ATERRAMENTO TT

Márcio Severino da Silva
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
marcio.silva@pesqueira.ifpe.edu.br

Antonio Eduardo da Silva Melo
AntMar Engenharia
antonioed@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar como pode ser verificada a efetiva proteção contra choques elétricos em canteiros de obras que possuem na sua instalação elétrica o esquema de aterramento TT. Os trabalhadores presentes em canteiros de obras acabam se expondo a vários riscos elétricos e podem acabar sendo vítimas de acidente de trabalho em virtude de um choque elétrico se os cuidados necessários, principalmente no que diz respeito ao esquema de aterramento adotado e o tipo de seccionamento automático, não estiverem obedecendo às normas e dentro de valores aceitáveis. A NBR 5410/2004 apresenta quais devem ser os procedimentos para a constatação da segurança contra choques de acordo com o esquema de aterramento adotado e os valores máximos toleráveis de corrente, tensão e tempo. Em canteiros de obras é muito comum, principalmente naqueles de obras horizontais, em virtude da economia de custos com os condutores, utilizar o esquema de aterramento TT, sem, muitas vezes ter os devidos cuidados que esse tipo de instalação exige, podendo se tornar muito perigosa para os trabalhadores. As instalações elétricas de canteiros, apesar de serem provisórias, devem ser seguras e confiáveis.

1.0 – INTRODUÇÃO

A Construção Civil possui um protagonismo muito grande na economia brasileira, pois emprega milhares de trabalhadores brasileiros de uma forma direta ou indireta e movimenta um setor estratégico pois se alinha com a política de habitação da nação.

Embora o país esteja passando por um momento de crise econômica desde o segundo semestre de 2014, com redução dos investimentos

do setor público e privado e a redução no quantitativo de novos empreendimentos habitacionais em Dezembro de 2016 o setor ainda empregava 2,489 milhões de trabalhadores [1].

Prover segurança para esses trabalhadores é essencial no dia a dia das atividades que são realizadas por eles. No quesito “uso da eletricidade” é fundamental atender as normas de segurança e de instalações elétricas para que os mesmo não sejam vítimas de acidentes elétricos, sobretudo os choques elétricos.

Para que seja possível garantir a segurança no uso da eletricidade nos canteiros de obras, entre outras medidas, devem-se observar os esquema de aterramento previstos em norma e os requisitos que a aplicação que cada um desses esquemas de aterramento traz consigo. Uma escolha adequada à realidade do canteiro de obras acompanhada de todas as medidas exigidas para o bom funcionamento desse sistema garantirá segurança e tranquilidade aos trabalhadores e empresas.

2.0 – OBJETIVO

Este trabalho apresenta um estudo realizado em alguns canteiros de obras da região metropolitana do Recife que apresentavam como característica uma grande área horizontal ao qual utilizavam para distribuição de energia uma rede aérea trifásica com neutro e o aterramento dos quadros ou equipamentos era feito localmente através de um conjunto de condutores e hastes. Desta forma foi verificado através de inspeção e medições a efetividade da proteção contra choques elétricos dessas instalações.

3.0 – FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A Construção Civil é um dos ramos da economia que apresenta os maiores números de acidentes do trabalho por ramo de atividade. Os

principais riscos de acidente na Indústria da Construção Civil e que são responsáveis pelos óbitos são: Queda de altura, soterramento e choque elétrico [2]-[3].

Em 2008, um levantamento feito em 66 canteiros de obras da região metropolitana do Recife constatou que a maioria absoluta deles apresentava grande quantidade de não conformidades em relação à segurança das instalações elétricas, tais como: Partes vivas expostas, linhas elétricas instaladas de forma inadequada, falta de aterramento, dentre outros problemas [4], expondo os trabalhadores a risco do choque elétrico.

O choque elétrico é um fenômeno com efeito fisiológico causado pela passagem de uma corrente elétrica pelo corpo humano a gravidade dos efeitos da corrente elétrica cuja gravidade dependerá principalmente da intensidade da corrente elétrica e do seu percurso ao passar pelo corpo humano [5]-[6].

Para que uma pessoa seja vítima de um choque elétrico é fundamental que a mesma toque em qualquer parte metálica energizada e que a diferença de potencial produza uma corrente que irá circular pelo seu corpo e, portanto essa corrente de origem externa, somada aos impulsos elétricos naturais da função biológica produzirá alterações das funções normais do organismo humano, podendo levar o indivíduo a morte [7]-[8].

No que diz respeito à proteção contra choques elétricos, a NBR 5410/2004 apresenta na sua seção 5.1, denominada “Proteção contra choques elétricos”, quais são as premissas que devem ser adotadas para a proteção contra choques elétricos. São elas [9]:

- Partes vivas perigosas não devem ser acessíveis; e
- massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas.

Desta forma a regra geral da proteção contra choques elétricos prevista na NBR 5410/2004 é o princípio apresentado no item 5.1.1.1 desta norma que afirma que deve ser provida, pelo menos, a proteção contra choques pelo conjunto de proteção básica e de proteção supletiva e quando essas se apresentarem insuficientes deverá ser prevista a proteção adicional conforme 5.1.2.2.4.1 da mesma norma e esse item guarda relação com o seccionamento automático da alimentação e sua relação com os diferentes esquemas de aterramento[9].

Os esquemas de aterramento previsto na NBR 5410 são três possíveis: IT, TN e o TT.

O esquema TT de aterramento possui seu ponto de alimentação diretamente aterrado e as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação conforme é mostrado na Figura 1 [9]:

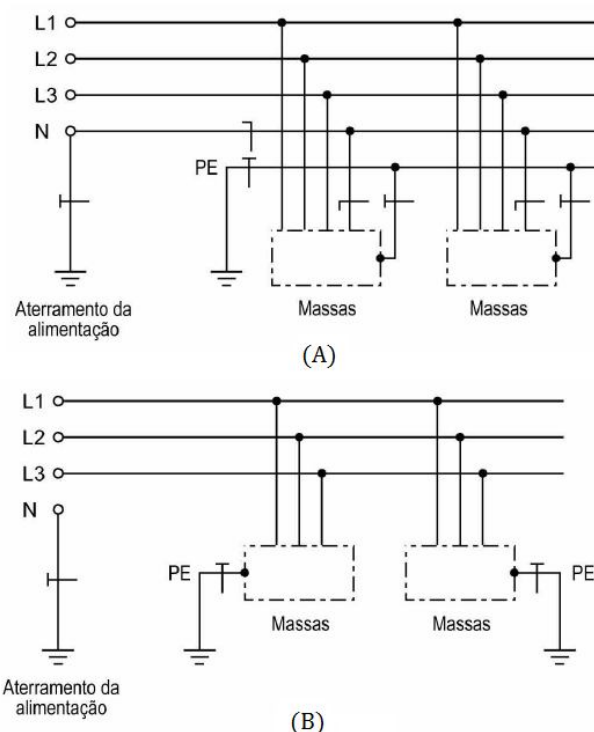


Figura 1: Esquema de Aterramento TT com eletrodo único de aterramento das massas (A) e eletrodos diversos(B).

Sobre o esquema de aterramento TT, a efetiva proteção contra choques elétricos é garantida pela proteção através do seccionamento automático da proteção através do uso de proteção diferencial-residual de alta sensibilidade conforme a norma NBR 5410/2004 no item 5.1.2.2.4.3 [9] e o esquema de aterramento comumente utilizado em canteiros de obras é o TT [10].

De acordo com o exposto, no caso de instalações em canteiros de obras, deve-se fazer uma análise criteriosa sobre seu esquema de aterramento e o seccionamento automáticos das instalações para que seja possível garantir, nesse aspecto em particular, a proteção contra choques.

4.0 – METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi à visita “in-loco” com a inspeção dos quadros de energia e medições de resistência de aterramento. Além disso, foram avaliadas as questões presentes na NBR 5410/2004 no que diz respeito ao esquema de aterramento adotado e a proteção contra choques elétricos.

Para se fazer a avaliação da efetividade da proteção contra choques elétricos em instalações com esquema de aterramento TT é preciso aprofundar as questões relativas as exigências da NBR 5410/2004 e o seccionamento automático da alimentação e as condições encontradas das instalações elétricas nos canteiros.

Como já foi dito, o esquema TT exige que sejam instalados dispositivos do tipo DR (diferencial-residual) para que se garanta a efetividade do seccionamento, pois o percurso de da corrente de falta (I_F), entre fase e massa aterrada inclui os condutores da fase defeituosa, os condutores de proteção, desde a massa até o respectivo eletrodo de aterramento, e o aterramento da massa (R_A) e da própria fonte (R_B), conforme é mostrado na Figura 2:

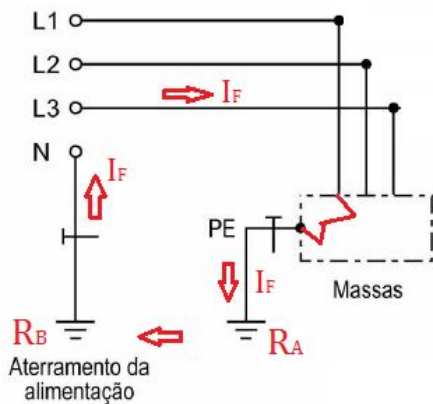


Figura 2: Percurso da corrente de falta fase-massa no esquema de aterramento TT.

Se desprezarmos as resistências das partes metálicas condutoras teremos que a corrente de falta fica conforme a Equação 1:

$$I_F = \frac{V_{FN}}{R_A + R_B} \tag{1}$$

Onde:

I_F - Corrente de falta fase e massa em Amperes.

V_{FN} - É a tensão de fase e neutro em Volts.

R_A - Resistência de aterramento das massas em Ohms.

R_B - Resistência de aterramento da fonte em Ohms.

A tensão de contato que surge e que uma pessoa ficará submetida caso esteja manuseando uma ferramenta ou equipamento será conforme a Equação 2:

$$V_C = R_A \times I_F \tag{2}$$

Onde:

V_C - É a tensão de contato em Volts.

I_F - Corrente de falta fase e massa em Amperes.

R_A - Resistência de aterramento das massas em Ohms.

A NBR 5410/2004 estabeleceu três valores de tensão de contato possíveis para correntes conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Valor da tensão de contato limite em Volts

Natureza da corrente	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Alternada, 15 Hz – 1 000 Hz	50	25	12
Contínua sem ondulação ¹⁾	120	60	30

¹⁾ Uma tensão contínua "sem ondulação" é convencionalmente definida como apresentando uma taxa de ondulação não superior a 10% em valor eficaz; o valor de crista máximo não deve ultrapassar 140 V, para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 120 V nominais, ou 70 V para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 60 V nominais.

Também para as condições da instalação (Situação 1, Situação 2 e Situação 3) previstas na NBR 5410/2004 ficou estabelecido conforme a Tabela 2:

Tabela 2: Caracterização das Situações 1, 2 e 3

Condição de influência externa	Situação
BB1, BB2	Situação 1
BC1, BC2, BC3	Situação 1
BB3	Situação 2
BC4	Situação 2
BB4	Situação 3

NOTAS

1 Alguns exemplos da situação 2:

- áreas externas (jardins, feiras etc.);
- canteiros de obras;
- estabelecimentos agropecuários;
- áreas de acampamento (campings) e de estacionamento de veículos especiais e reboques (trailers);
- volume 1 de banheiros e piscinas (ver 9.1 e 9.2);
- compartimentos condutivos;
- dependências interiores molhadas em uso normal.

2 Um exemplo da situação 3, que corresponde aos casos de corpo imerso, é o do volume zero de banheiros e piscinas (ver 9.1 e 9.2).

De acordo com as Tabelas 1 e 2 fica claro que a tensão de contato máxima será 25 V para instalações elétricas em canteiros de obras com esquema de aterramento TT.

Considerando que a o corrente de falta em um sistema de aterramento terá como percurso a terra e que a proteção que atuará é um dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade, ou seja, aqueles DRs de corrente máxima diferencial de 30 mA, a tensão de contato fica então estabelecida assim conforme a Equação 3:

$$R_A \times I_{DR} \leq V_C \tag{3}$$

Onde:

I_{DR} - Corrente de sensibilidade do dispositivo DR em Amperes

V_C - É a tensão de contato em Volts.

R_A - Resistência de aterramento das massas em Ohms.

5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os canteiros de obras visitados para realização desse trabalho possuíam em comum o fato de serem formados por um condomínio de diversos blocos de edifícios abrangendo uma área

total do terreno da ordem de 10.000 m². Por uma questão de confidencialidade o nome das empresas construtoras não é apresentado. A Figura 3 apresenta a planta baixa de distribuição de energia de um desses canteiros de obras com seus diversos blocos e arruamento.

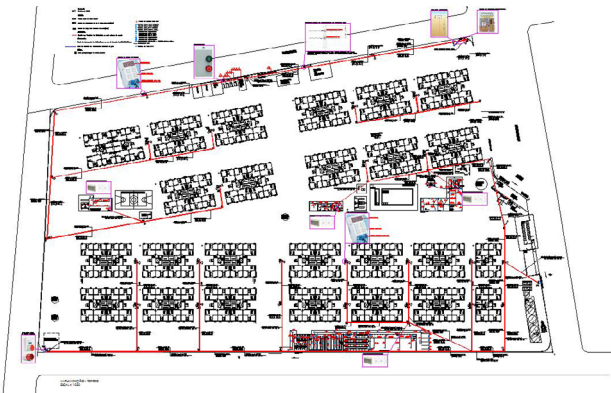


Figura 3: Planta baixa de localização e de distribuição de energia de um canteiro de obras.

Esses canteiros também possuíam em comum o fato de terem uma rede de distribuição aérea de energia composta de três condutores fase e um neutro, rede essa oriunda de uma subestação aérea interna. A Figura 4 apresenta uma dessas redes de baixa de distribuição



Figura 4: Vista de uma rede de distribuição aérea de um canteiro de obras visitado.

A partir da subestação provisória, a rede de distribuição atendia então os diversos locais de serviço como guias, betoneiras, bancadas de serra, almoxarifados, escritórios entre outros.

O esquema de aterramento utilizado em todos os canteiros de obras era o TT. Esse esquema de aterramento foi adotado principalmente pelo fato de se ter uma distribuição

de energia que deveria abranger uma grande área e um esquema de aterramento como o TN poderia onerar os custos das instalações elétricas provisórias da obra. Desta forma se optou por adotar o esquema TT e em cada quadro de distribuição ou quadro de equipamento foi instalado seu próprio eletrodo de aterramento normalmente composto por uma ou mais hastes de aço cobreada de 2,40m x 16mm.

Inicialmente para verificação da proteção contra choques elétricos para esse sistema foram realizadas diversas medições de resistência de aterramento de quadros elétricos ou quadro de equipamento presentes nos canteiros de obras. A Tabela 3 apresenta os resultados da medida de resistência de aterramento efetiva para um conjunto de sistemas medidos.

Tabela 3: Medidas de resistência de aterramento para as medições efetuadas.

Obra	Resistência de aterramento (Ω)	Equipamento
A	1,25	Grua
A	1,45	Grua
B	26,4	Quadro de energia 1
B	21,7	Quadro de energia 2
C	64,7	Bebedouro
C	6,6	Grua
D	8,81	Elevador
E	9,07	Guincho
F	18,8	Quadro geral
F	28,6	Serra de bancada
G	12,60	Guincho
G	3,3	Quadro geral
H	16,8	Guincho
I	23,9	Serra circular de bancada

Considerando a Equação 3 e determinando o valor da resistência de aterramento máxima que poderíamos ter para que a tensão de contato não fosse ultrapassada encontramos um valor de 833,33 Ω.

Nesse aspecto analisado, fazendo uma comparação entres os valores medidos de resistência de aterramento e o valor máximo de norma, os aterramentos estariam dentro de valores aceitáveis.

Outra verificação importante realizada durante as visitas foi a constatação da existência ou não do dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade, pois no esquema de aterramento TT esse dispositivo é obrigatório pois é responsável pelo seccionamento automático da alimentação.

Para esse procedimento todos os quadros de distribuição ou quadros de equipamento foram inspecionados e verificada a instalação do DR de alta sensibilidade, ou seja, DR de 30 mA. A Figura 5 apresenta um dos quadros inspecionados durante as visitas.

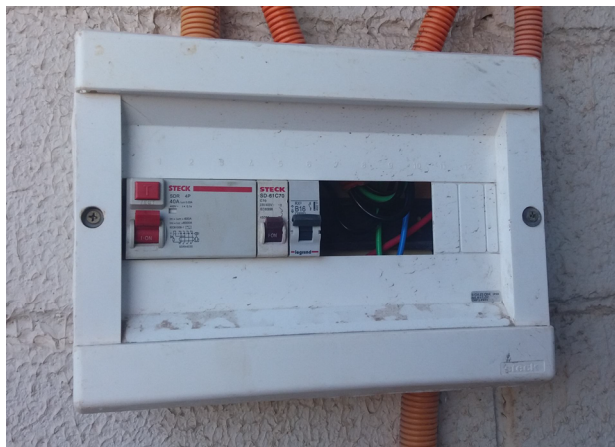


Figura 5: Quadro de distribuição terminal inspecionado durante uma das visitas nos canteiros de obras.

Todos os canteiros de obras visitados possuíam em suas instalações o dispositivo DR de alta sensibilidade, 30 mA, instalado, bem como a corrente nominal dos dispositivos estava adequada aos circuitos protegidos por eles e compatível com os disjuntores colocados a montante desses dispositivos DR.

6.0 – CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi apresentada uma análise quanto à efetividade da proteção contra choques elétricos em diversos canteiros de obras localizados na região metropolitana do Recife e que possuíam em comum o fato de ter uma área grande e distribuída de equipamentos e quadro elétricos a serem atendidos, utilizando para isso uma rede de distribuição aérea interna e com aterramento individualizado por quadro de energia ou quadro de equipamento, configurando assim um esquema de aterramento do tipo TT.

A seguir se prosseguiu um estudo no que diz respeito aos requisitos presentes na NBR 5410/2004 e às exigências desta norma em relação ao esquema de aterramento TT e o seccionamento automático da alimentação nesses casos. Conforme visto, é obrigatório nesses casos a utilização do dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade, DRs de 30 mA, e os valores máximos de tensão de contato possíveis nessas situações, instalações elétricas em canteiros de obras, não pode ultrapassar 25 V.

Foram realizadas medidas de resistência de aterramento de vários eletrodos presentes nesses canteiros de obras para determinação da

resistência de aterramento efetiva dos diversos equipamentos e quadros presentes nesses canteiros. De acordo com o que foi desenvolvido as medidas encontradas das resistências de aterramento estavam dentro dos valores permitidos por norma, pois nenhum valor ultrapassou o limite de $833,33 \, \Omega$ ficando garantido assim que as tensões de contato não seriam maiores, em caso de falta, com aquilo que a NBR 5410/2004 estabelece.

Através das visitas nas obras e inspeções que foram realizadas ficou também constatado que todos os circuitos das instalações possuíam o dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade (DR de 30 mA), garantido uma outra exigência da NBR 5410/2004 que é a colocação de DR como dispositivo obrigatório responsável pelo seccionamento automático da alimentação.

Fica concluído sobre os aspectos de esquema de aterramento e seccionamento automático da alimentação que as instalações elétricas estavam de acordo com a NBR 5410/2004, no entanto é importante observar que existem outros requisitos que fogem ao tema principal desse trabalho que devem ser atendidos nessas instalações elétricas, tais como: Isolação das partes vivas, requisitos dos trabalhadores, sinalização de segurança, operação e manutenção das instalações, dentre outros para que a instalação como um todo possa ser considerada plenamente segura aos trabalhadores.

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cruz, Fernanda. *Construção demite mais de um milhão de trabalhadores desde 2014*. Acessado em 21/08/2017 de: agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-02/construcao-demite-mais-de-um-milhao-de-trabalhadores-desde-2014
- [2] *Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA - Avaliação e Controle dos Riscos Ambientais*. Tuffi Messias Saliba. Editora LTr, 2005.
- [3] *Manual de prevenção de acidentes do trabalho: aspectos técnicos e legais*. Dennis de Oliveira Ayres e José Aldo Peixoto Corrêa. Atlas, 2011.
- [5] SOUZA, Sérgio Silva Braga. *Adequação das Exigências Normativas de Proteção Contra Choques Elétricos às Características Funcionais dos Canteiros de obras*. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife, 2008.
- [6] *Instalações Elétricas Prediais*. Geraldo Cavalin e Severino Cervelin.. Érica. 2012

[7] *Choque elétrico*. Geraldo Kindermann. Editora Sagra Luzzato. 2005.

[8] *Instalações Elétricas*. Ademaro Cotrim. Prentice-Hall, 2009.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

[10] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. FUNDACENTRO. Recomendações Técnicas de Procedimentos - RTP 05: Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. São Paulo, 2007.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA ESTUDO DE CASO

Paulo Rodrigues da Silva
Universidade Salvador
UNIFACS

eng.paulorodrigues@hotmail.com

Pablo Sotero de Carvalho Coelho
UNIME

pablo.coelho@hotmail.com

RESUMO

A inspeção preditiva em redes de distribuição aérea de média tensão mostra-se como uma importante ferramenta das concessionárias de energia elétrica a fim de orientar seus programas de manutenção. Com o crescente aumento das demandas energéticas e maior rigor na exigência de qualidade e continuidade no fornecimento, torna-se necessário procurar formas mais precisas, produtivas, seguras do ponto de vista humano e não intrusivas para estes levantamentos a fim de garantir a confiabilidade e a continuidade do sistema. Neste contexto uma das alternativas para a inspeção das redes, são os sistemas de medição por Ultrassom. O objetivo desse artigo é apresentar os resultados de uma inspeção por ultrassom realizada em uma rede aérea de 10,4 quilômetros e trinta e nove anos de existência em um polo petroquímico industrial de grande porte localizado em uma região litorânea, abordando os benefícios da inspeção por ultrassom em redes de distribuição de energia elétrica. Através de um levantamento detalhado do histórico de falhas desta rede e execução da inspeção por ultrassom, foi possível constatar ganhos relevantes a adoção desta modalidade de inspeção, além de novas perspectivas de uso do equipamento. A pesquisa também permitiu observar que para obtermos resultados positivos, é de suma importância o conhecimento não só dos aspectos operativos do Ultrassom, mas também da teoria que envolve a medição.

1.0 – INTRODUÇÃO

Todos os tipos de equipamentos se desgastam naturalmente ao longo de sua vida útil. Os mecanismos de desgaste ou deterioração de

um componente podem ser de natureza mecânica, química ou operacional. O efeito cumulativo dos mecanismos de desgaste se manifesta pela falha do equipamento. Define-se como falha do equipamento a perda da função básica do mesmo, como interrupção ou degeneração. As inspeções por ultrassom quando realizadas periodicamente como ferramenta de manutenção preditiva tem a finalidade de se observar possíveis irregularidades que possam levar a falha precoce nos equipamentos do sistema e desta forma pode-se efetuar intervenção no mesmo de forma programada, de forma mais segura, evitando paradas na produção sem prévia programação. As inspeções por ultrassom podem ser efetuadas em diversos tipos de equipamentos: elétricos, eletros-mecânico e de processos.

2.0 – ISOLADORES

A rigidez dielétrica em materiais isolantes limita a passagem de corrente elétrica, por isso esses materiais são usados para de manter seguros os dispositivos e sistemas elétricos durante a operação. [1]

Isoladores de rede de distribuição possuem a função de dar suporte mecânico para condutores elétricos, mantendo-o isolados do aterramento e outras partes condutoras e estruturas de suporte. Sua composição pode ser constituída por ferragens, porcelana, vidro, polímero ou material compósito e cimento para unir as partes unidas. Os isoladores de porcelana ou vidro possuem comportamento conhecido pois são usados há mais de 100 anos. [1] [2]

Fatores ambientais fazem os isoladores sofrerem com fenômenos que diminuem sua vida útil devido ao desgaste, conforme imagem de um isolador danificado por corrosão das ferragens[4]

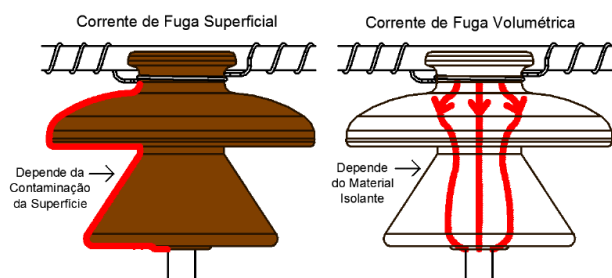
APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA

ESTUDO DE CASO



Isolador danificado por corrosão nas ferragens. Fonte: Própria.

Os isoladores possuem alto valor de resistividade parcial para limitar a circulação de corrente superficial responsável pelo trilhamento. A umidade reduz a resistência e cria condição para fluir correntes em pontos com diferença de potencial. Ao circular na superfície dos isoladores, a corrente pode causar uma evaporação não uniforme originando as bandas secas. Como consequência, o campo elétrico deixa de ser homogêneo provocando as descargas superficiais que carbonizam o material e formam as trilhas elétricas. Arco elétrico, descargas atmosféricas e as descargas parciais do efeito corona são problemas comuns nos isoladores. Além de perdas de energia, interferências eletromagnéticas, ionização do ar, também causam ruídos nas linhas. Esses fenômenos causam deterioração nos isoladores e estruturas de suporte a linha devido a formação de ozônio, emissão de radiação ultravioleta e geração de calor, principalmente nos pontos de amarração dos cabos com os isoladores [1] [3] [4].



Corrente de fuga em isoladores. Fonte: STEFENON, 2015

Devido aos ruídos emitidos pelos efeitos elétricos e sônicos, pode-se fazer o uso de sensores de captação eletromagnética e circuitos com capacidade de processar ruídos ultrassônicos para identificar os pontos onde estão ocorrendo os fenômenos. A detecção ultrassônica é imune aos ruídos eletromagnéticos, mas o ruído acústico do

ambiente pode atrapalhar a identificação, captura e análise dos dados. [4] [1]

A frequência que o ouvido humano pode captar está em torno de 15hz e 20khz, impossibilitando que os ruídos possam ser identificados sem equipamentos específicos, a não ser em casos extremos. Inspeccionar os isoladores por meio do ultrassom é a forma não invasiva que garante localizar as descargas parciais em sistemas elétricos mesmo com a interferência eletromagnética. Os sensores mais utilizados são de 20khz à 100hhz com circuitos amplificadores e filtros para aumentar a sensibilidade para o operador do equipamento identificar facilmente os locais exatos que emitem ruído. [1]

O monitoramento dos fenômenos nas redes de energia elétrica tem sido muito usado, pois a precisão do equipamento indica com eficiência os potenciais defeitos no sistema. [1]

3.0 – ULTRASSOM

As ondas sonoras de ultrassom são aquelas onde a frequência de oscilação está acima de 20 kHz e suas aplicações são divididas entre as de baixa intensidade e as altas intensidades.

Basicamente as aplicações de alta intensidade são aquelas que produzem a alteração do meio em que está se propagando, como exemplo: limpeza por cavitação, solda e homogeneização de materiais, ruptura de células biológicas e terapia médica.

Já as aplicações de baixa intensidade são aquelas onde um sinal ultrassônico é emitido através de um meio com a finalidade de se obter informações do mesmo, podendo citar as aplicações de diagnóstico médico, ensaios não destrutivos de materiais e medidas das propriedades elásticas de materiais.

O ouvido humano consegue interpretar apenas sons de frequências compreendidas entre aproximadamente 20 Hz e 20 kHz. Estudos determinaram que descargas parciais, corona, arcos e trilhamento elétrico como sendo fontes de ultrassom [3] [5] [6], portanto para a detecção do ultrassom gerado pela rede de distribuição é necessário a utilização de equipamentos específicos. Estes equipamentos basicamente detectam as ondas ultrassônicas através de um transdutor piezoelétrico que converte o ruído sonoro em sinal elétrico. Por meio de um circuito este sinal é convertido em sinal audível.

3.1 – METODOLOGIA DA MEDIÇÃO

Para inspecionar as linhas e isoladores do sistema de distribuição aéreo foi usado uma sonda para

APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA

ESTUDO DE CASO

detecção rápida de fugas do sistema ou equipamentos elétricos.



Sonda Parabólica. Fonte: Manual SONAPHONE Pocket



Técnico utilizando o Ultrassom. Fonte: própria

A sonda tem longo alcance e uma mira para melhorar a precisão, alta sensibilidade a ruídos na faixa determinada, e insensibilidade a ruídos de fundo que possam atrapalhar a identificação dos ruídos relacionados aos efeitos elétricos e sônicos em áreas muito barulhentas.

Como metodologia, o técnico capacitado portando a planta da unidade deve percorrer as linhas aéreas direcionando a sonda parabólica para identificar as ondas ultrassônicas emitidas ao nível do solo, em zona livre [7].

Quando há alguma incidência a sonda emitia sons e o operador identifica o local por meio do fone e ouvido e percebe a severidade na tela do aparelho detector ultrassônico.



Valores encontrados na medição. Fonte Própria



Utilização do sensor em zona livre. Fonte: STEFENON, 2015

3.2 – CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO DAS INTERVENÇÕES

A criticidade da intervenção na utilização de medição de ultrassom em componentes elétricos está em função do nível e tipo de ruído apresentado, da tensão de operação do componente e da função do componente.

Apresenta-se a seguir uma descrição dos níveis utilizados na classificação:

- Normal: é quando não é necessária nenhuma intervenção.
- Ruidoso: ponto cujo ruído não é conclusivo no que se refere ao estado do componente, sendo recomendado manter o componente em observação até a próxima inspeção.
- Muito ruidoso: é quando se identificou um problema e o mesmo deve ter uma data a ser programada para a correção (esta data não deve exceder 3 meses). Eventualmente, quando

APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA

ESTUDO DE CASO

necessário, poderá ser indicado em cada caso qual o limite da data de programação.

- Severamente ruidoso: é quando a intervenção deve ser imediata e não exceder 24 horas. Neste caso, o técnico informa imediatamente o responsável técnico das instalações para imediata regularização.

3.3– RESULTADOS OBTIDOS

Através da técnica de ultrassom adotada em rede aérea de distribuição de média tensão foi possível identificar e efetuar as devidas intervenções de forma planejada e segura.

Alguns indicadores interessantes puderam extraídos deste trabalho e agora são apresentados para nortear futuras ações e planejamento de orçamento de manutenção.

Ao todo foram inspecionados 10,4km de linha aérea de 13,8KV com 190 postes, ou seja, vão médio entre postes de aproximadamente 55 metros. O tempo de percurso para detecção de falhas com ultrassom foi de 8 horas com auxílio de veículo, 1 técnico capacitado e 1 ajudante/motorista ao custo total de US\$3200,00. Foram detectados 2 pontos classificados como muito ruidosos que foram imediatamente incluídos no plano de manutenção corretiva programada para substituição dos isoladores.

Desta forma o custo médio da utilização de ultrassom é de aproximadamente US\$308,00/km ou aproximadamente US\$17,00/poste. A inspeção consegue realizar até 23 postes/hora.

O custo por detecção de ponto de falha foi de US\$1600,00/falha-detectada que, ao levarmos em conta os prejuízos pelo não atendimento àquilo que preconiza o PRODIST 8 [8], são relativamente baixos frente a multa pelo não cumprimento dos indicadores de qualidade do fornecimento de energia elétrica que é cobrado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

A programação não emergencial para reparo dos isoladores apontados no relatório de ultrassom possibilitou a elaboração de uma análise de riscos da tarefa detalhada, o aviso da antecipado do cliente referente à manutenção e melhor precisão e qualidade da execução do serviço em linha viva.

A substituição dos equipamentos defeituosos antes da ocorrência da interrupção do fornecimento de energia por curto circuito pode ainda ter evitado danos ainda mais severos como a tensão de passo em seres humanos que eventualmente pudessem estar próximos ao local no momento do curto circuito entre o condutor energizado e o aterramento do poste, podendo levar a óbito.

4.0– CONCLUSÃO

Inspeções com o detector ultrassônico realizadas periodicamente como forma de manutenção preditiva possibilita a detecção de potenciais falhas precoces nos equipamentos do sistema elétrico de potência, possibilitando a programação de uma parada não prejudicial ao fornecimento, a produção e/ou processo do cliente final ou consumidores de pequeno porte.

Rotinas de inspeções técnicas preditivas são extremamente benéficas para o cumprimento dos indicadores de qualidade de energia e, principalmente, aumenta a segurança das instalações elétricas com relação aos aspectos humanos, como por exemplo, evitando danosa tensão de passo em eventual curto circuito entre fase-terra dos condutores energizados com as estruturas de concreto armado dos postes.

Os custos associados à manutenção preditiva por ultrassom são relativamente baixos quando comparados a eventuais prejuízos causados por falhas em isoladores.

Recomenda-se que seja efetuado a inspeção por ultrassom anualmente em regiões litorâneas devido a agressividade do meio ambiente.

O técnico deve ser capacitado com treinamento específico do fabricante do instrumento de medição por ultrassom bem como possuir atestado de saúde ocupacional contendo audiometria, fundamentais para garantir o bom resultado das medições efetuadas.

5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] STEFENON, STÉFANO FRIZZO. *Estudo das técnicas de inspeção de redes de distribuição para identificação e classificação de Defeitos em isoladores através do uso do ultrassom*. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional de Blumenau, 2015.

[2] Kleber Franke Portella, Fernando Piazza, Paulo Cesar Inone e Sebastião Ribeiro Jr. *Efeitos da poluição atmosférica (litorânea e industrial) em isoladores da rede elétrica da região metropolitana de salvador*. Acesso em 05/09/2017: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol31No2_340_28-AR07143.pdf

[3] M. Munaro, LACTEC, F. Piazza, LACTEC R. G., P. de Souza, LACTEC J. Ferracin, LACTEC, J. Tomioka, LACTEC, A. Ruvo, LACTEC e L. E. Linero. *Fatores de Influência na Compatibilidade de Cabos Protegidos, Isoladores e Acessórios Utilizados em Redes Aéreas Compactas de Distribuição de Energia Elétrica, sob Condições de Multi-estressamento*. Anais do II CITENEL, 2003.

APLICAÇÃO DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM EM REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO, EM REGIÃO LITORÂNEA

ESTUDO DE CASO

[4] Klein, André Domingos; Araújo, Andre Luis C; Oliveira, Antonio Ébano Rafael Machado; Neto, Aljamar R Rocha. *Dispositivo para captura de dados de ultrassom de isoladores poliméricos energizados*. XXII SENDI 2016.

[5]. DE OLIVEIRA, H. R. P. M., et al., et al. *Evaluation of the Insulation of 15 kV – 25 kV Feeders and Procedures for Substitution of Damaged Units*. IEEE International Symposium on Electrical Insulation. 2006.

[6]. AMBRÓZIO, Dionizio Ribeiro e NOVOLAR, Ivan. *Análise das técnicas de ultra-som e rádiointerferência para verificação da ocorrência de descargas parciais em isoladores*. Trabalho de Conclusão de Curso. 2009.

[7]. *Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10*. Joaquim Gomes Pereira e João José Barrico de Souza. Editora LTr, 2005, São Paulo, SP.

[8] PRODIST módulo 8. *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Qualidade da Energia Elétrica* Versão vigente: Revisão 8



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM² - ESTUDO DE CASO

Paulo Rodrigues da Silva
Universidade Salvador - UNIFACS
eng.paulorodrigues@hotmail.com

Pablo Sotero de Carvalho Coelho
UNIME
pablo.coelho@hotmail.com

RESUMO

As boas práticas de saúde e segurança preconizam a intervenção em instalações elétricas desenergizadas sempre como primeira e melhor alternativa para os trabalhadores.

Contudo, não é possível atender essa premissa para todo o leque de atividades existentes, necessária à operação disponível em determinadas instalações, como por exemplo a simples ação de ligar e desligar disjuntores de média tensão em painéis elétricos.

Dessa forma, as intervenções em instalações energizadas devem ser sempre amparadas por medidas de controle eficazes para mitigar os riscos existentes durante as atividades.

Um dos principais riscos associados às atividades envolvendo eletricidade é a energia incidente resultante de um arco elétrico durante a operação de dispositivos.

Por ser extremamente danosa a segurança das pessoas que interagem em uma instalação elétrica e por causar danos significativos aos equipamentos e instalações, a energia incidente proveniente de um arco elétrico, deve ter seus riscos controlados e mitigados de maneira a não comprometer a integridade física das pessoas e instalações. O artigo propõe e avalia a adoção de uma nova solução tecnológica que permite a redução do risco ao ser humano causado por eventual arco elétrico em uma unidade industrial, adotando uma salvaguarda adicional na operação.

Dessa forma o presente trabalho propõe a instalação de botões e relés wireless com tecnologia Zigbee, contribuindo significativamente para redução da eventual exposição do trabalhador à energia incidente liberada na ocorrência de um arco elétrico.

Essa redução da exposição à energia incidente é conseguida devido ao aumento da distância entre o operador e a falta, necessitando, dessa forma, de dispositivos e relés wireless voltados exclusivamente para o acionamento.

Para tanto é necessário a utilização de uma tecnologia de rede sem fio que seja robusta, segura, econômica e de simples implementação, sendo que a tecnologia ZigBee se enquadra nesses quesitos, uma vez que tem como base o padrão IEEE 802.15.4, o qual é relativamente recente e ideal para projetos de automação, onde a economia e facilidade na instalação é crucial. Esta característica do ZigBee motivou o desenvolvimento deste estudo prospectivo que tem como objetivo identificar possíveis oportunidades de desenvolvimento na área e apresentar a utilização desta tecnologia para automatizar alguns disjuntores de média tensão de um ambiente industrial. O presente artigo apresenta um estudo de caso referente a aplicação da tecnologia citada para comando a distância de cubículos de média tensão.

1.0 – INTRODUÇÃO

Para realizar atividades alusivas a eletricidade, uma série de salvaguardas devem ser adotadas. As empresas cuidam para que suas equipes de profissionais ao realizar atividades elétricas possam realizar de forma segura, pois, os riscos são constantes e as tarefas são rotineiras.

Os riscos pertinentes ao trabalho com eletricidade são muitos, mas o choque elétrico e o arco elétrico avulta-se por serem os mais nocivos. Eletricistas de manutenção e operadores de subestações diariamente durante suas ocupações expõem-se a riscos que podem ocasionar danos irreversíveis podendo ser materiais como perdas equipamentos devido a destruição total, ou danos pessoais extremos pois, o arco provoca alto ruído, gases tóxicos, chegando até mesmo a projeção de peças ou pessoas. No meio a tantos danos, o maior problema são as queimaduras que podem levar a óbito. Novas tecnologias possibilitam a reengenharia para redução dos riscos associados

COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM² - ESTUDO DE CASO

ao trabalho com eletricidade direta ou indiretamente. [1] [2] [3] [4]

2.0 – RISCO DO ARCO ELÉTRICO

O arco e o choque elétrico fazem parte dos principais riscos da eletricidade devido aos danos que podem ser causados. No ponto de origem do arco as temperaturas podem chegar a 20.000°C e não existe material na terra que possa suportar tal temperatura sem fundir, pois, esse valor é quatro vezes maior que a temperatura da superfície solar. [1]

Como consequência, ao fundirem os materiais produzem uma luz intensa e com espectro de frequências incluindo parte dos raios ultravioletas que causam danos a retina, ou cegueira.

A onda de pressão incitada pela alta temperatura denominada de “efeito termo acústico” do arco elétrico provoca o aquecimento e expansão térmica do ar e dos metais, que mudam do estado sólido para vapor rapidamente, criando vapor tóxico. E além de fundir, o material pode ser lançado em altas velocidades projetando até mesmo pessoas. As pressões podem romper os tímpanos ao chegar a sons acima de 160 decibéis e prejudicar os pulmões dos trabalhadores por causa do aumento da pressão em milhares de kg/f.

Em tensões elevadas o comprimento do arco é equivalente a 2,5cm para cada 100V, por isso os trabalhadores podem ser atingidos por temperaturas que podem causar queimaduras de terceiro grau, principalmente se a vestimenta for uma fonte ignitora. [1]

Ponderando os riscos tácitos ao arco elétrico devido a liberação de energia e calor, o foco das pesquisas é mitigar ao máximo os riscos para garantir a segurança dos eletricitistas, além da diminuição de avarias a equipamentos ou cubículos. [1]

2.1 – NORMAS DE PROTEÇÃO CONTRA ARCOS

Em uma pesquisa da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), foi contabilizado que entre os anos de 2013 a 2016, 4825 acidentes originados pelos riscos da eletricidade. Em 2016, dos 1319 acidentes, 662 foram fatais. Essa estatística abrange somente notícias veiculadas na imprensa, e inclui acidentes domésticos e industriais. [13]

A legislação brasileira possui poucos requisitos para garantir a segurança dos

trabalhadores com relação ao risco de choque ou arco elétrico. [1]

Para garantir a segurança dos trabalhadores existem as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e emprego – MTE, que impõe condições para o desenvolvimento das atividades. A NR 10, norma específica para eletricidade, aponta as medidas de controle e sistemas preventivos para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores diretos e indiretos que interajam com instalações elétricas executando serviços com eletricidades em qualquer tipo de uso ou aplicação, até mesmo em proximidades. [4]

A NR 06 que trata sobre EPIs e a NR 10 não evidenciam claramente orientações ou proteção contra arcos, mas estabelecem requisitos para proteção e medidas contra riscos dos agentes térmicos. Todavia, nenhuma norma brasileira estabelece pré-requisitos legais explícitos para proteção contra os arcos, somente em alguns itens podemos perceber implicitamente. [1] [6] [4]

Existe a comissão de estudo da ABNT a CE 32:006.04 que analisa os riscos térmicos para construção das normas técnicas e estabelece metodologias para ensaios de proteção contra riscos oferecidos pelo arco elétrico e fogo repentino. Considerar a inflamabilidade é fundamental determinar a vestimenta correta para cada tipo de atividade dos trabalhadores, atenuando a possibilidade de ignição. [1] [7]

A divergência das normas brasileiras quando comparadas com as normas estrangeiras é muito grande, pois, as revisões das normas brasileiras não são frequentes e, portanto não acompanham a evolução das pesquisas que são realizadas por organismos Internacionais. Por isso as melhores referências sobre o tema são as normas americanas, canadenses e europeias.

No capítulo 7 da norma IEEE 902-1998, *IEEE Guide for Maintenance, Operation and Safety of Industrial and Commercial Power Systems*, os aspectos de segurança que são abordados incluem medidas de engenharia para amortizar ou extinguir qualquer tipo de risco da eletricidade para os trabalhadores, que apesar de ainda ser usada como base foi deixada de lado devido ao método eficiente de cálculo da NPFA 70E para determinar a distância segura de aproximação e a vestimenta com proteção adequada para cada nível de tensão, facilitando a locomoção dos trabalhadores e redução do custo ao definir a real necessidade de cada vestimenta nos determinados locais. [1]

Como complemento, a OSHA 29 CRF 1910.335 determina as proteções necessárias para proteção da face e olhos, e de acordo com ela, o empregador deve garantir a que o trabalhador exposto ao risco do arco elétrico utilize roupas sem características que o proteja. [1]

99

© IEEE

Reprodução, divulgação ou uso deste trabalho, deve ser autorizado pelo IEEE.

COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM² - ESTUDO DE CASO

Em locais que existam algum tipo de risco relacionado a eletricidade devem ser sinalizados para servir de alerta para os trabalhadores, a NEC exige que desde o projeto a construção essas identificações devem ser levadas em consideração para que antes de executar qualquer atividade seja visível a informação sobre o risco.

Quando aos painéis elétricos a norma IEC 61739 contribui para a segurança ao estabelecer padrões para os ensaios, a fim de determinar o grau de proteção dos invólucros, distancias seguras para isolamento, além orientações quanto as disposições dos elementos e peças para facilitar a execução do trabalho com segurança. [14]

Dessa forma, o estudo do ATPV (Arc Thermal Protection Value) do painel é medido para mensurar a proteção oferecida pelo mesmo, e qual o grau de proteção da vestimenta é necessário para diminuir a transferência do calor para o trabalhador em um possível acidente. [1]

Devido ao defasamento de atualização da NR 10 e os estudos realizados para garantir a segurança, é importante levar em consideração as orientações estrangeiras buscando sempre a maior segurança para os trabalhadores. Mesmo existindo divergências entre as precauções, todas objetivam a proteção e devem ser usadas nas diferentes situações que podemos enfrentar.

2.2 – TECNOLOGIA WIRELESS ZIGBEE E SUA APLICAÇÃO.

Idealizado pela ZigBee Alliance (parceria de diversas empresas) com o objetivo de criar um produto com baixo consumo de energia e comunicação wireless possibilitando flexibilidade de aplicações. Homologada pela IEEE em 2003, o protocolo o (IEEE 802.15.4) envolve principalmente monitoramento e controle sem fio para ser usados em curtas distancias.

Por funcionar na frequência ISM (*Industrial, Scientific, Medical*) que varia entre uma faixa de frequência de 2.4Ghz, não necessita de licença para realizar comunicação entre equipamentos segundo as legislações brasileiras em concordância com outros países que aderem a essa tecnologia.

Existem inúmeras aplicações para a tecnologia zigbee, como por exemplo, o monitoramento de subestações de potência visando a substituição do cabeamento dos sistemas de medição, pois, estes sofrem influências causando inconvenientes como a limitação da leitura completa do conteúdo espectral. [5]

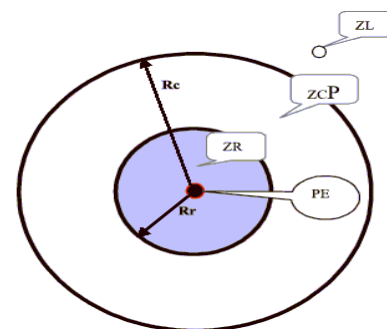
Essa forma de controle seguro já está sendo empregada em ambientes industriais [8], pois, o custo associado a instalação e manutenção é baixo.

Instalações de automação residencial tem sido beneficiada para o controle de iluminação de residências, para proporcionar mais conforto e acessibilidade para portadores de deficiências ou dificuldade de locomoção. [9]

A conscientização nos inúmeros riscos associados a eletricidade nos segmentos industriais tem levado em consideração o conjunto de manobra e controle de potência. O desafio enfrentado diariamente pelos profissionais tem imposto a necessidade de maximizar a segurança contra as falhas que possam liberar descargas por arcos elétricos. [10]

Comandos a distância podem extinguir os riscos pessoais na realização de manobras elétricas de rotina. A NR 10, no seu item 10.2.1 estabelece que para intervenções nas instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle de risco elétrico e riscos adicionais, de forma a garantir a segurança e saúde no trabalho. [4]

A comunicação via zigbee permite que equipamentos elétricos sejam acionados na zona livre de risco, retirando o trabalhador dos locais onde exista possibilidade de choque elétrico, arco elétrico, flash e queimaduras. Prevenindo assim os acidentes em instalações elétricas conforme previsto na NR 12, atualizada em 2016. [11]



Fonte: [1] Anexo III da NR 10

ZL = Zona livre

ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.

ZR= Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.

PE = Ponto da instalação energizado.

COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM² - ESTUDO DE CASO

Em unidades industriais que possuem painéis que não seguem a norma IEC 61439 [14], relativa a segurança e confiabilidade dos painéis elétricos por meio de um padrão de construção, ou painéis que possuam comandos em baixa tensão mas precisam ser modificados ou substituídos para se adequar, podem usar essa alternativa eficaz e de baixo custo para mitigar os riscos.

O maior risco acontece durante as manobras de abertura e fechamento de disjuntores, pois os eletricitistas ficam em contato direto com para inserir, retirar, carregar a mola, e por fim acionar e desenergizar através das botoeiras na porta. Mesmo que o disjuntor seja motorizado para o acionamento, a proximidade das botoeiras na porta do painel oferece riscos a depender do ATPV calculado do painel.

Como alternativa para energização e comando de painéis elétricos de média tensão e acionamento de motores de baixa tensão, este artigo traz uma alternativa eficaz e relativamente de baixo custo. As botoeiras remotas wireless ZigBee podem acionar equipamentos a distância, sem o uso de cabos ou alimentação elétrica adicional, proporcionando economia de até 50% nos custos de infraestrutura, cabos e mão de obra, em comparação a utilização de relés convencionais em extra baixa tensão, 24Vcc, acionados por botões de impulso.



Fonte: Catálogo Schneider Electric

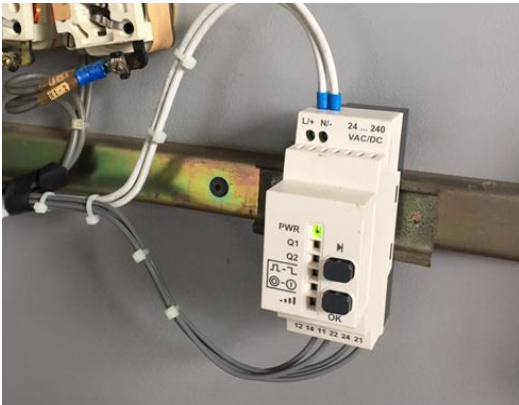
Os botões wireless possuem um bobinado que através de um pulso mecânico geram energia capaz de transmitir o sinal em baixa frequência em código único para o receptor localizado a metros de distância [16]. Essas botoeiras wireless foram instalados em zona livre, conforme determina NR-10, permitindo o acionamento elétrico remoto, sem tensão perigosa para o operador (0 Vca) e fora de

risco de energia incidente provocado por eventual arco elétrico no CCM ou PNAT.



Fonte: Própria.

Nos CCMs e PNATs foram instalados os receptores.



Fonte: Própria.

Com a nova maneira de realizar as rotinas de manobras elétricas, o risco foi reduzido para zero. Sem possibilidade de dano aos eletricitistas de manobra, pois o acionamento em CCMs e em PNATs estão sendo realizado em área externa a sala elétrica, e mesmo que aconteça um curto-circuito, a zona livre permite a máxima segurança aos trabalhadores.

6.0 – CONCLUSÕES

Toda atividade que possa oferecer riscos deve ser analisada para que sejam tomadas medidas que diminuam a possibilidade de acidentes. Intervenções em instalações elétricas necessitam de metodologias para mitigar os riscos inerentes da atividade e conhecer suas proporções resultam em inquietações para aprimorar as medidas a fim de garantir a segurança. As

COMANDO REMOTO WIRELESS ZIGBEE EM CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO COM ATPV ACIMA DE 53,3 CAL/CM² - ESTUDO DE CASO

botoneiras com tecnologia wireless ZigBee possibilita que os riscos relacionados à segurança humana durante a operação de equipamentos elétricos sejam reduzidos a zero.

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Rômulo Silva Queiroz, Alan; Cesar Senger, Eduardo. *Proteção contra arco elétrico e EPIs I à XII*. Acesso em 28/08/2017: <https://www.osetoreletrico.com.br/category/fasciculos/anteriores/epis-e-protecao-contra-arco-eletrico/>

[2] L. K. Fischer. *The Dangers of Arc-Flash Incidents, Maintenance Technology*. Acesso em: <http://www.mt-online.com/article/0204arcflash>.

[3] *The other electrical hazard: electric arc blast burns*. Ralph H Lee. Acesso em 28/08/2017: <http://ieeepcic.com/wp-content/uploads/2016/10/The-other-Electrical-Hazard-Electric-Arc-Flash-Burns.pdf>

[4] *Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10*. Joaquim Gomes Pereira e João José Barrico de Souza. Editora LTr, 2005, São Paulo, SP.

[5] C.F. Barbosa, R.L. Leite, V Vellano Neto, C. H. S. Nogueira, L. C. Gomes. *Avaliação do uso de tecnologia zigbee no ambiente de uma subestação de potência*. Acesso em 29/08/2017: <http://www.swge.inf.br/anais/sbse2012/PDFS/ARTIGOS/96668.PDF>

[6] Portaria SIT n.º 25, de 15 de outubro de 2001. NR 6 – *Equipamento de proteção individual – EPI*. Acesso em 28/08/2017: http://www.portoitajai.com.br/cipa/legislacao/arquivos/nr_06..pdf

[7] Bottaro, Marcio; Bueno Raposo, Ivan. *Proteção contra arco elétrico*. Acesso em 28/08/2017: <https://www.osetoreletrico.com.br/protecao-contra-arco-eletrico/>

[8] Tech. rep., U.S. Department of Energy Office Efficiency and Renewable Energy. *Industrial wireless technology for the 21st century*. San Francisco, Califórnia, 2002. Acesso em 28/08/2017: <http://www.t3.adaptive-wireless.com/wp-content/uploads/Wireless-Technology-DOE.pdf>

[9] Bezerra, Junior; Julima Venturi, José; Arthur, Paulo. *Controle à distância de dispositivos de iluminação utilizando o padrão ZigBee*. Acesso em 28/09/2017:

www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18152/tde-27042007.../Ferdinando.pdf

[10] Costa, Felipe. *Conjuntos de manobra e controle de potência I à XII*. Acesso em 28/08/17: <https://www.osetoreletrico.com.br/category/fasciculos/2014/conjuntos-de-manobra-e-controle-de-potencia/>

[11] Portaria SIT n.º 197, de 17/12/10NR-12 - *Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos*. Acesso em 28/08/2017: http://www.ogmoitajai.com.br/portal/legislacao/normas_regulamentadoras/NR12.pdf

[12] Bruce Bowman, P.E. *NFPA 70E Electrical Safety Presentation*. Acesso em 29/08/2017: www.ieci.org/media/media/download/861

[13] O setor Elétrico. *Acidentes de origem elétrica matam quase duas pessoas por dia*. Acessado em 30/08/2017: <https://www.osetoreletrico.com.br/acidentes-de-origem-eletrica-matam-quase-duas-pessoas-por-dia/>

[14] Moraes, Patrícia. *Norma IEC61439: Maior segurança e confiabilidade para os painéis elétricos de baixa tensão*. Acesso em 30/08/2017: <http://blog-br.schneider-electric.com/servicos/2015/02/27/norma-iec-61439-maior-seguranca-e-confiabilidade-para-os-paineis-eletricos-de-baixa-tensao/>

[15] Schneider Electric. *Botões sem fio (wireless) e sem bateria*. Catálogo Maio 2011.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?

Rogério Couto Barros
SR²G Soluções e Serviços Ltda.
sr2gsolucoes@gmail.com

Rafael de Almeida Barros
SR²G Soluções e Serviços Ltda.
sr2gsolucoes@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta, com base em estudos de casos, sem citação dos nomes das empresas, uma abordagem analítica do estado das instalações elétricas, os aspectos da documentação técnica e o comportamento dos profissionais, em diferentes condições, propondo ações que possam ser disseminadas para promover um maior alcance junto às empresas, assegurando um melhor controle das instalações, elevando o nível de segurança dos profissionais.

1.0 – INTRODUÇÃO

A história da segurança das instalações elétricas em ambientes laborais advém da seção IX do Capítulo V do Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, com a consolidação das leis do trabalho. Em 22 de dezembro de 1977, com a publicação da Lei nº 6.514, a seção IX do Capítulo V sofreu revisão impondo ao Ministério do Trabalho a incumbência de dispor sobre as condições de segurança em instalações elétricas, com a criação, em 08 de junho de 1978, das normas regulamentadoras através da Portaria nº 3.214, tendo sofrido posterior revisão em 06 de junho de 1983, através da Portaria nº 12. Em 07 de dezembro de 2004, através da Portaria Ministerial nº 598, a NR-10 teve sua redação alterada e foi criada a Comissão Permanente Nacional sobre Segurança em Energia Elétrica (CPNSEE), para acompanhar a implementação e propor adequações para o aperfeiçoamento da NR-10. Em 29 de abril de 2016, através da Portaria nº 508, do Ministério do Trabalho e Previdência Social, a NR-10 sofreu revisão, que foi publicada em 02 de maio de 2016, e permanece válida até o momento.

A indústria é o local onde ocorre a transformação de matérias prima, bens de consumo, máquinas e mão de obra em produtos.

A necessidade crescente por novas tecnologias, o emprego da energia elétrica, o uso

do motor a explosão, produtos químicos e minerais provocaram a aceleração do ritmo industrial.

Para todos os processos a eletricidade é fundamental para a transformação. Através dela as máquinas funcionam, outras energias são geradas, processos são constituídos e produtos são criados.

A eletricidade chega ao sistema elétrico industrial em baixa, média ou alta tensão, conforme definições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), onde:

Baixa Tensão (BT) consiste dos circuitos elétricos alimentados com tensão nominal igual ou inferior a 1000V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400Hz, ou a 1500V em corrente contínua, conforme a norma da NBR-5410:2004;

Média Tensão (MT) consiste dos circuitos elétricos alimentados com tensão nominal superior a 1000V e até 36200V em corrente alternada, conforme a norma NBR-14039:2005:

Alta Tensão (AT) consiste dos circuitos elétricos alimentados com tensão nominal superior a 36200V em corrente alternada. A norma NBR-IEC 62271-200:2007, desconsidera a média tensão e considera alta tensão a tensão nominal superior a 1000V e até 52000V.

A norma regulamentadora nº10 (NR-10) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) desconsidera a definição média tensão e considera alta tensão a tensão superior a 1000V em corrente alternada ou 1500V em contínua, entre fases ou entre fase e terra.

Independentemente, do nível de tensão de entrada, a energia chega às subestações (SEs) onde é transformada e distribuída até chegar às linhas de produção, podendo existir setores da empresa alimentados em diferentes tensões em BT e MT.

Quando avaliamos as ocorrências de falhas em SEs, o curto-circuito e o arco elétrico são as mais identificadas e quando analisadas, envolvem as seguintes questões:

- A disponibilidade das documentações de projeto atualizadas;

NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?

- A disponibilidade de procedimentos e instruções de trabalho;
- A falta de controle e planejamento das atividades de manutenção;
- As condições de operação e manutenção dos equipamentos;
- As condições de infraestrutura e ambiente, interno e externo, das subestações;
- As condições das ferramentas e equipamentos de teste;
- O conhecimento técnico e a experiência da equipe de manutenção, entre outras.

No passado, os equipamentos elétricos foram dimensionados com tolerâncias de projeto e de construção que superavam as suas condições de operação, fazendo com que trabalhassem em condições abaixo de sua capacidade plena e fossem considerados de vida longa e não passíveis de falha. Esta condição fez com que os equipamentos ficassem sem a atenção devida, seguindo pelo princípio de que se estão operando é porque estão bons, ficando desatualizados e, em alguns casos, com parte das suas funções desabilitadas.

Em contrapartida, as características de projeto dos equipamentos sofreram grandes evoluções com o advento de novas tecnologias em materiais e processos que, ao longo dos anos, propiciaram a redução do peso e das dimensões dos equipamentos, reduzindo as distâncias dielétricas com a aplicação de novos materiais isolantes, tornando os equipamentos mais suscetíveis as condições de manutenção e controle.

As normas técnicas e de segurança também foram sendo atualizadas, propiciando uma diretriz para o desenvolvimento e de suma importância para o atendimento dos objetivos estabelecidos de legislação, projeto, construção, montagem, operação e manutenção.

Nas atividades em eletricidade os riscos elétricos estão presentes em maior ou menor potencialidade, dependendo das condições físicas dos equipamentos, das características do sistema elétrico ao qual está inserido, das condições ambientais e da habilidade e conhecimento dos profissionais. O grau de percepção aos riscos envolvidos, em alguns casos, é baixo e os profissionais não estão adequadamente preparados para as atividades ou desconhecem todos os riscos envolvidos.

Deste modo, visando auxiliar os profissionais e os gestores das empresas, serão apresentados estudos de caso, com a identificação dos problemas, como ferramenta para a avaliação das condições a serem apresentadas.



Figura 1 – Instalação de gerador

As impressões adquiridas serão utilizadas para propor ações mitigatórias e sugerir mudanças nas condições dos equipamentos e nas atividades desenvolvidas pelos profissionais, que possam comprometer o nível de segurança operacional, trazendo sérias consequências às instalações, à continuidade da operação e a segurança dos profissionais envolvidos.

2.0 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE CASOS

A história da segurança das instalações elétricas em ambientes laborais advém da seção IX do Capítulo V do Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, com a consolidação das leis do trabalho. Em 22 de dezembro de 1977, com a publicação da Lei nº 6.514, a seção IX do Capítulo V sofreu revisão impondo ao Ministério do Trabalho a incumbência de dispor sobre as condições de segurança em instalações elétricas, com a criação, em 08 de junho de 1978, das normas regulamentadoras através da Portaria nº 3.214, tendo sofrido posterior revisão em 06 de junho de 1983, através da Portaria nº 12. Em 07 de dezembro de 2004, através da Portaria Ministerial nº 598, a NR-10 teve sua redação alterada e em 29 de abril de 2016, através da Portaria nº 508, do Ministério do Trabalho e Previdência Social, a NR-10 sofreu revisão, que foi publicada em 02 de maio de 2016, e permanece válida até o momento.

Decorrido mais de uma década desde a primeira publicação da NR-10, muitas empresas se movimentaram e providenciaram o atendimento aos requisitos da NR-10, entretanto, até hoje, inúmeras empresas, de diferentes tamanhos, estruturas e segmentos, ainda se encontram em condições inadequadas, sem que tenham iniciado o processo de implantação. Outras iniciaram o processo, mas devido ao custo para adequação, postergaram, deliberadamente, os prazos de atendimento do seu plano de ação, expondo os seus profissionais e propiciando condições

NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?

favoráveis a ocorrência de eventos potencialmente perigosos.

Na medida em que não há o controle e o conhecimento das reais condições das instalações, falhas podem ocorrer durante a realização de operações de abertura de chaves seccionadoras, com a inserção de um disjuntor plug-in ou uma gaveta extraível em um conjunto de manobra, na fadiga de um material isolante ou isolador, com a falha construtiva de um transformador de potencial, pela danificação do isolamento de um barramento ou na falha operacional de um equipamento.

Em todas estas ocorrências os impactos gerados podem ser de grande amplitude, trazendo danos às instalações, com grandes paradas de produção e impactos ao ambiente e à vida.

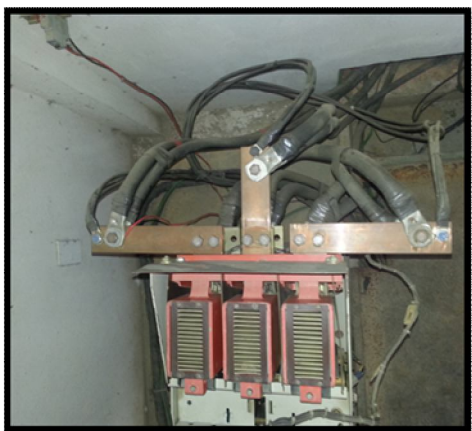


Figura 2 – Disjuntor de BT – Vista Superior

A situação política e econômica atual acentua estes problemas, pois, com o baixo volume da produção industrial, as empresas, para reduzir custos, postergam ações de manutenção preditiva e preventiva, as deixando em um plano secundário, optando por correr os riscos.

Independente do seu tipo construtivo, serão impactadas por estas condições que podem representar a degradação da instalação e a elevação do grau de risco.



Figura 3 – Disjuntor de MT com vazamento de óleo

Na execução das atividades, os profissionais devem ser habilitados, qualificados ou capacitados, com treinamento segundo as prescrições da norma e serem formalmente autorizados pela empresa para a execução das atividades, estando os profissionais capacitados sob supervisão direta de profissional habilitado e autorizado.

Deve ser dada atenção especial na avaliação das documentações dos profissionais qualificados, verificando se as instituições emittentes dos certificados dos profissionais estão reconhecidas para este fim pelo sistema oficial de ensino e se o certificado é válido.

A qualificação documental do profissional não deve ser a única forma de triagem da equipe, devendo ser processada uma avaliação prática a nível técnico e operacional visando identificar se o profissional está adequado para a atividade que será desenvolvida.



Figura 4 – Conjunto de Manobra de BT

NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?

As etapas relativas ao projeto, instalação, comissionamento, operação e manutenção dos equipamentos requerem cuidados especiais relativos à segurança humana e patrimonial. Muitos setores da indústria, como o de Óleo e Gás (O&G) já reconhecem a importância da identificação e controle dos equipamentos e da cultura de prevenção dos riscos associados à operação dos equipamentos elétricos e a necessidade de se estabelecer programas de segurança que, entre outros pontos, envolva o emprego de manutenções preditivas como forma de mitigar as falhas.

O segmento de trabalho da empresa pode influenciar diretamente na condição de atendimento aos requisitos da NR-10, o que pode ser evidenciado pelas tabelas abaixo, onde há um resumo de avaliações realizadas em empresas de diferentes segmentos que serviram de base para o estudo constante deste artigo.

Tabela 1 – Resumo do segmento de Construção Civil

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Construção Civil	Memorial descritivo do Projeto		X
	Diagramas unifilares atualizados		X
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança		X
	Instruções de trabalho e segurança		X
	Análises de Risco		X
	Permissão de trabalho		X
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC		X
	Certificados de treinamento NR-10		X
	Autorização para trabalho		X

Tabela 2 – Resumo do segmento de Farmacêutico

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Farmacêutico	Memorial descritivo do Projeto		X
	Diagramas unifilares atualizados	X	X
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança	X	
	Instruções de trabalho e segurança		X
	Análises de Risco	X	
	Permissão de trabalho		X
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC	X	
	Certificados de treinamento NR-10	X	

	Autorização para trabalho	X	
--	---------------------------	---	--

Tabela 3 – Resumo do segmento de Alimentos e Bebidas

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Alimentos e Bebidas Fábrica	Memorial descritivo do Projeto		X
	Diagramas unifilares atualizados	X	
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança	X	
	Instruções de trabalho e segurança	X	
	Análises de Risco	X	
	Permissão de trabalho	X	
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC	X	
	Certificados de treinamento NR-10	X	
	Autorização para trabalho	X	

Tabela 4 – Resumo do segmento de Alimentos e Bebidas - CD

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Alimentos e Bebidas Centro de Distribuição	Projetos Atualizados		X
	Diagramas unifilares atualizados		X
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança	X	
	Instruções de trabalho e segurança		X
	Análises de Risco		X
	Permissão de trabalho		X
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC	X	
	Certificados de treinamento NR-10		X
	Autorização para trabalho		X

Tabela 5 – Resumo do segmento Automotivo

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Automotivo	Memorial descritivo do Projeto		X
	Diagramas unifilares atualizados	X	
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança	X	
	Instruções de trabalho e segurança	X	
	Análises de Risco	X	
	Permissão de trabalho	X	
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC	X	
	Certificados de treinamento NR-10	X	
	Autorização para trabalho	X	

NR 10 – EVOLUÇÃO OU DECLÍNIO?

Tabela 6 – Resumo do segmento Óleo e Gás

Ramo	REQUISITO NR-10	C	NC
Óleo e Gás	Memorial descritivo do Projeto		X
	Diagramas unifilares atualizados	X	
	Projetos dos equipamentos atualizados		X
	Procedimentos técnicos e de segurança	X	
	Instruções de trabalho e segurança	X	
	Análises de Risco	X	
	Permissão de trabalho	X	
	Inspeção e medição do SPDA	X	
	Inspeção e medição do aterramento	X	
	Certificados de teste de EPI e EPC	X	
	Certificados de treinamento NR-10	X	
	Autorização para trabalho	X	

A comparação dos resultados dos segmentos nos permite evidenciar que independente do segmento, os requisitos de projeto dos equipamentos elétricos são os que possuem menor aderência e indicam que a maioria das instalações estão funcionando com documentações desatualizadas e irregulares, propiciando que operações estejam sendo realizadas sem que exista documentação para orientar os serviços, sendo baseadas na experiência do profissional mais antigo e experiente.

A falta de instruções e trabalho permitem com que as atividades não tenham um padrão definido e verificações podem estar sendo feitas sem o atendimento ao objetivo, devido a forma superficial com que foi executada.

A falta das instruções de trabalho em conjunto com a falta de projetos representa uma indicação de alerta e gravidade, caracterizando que os serviços estão sendo realizados com base no conhecimento e experiência dos profissionais, com pouca ou nenhuma base concreta de informação para orientar, elevando os riscos, e qualquer erro ou omissão pode impactar drasticamente na continuidade dos serviços e a na integridade dos profissionais.

3.0 – CONCLUSÃO

A NR-10 define os requisitos, mas não define a metodologia, o como fazer, propiciando interpretações e ações distintas que, em alguns casos, comprometem as condições das SEs e das instalações elétricas industriais.

A falta de conhecimento e conscientização da alta direção, propiciam com que muitas indústrias deixem seus processos sem controle e monitoramento, sem que haja um compromisso para a reversão do quadro.

Como sugestões para a mudança deste quadro podem ser alcançadas com um trabalho

dirigido do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), de cada estado, com os responsáveis técnicos das indústrias, através de metodologias de treinamento e conscientização para os riscos, com a execução de pesquisas em conjunto com as confederações das indústrias, para o mapeamento das condições das indústrias, sem o objetivo inicial de penalização mas sim de conscientização e orientação, com o suporte técnico adequado para que acelere o processo de mudança.

No âmbito de fiscalização, a presença mais efetiva das inspetorias do trabalho com inspeções e penalizações, se necessário, daria a demonstração da obrigatoriedade na prática e não na teoria, como ocorre até o momento.

A segurança associada às SEs, é uma atividade que se inicia bem antes da entrada em operação e se estende por toda a sua vida útil. Neste sentido, podem ser estabelecidas as seguintes orientações para a melhoria das condições dos equipamentos e instalações:

1. Identificar as condições da instalação;
2. Identificar as condições de projeto;
3. Efetuar as análises de Risco;
4. Definir as filosofias de operação e manutenção;
5. Elaborar os procedimentos e instruções para trabalho e serviços com eletricidade, abordando, de forma integrada, as atividades técnicas e de segurança.
6. Desenvolver um plano de conscientização constante para segurança e a conformidade operacional;
7. Desenvolver controles para monitoramento, das condições e diagnósticos.

Uma programação regular de manutenção deve ser estabelecida para se obter o melhor rendimento e confiabilidade das instalações. As condições locais e de operação irão definir a frequência de inspeções necessárias. Um registro permanente de todos os serviços de manutenção deve ser mantido e monitorado para identificar e agir caso seja identificada alguma divergência.

Qualquer atividade deve ser precedida de análise de risco pela Segurança do Trabalho com abertura de permissão de trabalho.

A metodologia de desligamento, aterramento e bloqueio, seguindo as determinações do item 10.5.1 da norma NR-10, deve ser executado antes que qualquer profissional possa ter acesso aos circuitos.

Cuidados devem ser mantidos durante os procedimentos de verificação e manutenção, a fim de se evitar operações e distúrbios acidentais no resto do sistema.

O estabelecimento de uma programação regular de manutenção baseada em uma filosofia preventiva nem sempre é viável. Face a isto, deve ser empregado o uso de técnicas e procedimentos baseados no conceito de Manutenção Preditiva com o levantamento das condições de

funcionamento através do monitoramento da base de registros obtidos do sistema elétrico.

5.0 – FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Instalação de gerador

Figura 2 – Disjuntor de BT – Vista Superior

Figura 3 – Disjuntor de MT com vazamento de óleo

Figura 4 – Conjunto de Manobra de BT

Tabela 1 – Resumo do segmento de Construção Civil;

Tabela 2 – Resumo do segmento de Farmacêutico;

Tabela 3 – Resumo do segmento de Alimentos e Bebidas;

Tabela 4 – Resumo do segmento de Alimentos e Bebidas – CD;

Tabela 5 – Resumo do segmento Automotivo;

Tabela 6 – Resumo do segmento Óleo e Gás.

6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabine Primária. Subestações de Alta Tensão de Consumidor. Benjamin Ferreira de Barros e Ricardo Luís Gedra. Editora Érica, 2013, São Paulo, SP.

NR-10. Guia Prático de Análise e Aplicação. Benjamin Ferreira de Barros, Elaine Cristina de Almeida Guimarães, Reinaldo Borelli, Ricardo Luis Gedra e Sonia Regina Pinheiro. Editora Érica, 2010, São Paulo, SP.

Queiroz, Alan Rômulo Silva; SENGGER, Eduardo César. “A natureza e os riscos do arco elétrico”. *Capítulo I, O Setor Elétrico*, São Paulo, ed.72, p.46-51, jan.2012.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

LIDERANÇA & MÚSICA

João Carlos Schettino de Castro

PETROBRAS

joaoschetino@hotmail.com

jcschettino@petrobras.com.br

RESUMO

O mundo evolui e se transforma a cada mudança. A modernidade começa quando uma nova era de acontecimentos surge no tempo e no espaço. Surgem coisas novas, coisas diferentes. Mesmo assim, sou fiel à tradição, por achar que uma conduta correta baseada em princípios morais e éticos sempre vai prevalecer ao moderno. A base de minha linha de trabalho se apoia na conduta de um maestro. Ainda que no livro *Modernidade Líquida* de Zygmunt Bauman ele comenta que: **"Numa entrevista a Jonathan Rutherford no dia três de fevereiro de 1999, Ulrich Beck (que alguns anos antes cunhara o termo "segunda modernidade" para conotar a fase marcada pela modernidade "voltando-se sobre si mesma", a era da assim chamada "modernização da modernidade") fala de "categorias zumbi" e "instituições zumbi", que estão "mortas e ainda vivas" [1]**

Jonathan Rutherford menciona a família, a classe e o bairro como principais exemplos do novo fenômeno. O termo família está perdendo a sua essência, desintegrando no divórcio. Os filhos perdem as referências de seus avós e parentes e são formados novos avôs e novos parentes. A modernidade está redistribuindo e realocando os poderes. O que falta, a meu ver, é a presença de uma liderança servidora. Manter uma equipe em forma requer muita dedicação, vigilância e esforço constante e mesmo assim o sucesso do esforço é ainda imprevisível.

Este artigo aborda o papel do maestro na condução do seu trabalho, que é manter a ordem de sua orquestra, considerando a atividade musical uma vocação, um dom individual e especial de cada músico. Para contextualizar a teoria com a prática e ser capaz de examinar o tema, tanto do ponto de vista da liderança quanto da música, apresentados juntos pelo discurso, há a

necessidade de uma abordagem de caráter interdisciplinar, composta por avaliação pessoal, etimologia e conceitos.

Inicialmente, partimos do princípio que a palavra MAESTRO, do italiano, quer dizer "mestre". **"Mestre é um indivíduo que adquiriu um conhecimento especializado sobre uma determinada área do conhecimento humano."** [1]

O termo maestro, utilizado na Itália, é designado para as pessoas que têm o conhecimento de uma arte e que são transferidos para seus alunos. No ensino fundamental o professor ensina uma matéria na qual ele é qualificado; o maestro ensina todas as disciplinas. Vale ressaltar também um certo valor sentimental e simbólico na figura do mestre que ensina. Ensinar é uma arte, ou seja, aquela pessoa que aprende para ensinar é expandida através da observação e análise de dois predicados expressivos: ser bom naquilo que faz e amar aquilo que faz. A partir desse viés expandido, o artigo explora de forma lúdica e envolvente a trajetória do maestro, desde a formação da sua equipe de músicos, passando pelo ensaio exaustivo até à exibição final da peça para seu público. A conclusão aponta que a relação entre o maestro e seus músicos ultrapassa em muito a abordagem estritamente profissional que existe entre a Liderança & Música, pois entra no âmbito da paternidade entre professor e aluno, uma troca entre pai e filho. Para compreendê-la, é preciso levar em conta as regras impostas no processo de didática e aprendizagem.

Entendo que cada indivíduo deve tomar a sua decisão e encarar com firmeza suas responsabilidades e confiar naquele que o capacita, sem dúvida e sem medo. Esta é uma relação de confiança e respeito com o líder.

“Padrões e rotinas postas por pressões sociais condensadas poupam essa agonia aos homens; graças à monotonia e à regularidade de modos de condutas recomendados, para os quais foram treinados e a que podem ser obrigados, os homens sabem como proceder na maior parte do tempo e raramente se encontram em situações sem sinalização, aquelas situações em que as decisões devem ser tomadas com a própria responsabilidade e sem o conhecimento tranquilizante de suas consequências, fazendo com que cada movimento seja impregnado de riscos difíceis de calcular. A ausência, ou a mera falta de clareza das normas – anomia – é o pior que pode acontecer às pessoas em sua luta para dar conta dos afazeres da vida. As normas capacitam tanto quanto incapacitam; a anomia anuncia a pura e simples incapacitação. Uma vez que as tropas da regulamentação normativa abandonam o campo de batalhas da vida, sobram apenas a dúvida e o medo.” [2]

1.0 – INTRODUÇÃO

Este tema me motivou muito, pois através das vivências pessoais no campo do labor há mais de três décadas, como Técnico de Segurança do Trabalho, as quais são exercidas com intensa paixão, adquiri um entendimento da complexidade humana. A inspiração para esse trabalho surgiu ao longo de uma jornada iniciada com o depoimento de Isaac Karabtchevsky, Maestro da Orquestra Petrobras Sinfônica, sobre Disciplina e Liderança no campo da Música. Não acostumado ao campo de produção científica, este artigo não é fruto de uma produção acadêmica tradicional, porém traz, através do conhecimento pessoal adquirido, a experiência sobre a liderança. Em paralelo ao depoimento pessoal, buscou-se fundamentar a tese a partir da filosofia do pensador polonês Zygmund Bauman, com maior foco em seu livro: “Modernidade Líquida” (BAUMAN - 2001)

Outro meio para elaborar meus conceitos foi a pesquisa no Vídeo Institucional da Petrobras, que foi introduzido nas atividades desenvolvidas para lembrar o Dia Nacional de Prevenção de Acidentes. O vídeo foi exibido na Regional Bacia de Campos, durante a mobilização para prevenção de acidentes, em agosto de 2010. O objetivo foi divulgar os conceitos de Disciplina Operacional a serem disseminados pelas lideranças para toda a força de trabalho, baseados nos princípios dos Diálogos de Segurança, Meio Ambiente e Saúde.

O Vídeo Institucional teve a participação do Maestro Isaac Karabtchevsky com as lideranças da PETROBRAS, onde é feita uma analogia da liderança do maestro com a liderança operacional.

A abordagem principal do artigo em minha pesquisa vem dos comentários no vídeo, onde o

maestro fala sobre a preparação de uma orquestra para a exibição de um concerto. Dentre outras coisas que estão inseridas no artigo, o que me chamou mais a atenção foi a frase do maestro onde ele diz: “O segredo se resume na disciplina.”

O meu encantamento pelo tema teve um reforço emocional especial, pelo fato de gostar de música, embora não tenha estudado em instituições musicais. Sinto uma necessidade de transmitir este algo especial que tenho para as pessoas e mostrar que podemos fazer a diferença e, se soubermos usar do nosso potencial, que é o talento e habilidade de forma espontânea com eficiência e eficácia, tudo podemos realizar.

O artigo considera a Música como elemento disseminador da cultura de SMS e aborda como a prática discursiva pode transformar as pessoas quanto a importância dos efeitos da Música na execução do trabalho. Entretanto, o principal objetivo deste artigo é enfatizar a importância dos ensaios dos músicos, comumente caracterizado pela busca de melhoria contínua, pelo dedicado empenho para o sucesso na exibição do trabalho e comprometimento de todos com o sucesso da operação.

1.1 – MODERNIDADE NO TRABALHO

O que podemos esperar do trabalho no mundo futuro? Quais são as nossas expectativas de sucesso e eficácia no trabalho? Essas e outras perguntas eu me faço e procuro buscar respostas sem saber onde encontrá-las. O futuro é incerto. Mas, de uma coisa estou certo, se continuarmos fazendo o que gostamos, procurando flexibilizar as atividades, buscando sempre eficiência e eficácia, com certeza, o futuro será bem melhor.

“A corrente invisível que prendia os trabalhadores a seus lugares e impedia sua mobilidade era, nas palavras de Cohen, “o coração do fordismo”. O rompimento dessa corrente foi também o divisor de águas decisivo na experiência de vida, e se associa à decadência e extinção aceleradas do modelo fordista, “Quem começa uma carreira na Microsoft”, observa Cohen, “ não sabe onde ele vai terminar. Começar na Ford ou Renault implicava, ao contrário, a quase certeza de que a carreira seguiria seu curso no mesmo lugar.” [3]

Ninguém está seguro no trabalho, as pessoas precisam cada vez mais se especializar, a flexibilidade do trabalho torna-se necessária nos dias de hoje. O mundo continua rodando e evoluindo.

“Alguns dos habitantes do mundo estão em movimento; para os demais, é o mundo que se recusa a ficar parado.” [4]

A forma de trabalho passou do "Capitalismo Pesado" para "Capitalismo Leve". As práticas de trabalho, antes baseada em regras, tinham como atitudes predominantes: reagir e questionar ou até se amotinar contra seu superior. Hoje existem regras, mas as participações das pessoas são resolvidas em um documento que você assina, um contrato de trabalho que vale por apenas um período de experiência e sem estabilidade ou até mesmo sem prorrogação.

"O capitalismo pesado, no estilo fordista, era o mundo dos que ditavam as leis, dos projetistas de rotinas e dos supervisores; o mundo de homens e mulheres dirigidos por outros buscando fins determinados por outros, do mundo determinado por outros. Por essa razão era também o mundo das autoridades de líderes que sabiam mais e de professores que ensinavam a proceder melhor.

O capitalismo leve, amigável com o consumidor, não aboliu as autoridades que ditam leis, nem as tornou dispensáveis. Apenas deu lugar e permitiu que coexistissem autoridades em número tão grande que nenhum poderia se manter por muito tempo e menos ainda atingir a posição de exclusividade. As autoridades não mais ordenam; elas se tornam agradáveis a quem escolhe; tentam e seduzem." [5]

Precisamos entender a diferença que existe entre líder e conselheiro. No meu ponto de vista entendo que o líder solicita e o conselheiro sugere.

"Não faltam, obviamente, pessoas que afirmam "estar por dentro", e muitos delas têm legiões de seguidores prontos a lhe fazer coro. Tais pessoas "por dentro", mesmo aquelas cujo conhecimento não foi posto publicamente em dúvida, não são, no entanto, líderes; elas são, no máximo, conselheiros – e uma diferença crucial entre líderes e conselheiros é que os primeiros devem ser seguidos e os segundos precisam ser contratados e podem ser demitidos. Os líderes demandam e esperam disciplina; os conselheiros podem, na melhor das hipóteses, contar com a boa vontade do outro de ouvir e prestar atenção. E devem primeiro conquistar essa vontade bajulando os possíveis ouvintes. Outra diferença crucial entre líderes e conselheiros é que os primeiros agem como intermediários entre o bem individual e o "bem de todos", ou (como diria C. Wright Mills) entre as preocupações privadas e as questões públicas. Os conselheiros, ao contrário, cuidam de nunca pisar fora da área fechada do privado." [6]

Dependemos do nosso trabalho para realizarmos os nossos sonhos e projetos de vida, portanto devemos procurar focar as nossas atividades em um objetivo de fazer um trabalho

bem feito, estruturado em normas, regras e procedimentos que vão nos levar à realização efetiva de nossas atividades, com segurança e produtividade. As nossas obrigações, em primeiro lugar, devem ser baseadas em direitos e deveres.

"...tentar resolver os problemas de outras pessoas nos torna dependentes, e a dependência oferece reféns ao destino - ou, mais precisamente, das coisas que não dominamos e das pessoas que não controlamos; portanto, cuidemos de nossos problemas, e apenas de nossos problemas, com a consciência limpa. Há pouco a ganhar fazendo o trabalho de outros, e isso desviaria nossa atenção do trabalho que ninguém pode fazer senão nós mesmos. Tal mensagem soa agradável – como uma confirmação, uma absolvição e uma luz verde necessária – a todos os que, sós, são forçados a seguir, a favor ou contra seu próprio juízo e não sem dor na consciência, a exortação de Samuel Butler "No fim, o prazer é melhor guia que o direito ou o dever." [7]

O pronome pessoal mais usado pelo líder é "nós", já o conselheiro tem pouco que fazer com ele: "Nós" não é mais que um agregado de vários "eus". Agir como autoridade é como quem formula a lei, estabelece a norma, define o artigo, prega e ensina. O maestro se oferece como exemplo, como espelho a ser seguido e copiado. Ser rico e famoso ajuda, é claro que confere peso a sua imagem e com isso passa a inspirar mais segurança e confiança.

"... pois já sabemos que depende de nós mesmos fazer (e continuar a fazer) o melhor possível de nossas vidas; e como também sabemos que quaisquer recursos requeridos por tal empreendimento só podem ser procurados e encontrados entre nossas próprias habilidades, coragem e determinação; é vital saber como agem outras pessoas diante de desafios semelhantes." [8]

"O desejo estimula o esforço pela esperança de satisfação, mas o estímulo retém sua força enquanto a satisfação desejada permanecer uma esperança. Todo o poder motivador do desejo é investido em sua realização. No fim, para permanecer vivo, o desejo tem que desejar apenas sua própria sobrevivência." [9]

"A precariedade é a marca da condição preliminar de todo o resto: a sobrevivência, e, particularmente, o tipo mais comum de sobrevivência é a que é reivindicada em termos

de trabalho e emprego. Essa sobrevivência já se tornou excessivamente frágil, mas se torna mais e mais frágil e menos confiável a cada ano que passa." [10]

Não existem empregos seguros, nem empresas seguras. Não sabemos o que o amanhã vai trazer, porém mudanças já estão acontecendo. Instantaneamente, profissões que existiam ontem, hoje não existem mais. Os mecânicos, por exemplo, que ontem abriam um motor para reparar ou trocar uma peça defeituosa, hoje são apenas trocadores de motor. O mecânico hoje não faz reparos, ele simplesmente troca a peça inteira. Caminhamos para a praticidade, para o trabalho leve. Portanto, se cada um procurar fazer o seu melhor e estar sempre evoluindo profissionalmente, poderá não garantir o seu trabalho, mas garantirá o seu emprego. O futuro do mundo é um mistério, mas, sem dúvida, cheio de perigos e riscos, onde o fator segurança caminha junto com a evolução e, para tanto não podemos perder a referência de um bom líder servidor e atuante.

"No mundo do desemprego estrutural ninguém pode se sentir verdadeiramente seguro. Empregos seguros em empresas seguras parecem parte da nostalgia dos tempos de nossos avós; nem há muitas habilidades e experiências que, uma vez oferecido, será durável. Ninguém pode razoavelmente supor que está garantido contra a nova roda de "redução de tamanho", "agilização" e "racionalização", contra mudanças erráticas da demanda do mercado e pressões caprichosas, mas irresistíveis de "competitividade", "produtividade" e "eficácia". "Flexibilidade" é a palavra do dia." [11]

2.0 – O TAMANDUÁ E AS FORMIGAS

O artigo é orientado para Liderança & Música, conforme o próprio título atesta, mas apresento, inicialmente, um vídeo da empresa Holandesa LIJN que sugere viajar em grupo, por ser mais inteligente. (It's smarter to travel in groups). [1]

Na minha visão, contextualizo o trabalho em equipe para ter sucesso e o ponto principal é ter uma liderança servidora e atuante.

As três historinhas que são apresentadas no vídeo, na minha visão, são orientadas para o trabalho em equipe e cada personagem sabe qual é o seu papel no processo para resolver problemas inesperados, caso haja uma situação de emergência. As tarefas são divididas e executadas seguindo um regulamento com sequências lógicas e cujo objetivo final é obter êxito na operação. Por essa razão, é possível compreender que regulamento é "o que fazer" e norma é "como fazer". Todos cumprindo o mesmo processo operacional e tendo um líder servidor e atuante à frente do trabalho, estabelecendo as regras, as normas e fazendo cumprir as etapas de intertravamento e bloqueio, o resultado final será o sucesso da operação.

A história das formigas (fig. 1) inicia quando o perigo se manifesta através da presença do tamanduá e o risco será de as formigas serem engolidas por ele. Diante desta situação de emergência, o líder aciona o alarme e a operação é deflagrada com uma sequência de comandos até se formar uma bola que rola de encontro ao proeminente nariz do tamanduá, fazendo com que o mesmo fique sufocado com a "bola de formiga" que tampa o seu nariz

O perigo e o risco agora estão sob controle e as formigas em segurança. O perigo e o risco foram minimizados e a situação está controlada, mas logo, logo, a situação de perigo e risco voltará a se manifestar. Se preciso, será novamente acionado o alarme e toda operação será realizada outra vez.

Observem que o papel do líder é fundamental para tornar a operação de emergência sob controle, em equilíbrio e segura. A conduta do líder com domínio da situação e conhecimento específico de todas as sequências que devem ser deflagradas para que a operação tenha êxito e as formigas saiam ilesas da situação de emergência foi fundamental, bem como a disciplina e comprometimento de todos em fazer o que é certo o tempo todo.

A liderança é conquistar as pessoas. Envolvê-las de forma que coloquem seu coração, mente, espírito, criatividade e excelência a serviço de um objetivo comum.



FIGURA 1

3.0 – RECONHECIMENTO DO LÍDER

Dentro deste contexto, levanto e defendo também a minha tese: Como reconhecer um líder? Quando ele divide sua maçã! Então, em quantas partes o líder deve dividir a sua maçã tendo ele três pessoas para liderar?

LIDERANÇA & MÚSICA

O líder divide a maçã em três partes iguais. Porque o verdadeiro líder serve para ser servido. Considero importante analisar esta minha tese e a circulação do discurso sobre liderança servidora neste campo específico.

Ao dividir a maçã em três, eu deixo as pessoas sob o meu comando com a responsabilidade de dividir comigo ou não, a parte deles da maçã que eu lhes entreguei. Meu objetivo foi alcançado que era de conquistar a confiança deles. Se cada um dividir sua maçã comigo eu terei a metade da maçã em minhas mãos, coisa que não poderia fazer se eu dividisse a maçã ao meio e a metade dividisse em três partes iguais.

3.1 – LÍDER SERVIDOR

É a habilidade de influenciar pessoas para trabalharem entusiasticamente, visando atingir objetivos comuns, inspirando confiança por meio da força do caráter. O papel do maestro é o de possuir talentos e habilidades para unir em sintonia tantos músicos diferentes e fazê-los tocarem a música em harmonia e em uníssono.

Para isso, primeiro abordarei as fronteiras de uma orquestra, os instrumentos principais por ordem de grandeza, onde todos são indispensáveis, importantes e necessários, inclusive o prato de orquestra, uma peça tão tosca, constituída de duas peças de metal (prata ou bronze), mas que tem a sua importância e destaque na orquestra.

“O sucesso de uma apresentação depende de muita gente e começa a acontecer bem antes do concerto. Da administração até os inspetores e os montadores da orquestra é um verdadeiro exército.” Isaac Karabtchevsky [1]

No campo da linguística aplicada, o estudo da relação entre linguagem e trabalho tem um foco importante para investigar e compreender essas duas posições: liderar e ser liderado e suas implicações mútuas. Através de minha observação prática e vivência como palestrante, pretendo investigar a relação entre liderança e a música a partir do viés específico da linguagem musical.

Para responder a essas questões e demonstrar que um líder tem que ser servidor, este artigo terá três bases sólidas fazendo uma trilogia de tendências: domínio, conhecimento e disciplina. É fundamental que o líder tenha o domínio da situação e conhecimento específico para conduzir o processo de trabalho, tendo como referência as normas, instruções e procedimentos. O segredo do sucesso é a disciplina.

A partir desta triangulação e com a intenção de ampliar as fronteiras de um líder servidor, discutirei o tema com dois exemplos de processos de valorização do ser humano. Há aquele que ama aquilo que faz e aquele que odeia, mas que ambos, no final, têm a obrigação de fazer

um trabalho bem feito. O outro exemplo para conquistar a confiança de seus liderados requer que o líder seja bom, seja referência, seja espelho para os outros.

“Durante o ensaio o maestro, em geral, costuma exigir e aquele que não o faz não é um bom maestro. Há que se exigir e para isso ele conta com a dedicação dos músicos, porque cada passagem vai ser repetida exaustivamente até chegar à perfeição.” Isaac Karabtchevsky [2]

Como a gente conhece um bom profissional? Só tem duas formas de conhecer: aquele que ama o que faz e aquele que odeia.

Para retratar esta afirmativa contarei duas histórias. Ambas foram criadas por mim como ilustração para comprovar e convencer de que quem ama ou odeia o que faz, tem a obrigação de fazer bem feito o seu trabalho e que para ser um bom líder temos que seguir alguém como espelho.

Com uma grande dose de humor retrato, de forma realista, a situação do trabalhador fazendo uma relação daquele que ama ou odeia. Um líder é sempre bom naquilo que faz. E para ser bom igual ao líder basta segui-lo como espelho.

A primeira história conta sobre a trabalhadora que exercia o ofício de camareira no hotel, mas o seu sonho era ser advogada. Ela odiava o trabalho de camareira, mas fazia bem feito. A segunda história conta sobre o líder, o “cachimbo”, aquele profissional que é excelente naquilo que faz, mas que nunca vai ser encarregado ou supervisor porque está com a idade avançada e só sabe ler e escrever, mas tem habilidade e talento para ser espelho para os outros.

3.2 – A ORQUESTRA

A orquestra é uma combinação de esforços individuais que tem por finalidade realizar propósitos coletivos. Todo este processo tem como base principal a disciplina. E um fato interessante sobre ela é a dedicação em tempo integral dos músicos durante todo o período que antecede um concerto. São ensaios exaustivos, com total entrega, comprometimento e dedicação ao extremo de todos os músicos, indistintamente.

Para se ter uma ideia de como é a disciplina do músico numa orquestra, eis um exemplo: o violonista troca as cordas médias e graves de seu violino a cada vinte dias e a corda Mi a cada sete dias. Na verdade, eles adotam uma disciplina operacional que é a dedicação e compromisso de cada membro da organização praticar para executar cada tarefa do modo correto o tempo todo. A disciplina é aprendida também ao longo do tempo pelas experiências adquiridas.

"A gente aprende ao longo do tempo a não forçar essa muscular, mas simplesmente é ter uma posição adequada para que ela tenha uma execução tão eficaz quanto aos outros dedos."

Fernando Ernesto Lopes (Violinista). [1]

4.0 – QUAL É O PAPEL DO LÍDER

Faço a abertura da minha pesquisa afirmando que: "quem ama aquilo que faz, faz bem feito". O maestro é um exemplo de superação. Ele passa por um processo de preparação e aprendizado durante anos de estudos musicais. A sua marca é a sua competência e todos os membros da orquestra depositam enorme segurança e confiança nele. Quem possui habilidades para unir em sintonia tantos músicos diferentes e fazê-los tocarem a música em harmonia e em uníssono? Um bom maestro.

Na imagem (fig. 2 e 3), é possível ver a energia do maestro, transbordando de felicidade a cada nota, a cada gesto, a cada passada da batuta ou do simples movimento das mãos no ar. Tudo isso é possível depois de intermitentes e longos ensaios, baseados nos seus conhecimentos de como e quando exigir a interferência das alas que compõem a orquestra. Se há necessidade de se enfatizar os violinos, ele direcionará sua batuta para eles; se há necessidade de unirem mais alas ele as acionará, se uma tem que tocar mais suave e a outra com mais força, ele tem como passar isso aos integrantes através da batuta. Ele sabe como conduzir a batuta e isso é essencial.

Explorei brevemente estas duas imagens, obviamente não esgotando a análise em termos de persuasão e mobilização de elementos imagéticos e linguísticos, salientando mesmo assim que tais elementos são muito interessantes e importantes no propósito deste artigo, que pretende destacar e analisar o papel do líder na atividade de trabalho que ultrapassa estas imagens selecionadas.

4.1 – O MAESTRO INSPIRA CONFIANÇA

A imagem (fig. 2) mostra, em primeiro plano, o maestro Isaac Karabtchevsky, um homem firme e determinado com semblante enérgico e vibrante conduzindo, com estilo, sua batuta.

A cena inteira indica um ambiente altamente propício para concentração; a equipe está trabalhando focada e sua expressão é serena. A batuta, a cada passada no ar, leva uma nota, um ritmo, um arranjo, uma satisfação do dever cumprido. Há dois tons discursivos diferentes nessa imagem: um, em primeira pessoa do singular, pessoal e formal, com um artista dando o seu melhor; outro, em terceira pessoa do plural, assinando pela equipe que está fiel ao seu comando.

A imagem (fig. 2) mostra um homem firme e seguro de si e compenetrado, onde todos estão focados em seu comando. Não tenham dúvida, se o maestro é bom, quem está com ele tem que ser bom. Numa equipe de excelência não tem espaço para "nó cego". Na mesma imagem vemos a partitura que é o regulamento a ser seguido pelos respectivos músicos e o maestro também se orienta por ela. Portanto, um bom maestro tem que ter domínio da situação, conhecimento específico para conduzir corretamente um processo de trabalho e disciplina para obter sucesso.

"A partitura foi aquilo que o compositor escreveu; aquilo que está entre o escrito e o sonoro depende de um trabalho de assimilação."

Isaac Karabtchevsky [3]



FIGURA 2

"Pa pa pa pa! Pa pa pa pa! Ninguém imagina o que Beethoven sofreu para chegar a este tema. Isso só para exemplificar para vocês o quanto é árduo o processo criativo. Ele exige dedicação total por parte do compositor e envolvimento completo em relação ao tema."

Isaac Karabtchevsky [4]

4.2 – O MAESTRO INSPIRA SEGURANÇA

A segunda imagem (fig. 3) tem a mesma conotação, porém, apresenta o maestro João Carlos Martins com os braços abertos, enquanto suas mãos e dedos, enrijecidos devido a sua doença, mostra um maestro com pouca agilidade motora, exigência importante para conduzir uma orquestra. Devido ao seu talento e motivação, a apresentação nos impressiona muito, pela sua determinação e força de vontade. Sua postura inspira segurança e, para quem não conhece a história do maestro João Carlos Gandra da Silva Martins, pode até dizer que: "O que ele está fazendo é impossível. Como pode o maestro conduzir uma orquestra sem condições para segurar sua batuta?"

LIDERANÇA & MÚSICA

Resumindo a sua história de vida, no início de janeiro de 2017, ele submeteu-se à 23ª cirurgia para tentar recuperar os movimentos de sua mão esquerda, lesionada durante um assalto na Bulgária. A primeira já havia sido lesionada aos vinte e seis anos, durante uma partida de futebol. O maestro e pianista João Carlos Gandra da Silva Martins, lutou desde então com bravura e amor ao ofício, para recuperar parcialmente os movimentos de suas duas mãos. Ele não se rendeu jamais e está até hoje fazendo projetos para criação de novas orquestras sinfônicas no Brasil. E, pasmem, com dedos lesionados e mãos atrofiadas, ele ainda apresenta concertos menos complexos pelas cidades brasileiras.



FIGURA 3

“É também minha última operação”, disse. “Minhas mãos não se movem praticamente mais, os últimos dedos estão fechando também. Então, se não funcionar eu desisto de tentar tocar”, afirmou o maestro. ” [2]

Em fevereiro de 2017, o maestro e pianista, após a intervenção cirúrgica, realizou seu primeiro concerto com o pianista Artur Moreira Lima.

Precisamos ser referência para os outros. Nesta imagem (Fig. 3), com o maestro de braços abertos, (COLOQUEI VÍRGULA DEPOIS DE ABERTOS) notamos uma energia incrível sendo descarregada e ao mesmo tempo sendo retornada para ele. É o controle da emoção. Ele sabe manter essa variação de sentimentos. Este homem passou por vários e surpreendentes desafios e teste de superação e resiliência.

Ser espelho é ser referenciado sempre como algo de bom a ser copiado.

4.3 – REFLETINDO SOBRE OS EXEMPLOS

Os dois exemplos têm forte ligação da liderança com a música, e podemos conectá-los com qualquer outra atividade de trabalho.

Qual é o papel de um líder? Conduzir a sua equipe na busca de atingir metas e obter

resultados. Certamente que esses dois exemplos têm ligação com o trabalho do líder (maestro) e seus colaboradores (orquestra).

O maestro só consegue sucesso com a participação de todos os seus músicos. O trabalho em equipe é fruto de intensos ensaios, com a busca da perfeição que leva ao sucesso. Todos são importantes no processo criativo em uma orquestra, inclusive o pratinha da orquestra (fig. 4).

Alguém sabe o que é um prato de orquestra?



FIGURA 4

“Prato ou címbalo é o nome genérico atribuído a vários instrumentos musicais de percussão, construídos a partir de uma liga de metal, geralmente, à base de bronze, cobre e/ou prata.” [3]

4.4 – DISCIPLINA OPERACIONAL

Quando o líder tem o domínio da situação e conhecimento específico daquilo que ele vai executar, ele adquire uma disciplina operacional. É a dedicação e compromisso de cada membro da organização para executar cada tarefa do modo correto o tempo todo.

“O segredo se resume na disciplina. Essa disciplina que acompanha o músico desde que ele se dedica ao seu instrumento até o momento que ele se exhibe para o público. Porque é dessa disciplina individual, repartida coletivamente que depende o sucesso de um concerto. Aí é só música bonita, todo mundo tocando bem, afinado e o público contente e feliz da vida.” Isaac Karabtchevsky [5]

4.5 – CAMINHO DO LÍDER

Tai!! Gostei!! Quero ser um líder. Qual é o caminho do líder? O caminho do líder é o mesmo caminho de um maestro. Para ser maestro é preciso estudar música e todos os instrumentos; é preciso passar por um processo de **APRENDIZADO** e para ser um bom profissional é preciso estudar bastante, adquirir conhecimento. Depois que aprendeu a lidar com as notas musicais e os instrumentos musicais, ele vai passar a ensaiar, ensaiar, ensaiar... Isto é **TREINAMENTO**.

Então, o profissional vai trabalhar, trabalhar, trabalhar. Como você ama aquilo que faz, ou odeia, mas faz bem feito e está focado no trabalho, você está inserido no quesito **COMPROMETIMENTO**. Na sequência para ser maestro há que ser zeloso. Eu nunca vi um músico chegar diante de um maestro com seu instrumento sujo, amassado e desafinado. Ele não o faz porque ele tem vergonha de o maestro chamar a sua atenção. Isto é **ORGANIZAÇÃO**: você tem que ser organizado com seus instrumentos de trabalho, não aceitar ferramentas, equipamentos e acessórios sujos, amassados, folgados e amarrados com arame. Depois o maestro precisa se dedicar para executar o seu trabalho com ordem, limpeza e arrumação. Isto é **EMPENHO**: você não é profissional lambão, nem porcalhão, você é caprichoso. Continuando o processo de liderança chegamos à partitura. Se alguém chegar perto do músico e tirar a sua partitura do pedestal, ele ficará irritado com sua conduta e logo vai discutir com você, questionar a sua conduta. Isto é **PROCEDIMENTO**; a partitura é um guia, uma orientação, um norte para músico se orientar. Em caso de dúvida há a possibilidade de se orientar através dela. Portanto, estudar a partitura é decisivo para o profissional ficar bem informado. E, finalmente, para ser um líder servidor, como em tudo na vida, tem que ter **DISCIPLINA**. Disciplina não é só ser obediente à norma, é fazer o que a norma manda e pronto.

Agora sim você atingiu a **LIDERANÇA** e será estimado e respeitado por todos.

5.0 – O PAPEL DO MAESTRO

Qual é o papel do maestro? Conduzir a sua orquestra para obter bons resultados. O maestro tem que ser bom. Então, quem está com ele têm que ser bom. Para que cada um que está com ele seja bom e cada vez melhor, o líder tem que desenvolvê-los. Ou seja, é papel do líder identificar os “gaps” de conhecimento e orientar cada um na capacitação desses conhecimentos.

Neste momento, imagine você diante de um maestro excelente, de renome internacional que passa a conduzir a sua orquestra. Todo o processo criativo começa pela organização dos músicos, exigindo postura e dedicação de todos, inclusive do novo pratista que é convidado para pegar seu instrumento de trabalho. Esta é a primeira ação de um líder: apresentar o novo membro a sua equipe e deve enfatizar a sua importância no grupo, enaltecendo suas qualidades, seu talento e habilidade para lidar com o prato, bem como o seu amor pelo instrumento e profissão.

Depois de exaustivos ensaios a equipe é liberada e inicia-se uma outra etapa no processo de liderança: o ensaio do coral.

Enfatizando novamente: o papel do líder é parecido com o do maestro de uma orquestra. O grupo ou equipe tem que estar em harmonia buscando atingir um mesmo objetivo (isto tem que estar claro para todos). Ele é o responsável pelo desenvolvimento de sua equipe. E o líder é que tem que deixar claro que objetivo é esse, envolver e reconhecer cada um, dar feedback para cada um sobre sua atuação individual, que determina o resultado grupo (significado do trabalho). Podemos lhe ensinar a teoria da música e a tocar um instrumento musical. Mas quem possui habilidade para juntar tantos músicos diferentes e fazê-los tocar a música em harmonia? Quem os leva a tocar em uníssono? Quem é capaz de proporcionar essa habilidade ao grupo? Um verdadeiro líder saberá conduzir a sua equipe, cumprir metas, entregar resultados esperados. O papel do líder se justifica nos processos que necessitam de mais pessoas para entregar um determinado resultado. Senão, ele mesmo faria sozinho. É o que ocorre numa orquestra. Ele precisa conduzir todos para entregar um produto, que é a música, e não somente conduzir por conduzir.

Para executar suas tarefas é necessário que haja dedicação, compromisso e segurança do modo correto durante todo o tempo.

As pesquisas mostram que uma pessoa faz, em média cerca de 15 mil escolhas num dia comum. Ou seja, as opções de caráter. São muitos os estímulos disparados diariamente em direção a cada um de nós, não é mesmo? Assim, temos a capacidade de escolher nossa reação. Há um pequeno mundo de opções entre o estímulo que nos atinge e a reação que decidimos ter. É esse universo que devemos apreender, se queremos ser líderes mais eficazes e seres humanos melhores.

A vida não é tanto o que nos acontece, mas a maneira como reagimos ao que nos acontece. Entre o estímulo e a reação existe o caráter, considerando que este reflete nosso empenho em fazer o que é certo, ignorando impulsos ou caprichos, independentemente dos custos pessoais.

Não podemos esquecer que liderança é caráter em ação, assim como desenvolvimento de liderança é desenvolvimento de caráter são as mesmas coisas.

6.0 – LIDERANÇA E RESPONSABILIDADE

A liderança tem a responsabilidade de providenciar um ambiente saudável para os seus liderados. Respeitar o pessoal, fazer elogios sinceros e específicos sempre que for merecido, reconhecer suas realizações e recompensar a excelência. Com isso a liderança vai demonstrar

LIDERANÇA & MÚSICA

que está sinceramente interessada neles como pessoas, não apenas no que podem fazer por você ou pela empresa. Não há maior prova de respeito do que ajudá-lo a desenvolver o caráter e a querer sempre o melhor.

As empresas mais bem-sucedidas compreendem e se esforçam para satisfazer as necessidades mais profundas de seus acionistas, funcionários, clientes e sociedade como um todo. Entre elas:

- a - A necessidade de uma grande liderança.
- b - A necessidade de significado e propósito.
- c - A necessidade de ser apreciado, reconhecido e respeitado.
- d - A necessidade de fazer parte de alguma coisa especial.
- e - A necessidade de integrar uma entidade assistencial.
- f - A necessidade de ser uma liderança no mercado.

6.1 – COMO DESENVOLVER A LIDERANÇA

Vamos credenciar um líder para executar uma tarefa em que o principal patrimônio é a plataforma, com alto potencial de risco. O problema é que se acontecer um grande acidente a plataforma pode afundar. Não há dúvida que ela e a sua força de trabalho são os seus “maiores patrimônios”. Quem vai ser este líder a fim de garantir um desempenho de alta produtividade com o máximo de segurança? Quem você pretende credenciar? Quem tiver mais experiência? Qualquer um, desde que saiba ler e escrever? Nada disso! Credencie o seu melhor profissional. Incentive-o a investir na melhoria contínua de suas habilidades, focado na segurança. Não vale a pena poupar despesas quando se precisa contar com a melhor pessoa possível para cuidar de seu “maior patrimônio”

As evidências indicam claramente que a maioria das pessoas promovidas a posições de liderança recebe pouco ou nenhum treinamento sobre a maneira de conduzir o mais valioso recurso e patrimônio da organização: ou seja, sua força de trabalho.

As empresas contratam ou promovem pessoas para posições de liderança, enviam-nos para o treinamento de líder e depois deixam-nas à

solta! Sem apoio e o acompanhamento necessário para que sejam bem-sucedidas nessa tarefa de tanta responsabilidade.

Se você toma decisões estratégicas em sua empresa e concorda que liderança é identificar e satisfazer as necessidades de seu pessoal, qual é a maior necessidade de sua equipe? Eles precisam de melhor liderança e dos melhores técnicos para atender suas necessidades. As grandes empresas compreendem este princípio. Lembrem-se de que não há pelotões fracos, apenas líderes fracos.

Construir uma equipe de excelente liderança é como construir um lugar em que as pessoas se sentem “seguras” para ser o que são, em que ficam livres para empenhar toda a sua energia e recursos em coisas grandiosas. Pense como poderíamos ser criativos e inspirados se pudéssemos superar a maioria das barreiras desnecessárias que se erguem em nosso caminho. Imaginem como seria maravilhoso trabalhar em conjunto na busca de soluções seguras.

Você é o segredo do sucesso! Independente da profissão, nossa habilidade em se apresentar ao público pelo uso da voz, postura, expressões faciais, ritmo, tom de voz e direção do olhar são úteis para indicar o nosso poder como liderança.

A revolução no mercado de trabalho tem exigido nosso contínuo aprimoramento em apresentar e vender ideias. O profissional necessita conhecer cada vez mais sobre seu trabalho e consequentemente as formas seguras para executá-lo.

Os processos de trabalho evoluem com o tempo e com ele as novas tecnologias com novos riscos, exigindo de nós uma maior percepção dos riscos. Para ser um líder e despertar o interesse pelas pessoas é preciso afinar o instrumento. Desenvolver a liderança com foco na segurança é questão fundamental. O líder que sabe servir, como um maestro que conhece bem a sua orquestra, com certeza saberá conduzir seus instrumentos, ou seja, seus bens materiais e humanos e com certeza terá sucesso em suas ações.

A comunicação é o instrumento de sucesso de uma liderança. O feirante, o camelô, o sacerdote ou o maestro se utilizam da comunicação como ferramenta de humor e amor. Com relação à segurança, a ação da liderança não pode agir de forma diferente. É fundamental que o líder tenha o domínio da situação e conhecimento para conduzir o processo de trabalho, tendo como referência as normas, instruções e procedimentos.

LIDERANÇA & MÚSICA

Sua ação tem de ser proativa e não reativa, ao ponto de manifestar seu interesse pela melhoria dos processos e despertando o interesse de todos em agir. Em que posso contribuir? Como eu consigo fazer alguma diferença? Com as profundas mudanças no mercado de trabalho, as empresas precisam de líderes e gerentes inovadores e criativos. O objetivo do líder é construir, e não destruir; educar, e não explorar; dar apoio e fortalecer, e não dominar. Pense nisso.

6.2 – LÍDERANÇA SERVIDORA É SHOW

Existe realmente uma preocupação com a pirâmide organizacional e um certo ar autocrático quando se trata de determinados aspectos da gestão da organização, como a missão (para onde vamos?), valores (quais são as regras de comportamento no ambiente de trabalho?), padrões (como vamos pedir e mensurar a excelência?) e responsabilidades (o que acontece se houver diferenças entre padrões e desempenho?) Entre as obrigações de uma liderança servidora está a definição da missão, das normas de comportamento e a indicação de responsabilidades e resultados.

O líder servidor não encomenda pesquisas nem promove reuniões de comitê ou votações democráticas para decidir as respostas a essas questões. Ao contrário, as pessoas esperam que o líder ofereça essa orientação.

Em compensação, depois que a direção foi determinada, é tempo de vencer! A liderança passa a responder às pessoas que lidera, a identificar e atender suas necessidades legítimas para que possam se tornar mais eficazes na realização de sua missão.

Dentro deste contexto de liderança servidora encerro o meu trabalho exibindo a peça musical Linda terra altaneira. O gênero musical de "Linda terra altaneira" é uma marcha compassada com várias entradas do prato de orquestra, com destaque no início. O ritmo e o andamento da música estão diretamente relacionados ao caminhar. A letra descreve a beleza da cidade e a felicita pelo seu centenário de existência no Brasil, convidando a todos para cantar e exaltar a pequena Leopoldina-MG. A letra discorre sobre a necessidade de enaltecer, lutar e unir.

A interpelação do coenunciador está presente desde o início, através do vocativo "Ó linda" e também no apelo "Vamos todos" e "Vamos erguer". Há um tom didático baseado na Liderança & Música, enfatizando o amor pela pequena Leopoldina, localizada na zona da mata mineira.

Esta música foi composta no ano 1954 pelo maestro Manoel Monteiro, carinhosamente chamado pela alcunha de maestro Manoel Reco

Reco e o meu tio Vicente Tomaz Schettino para festejar o dia 27 de abril de 1854, ano de emancipação política da cidade de Leopoldina-MG no ano em que a cidade completou cem anos de existência no Brasil.

Vejamos a letra completa:

LINDA TERRA ALTANEIRA

Autores:
Maestro Manoel Monteiro e Vicente Tomaz Schettino

Ó linda terra altaneira
Debaixo deste grande céu de anil
Querida cidade mineira
Mineira Brasil

Hoje é o dia de teu aniversário
Teu centenário de existência no Brasil
Ó terra de meus amores cheia de flores
De um mineiro varonil

Vamos todos cantar e exaltar
A grande heroína
Vamos erguer o altar
E os corações ó Leopoldina

Salve a ti terra querida
De olhar de minas de puro esplendor
Que hoje festeja florida
Teu centenário nosso símbolo de amor

CONCLUSÕES

O que motiva as pessoas? Você está convencido de que é o dinheiro, então responda às seguintes perguntas:

Como as organizações de voluntários mobilizam seu pessoal?

Como fazem para persuadir pessoas a empenhar seu tempo, talento, habilidade e outros recursos em uma causa, sem receber qualquer dinheiro em troca?

A liderança servidora não tem o "poder" sobre as pessoas, mas sim "autoridade" e é através do elogio escrito, público ou em particular, tornando as pessoas necessárias e importantes àquele serviço que ele consegue motivar as pessoas a trabalhar por amor, dando o seu melhor.

Em resumo, as pessoas sentem-se "seguras" no local e com a liderança com quem estão trabalhando. A verdadeira motivação consiste em manter a pessoa entusiasmada, querendo agir e dar o melhor de si à equipe. Motivar é influenciar, é inspirar à ação. Não podemos mudar ninguém, e sim influenciar suas futuras escolhas. Subornos e punições são soluções de curto prazo, não alcançam a mente e o coração das pessoas. Os estímulos motivadores incentivam as pessoas a colocar mais energia, esforço e entusiasmo em seu trabalho.

O líder é assim como o maestro, que sabe como utilizar seus músicos e tirar deles o melhor, porque ele sabe que o seu sucesso depende de todos e é o principal ator neste processo. Sabedor disso ele procura valorizar todos, indistintamente, até mesmo o pratista da orquestra tem valor para o maestro.

Vimos que a figura do maestro impõe respeito, e ele não se exhibe para a sua orquestra. O simples fato dele estar sobre um tablado, na parte mais alta do palco, não o eleva à magnitude e nem lhe confere nenhum poder, apenas lhe dá a oportunidade de examinar as minúcias do processo com uma melhor visão de todos. Facilita o seu trabalho como observador capacitado, na procura de defeitos e erros que devem ser corrigidos durante o ensaio com seu músicos. Finalmente, com sua visão e percepção apuradas, perceber as falhas para corrigi-las e assim garantir uma exibição do espetáculo para que o sucesso seja garantido.

Quando o maestro encerra a sua exibição com a sua orquestra, ele se qualifica como um líder servidor realizado, que soube servir para obter o melhor da sua equipe. Todo líder sabe que o sucesso da sua equipe vai depender do esforço e dedicação de todos, indistintamente. Portanto, ao se virar para o público, o maestro recebe os louros pelo seu trabalho e agradece os aplausos, os gritos com louvor do tipo: "bravo", "bravíssimo", "sensacional" ou "magnífico" e, para sua glória, ele é aplaudido de pé. Todo este clamor que lhe é presenteado é dividido com seus músicos, logo, ao se dirigir a eles, agradece à orquestra toda com um gesto de humildade e gratidão. Inicia este ritual começando pelos primeiros e segundos violinos, depois para os instrumentos de sopro metálico e de madeiras... até o momento final de agradecer ao seu pratista da orquestra. Todos são importantes e necessários numa orquestra. E assim, o maestro direciona os olhos cheios de gratidão a cada músico, manifestando assim sua alegria pelo sucesso alcançado na apresentação.

Todos nós somos influenciados pelo meio em que vivemos, em que desenvolvemos o nosso trabalho. O meio artístico do maestro é onde ele reina por amor à profissão. Eu não consigo acreditar que no meio de uma orquestra vou encontrar um músico que odeia o que faz. Em outras profissões pode até acontecer, mas mesmo assim o profissional tem que fazer bem feito.

Não fazemos nada sozinhos, precisamos ter alguém que nos oriente e nos indique o melhor caminho a seguir. Dependemos de todos para ter êxito em nossas atividades e operações. Somos um todo com a colaboração de todos. Precisamos ser firmes em nossos propósitos, procurando fazer sempre o melhor em tudo que "colocamos a mão" para realizar e, para não perder o foco, nos preocuparmos mais com os nossos problemas e não com os dos outros.

O artigo faz uma analogia do trabalho do maestro e sua orquestra comparando com o trabalho de outros profissionais. O maestro só consegue sucesso com a participação de todos os seus músicos. Um grupo ou equipe tem que estar em harmonia, buscando atingir um mesmo objetivo (isto tem que estar claro para todos). E o líder é que tem que deixar claro que objetivo é esse, envolver e reconhecer cada um, dar feedback individual sobre sua atuação, parâmetros estes que determinarão o resultado coeso e bem-sucedido do grupo (significado do trabalho).

Procuro neste artigo despertar o espírito de liderança servidora nos participantes, levando-os a refletirem que o verdadeiro líder tem que servir para ser servido e que o líder tem que ser bom naquilo que faz, ser referência para os outros. Para que o desenvolvimento de cada membro da equipe seja bom e cada vez melhor, o líder tem que desenvolvê-los. Ou seja, é papel do Líder identificar os "gaps" de conhecimento e orientar cada um na capacitação desses conhecimentos.

O papel do líder é mais que conduzir a equipe; o líder tem que, no final das contas, cumprir metas, entregar resultados. Portanto, é uma condução servidora para que ele possa entregar os resultados esperados. Na minha didática utilizo a figura do maestro para realçar que o sucesso de uma orquestra está na disciplina e no comprometimento de todos os seus integrantes, indistintamente, até do pratista. Independente da posição de destaque na execução, todos têm a mesma relevância.

Além do mais, uso e abuso do ritmo e da poesia para demonstrar na prática como a música é capaz de alterar o estado de espírito, emocionar

LIDERANÇA & MÚSICA

e envolver as pessoas e como, ao mesmo tempo, cada uma delas faz parte e é capaz de influenciar o ambiente ao redor. Ao colocar toda a plateia para cantar feito um coral, deixa também claro como um ambiente agradável e alegre pode influenciar positivamente no trabalho e, consequentemente, trazer bons resultados.

Quando há segurança emocional e compartilhamos a alegria no trabalho, todos produzimos mais e melhor. Quando o profissional está bem, está feliz, ele mantém o foco, torna-se mais atento e menos suscetível aos acidentes. Afinal, a alegria é a energia que nos move.

“Eu nunca vi ninguém ser punido por fazer a coisa certa.” João Carlos Schettino de Castro

3.

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Prato_\(instrumento_musical\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Prato_(instrumento_musical))

[3]

1. Vídeo da empresa Holandesa LIJN

(It's smarter to travel in groups)

https://www.youtube.com/watch?V=kc5_R-v6gcM

[4] Vídeo institucional interno da PETROBRAS

Agosto 2010

1. 2. 3. 3. 4. 5.

Citações do Maestro Isaac Karabtchevsky

1.

Citação do Violinista Fernando Ernesto Lopes

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Livro: *Liquid Modernity - Modernidade Líquida*, Zygmunt Bauman, Jorge Zahar Editor Ltda, 2001
Rio de Janeiro, RJ

1. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 13
2. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 30/31
3. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 76
4. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 77
5. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 83
6. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 84
7. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 85
8. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 89
9. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 197/198
10. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 201/202
11. MODERNIDADE LÍQUIDA Pag. 202

[2] Matéria publicada na internet

1. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mestre>

2. Ricardo Feltrin Colunista UOL 05/01/17

<https://tve/famosos.uol.com.br/noticias/ooops/2016/12/30/maestro-joao-carlos-sera-operado-23-vez-ultima-chance-diz-ele.htm>



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

Sergio Roberto Silva dos Santos
Lambda Consultoria Ltda.
sergio@lambdaconsultoria.com.br

RESUMO

No Brasil a proteção contra descargas atmosféricas é objeto da norma técnica ABNT NBR 5419:2015[1]-[4], Proteção contra descargas atmosféricas. Esta norma está baseada na norma internacional IEC 62305:2010 [5]-[8] Protection against lightning.

A norma ABNT NBR 5419:2015 apresenta as medidas válidas para a proteção de pessoas, estruturas e seus sistemas eletroeletrônicos, contra os efeitos das descargas atmosféricas, não fazendo referências às medidas consideradas ineficazes ou não comprovadas cientificamente.

Atualmente apesar da sua não comprovação científica algumas tecnologias, chamadas não convencionais, são permitidas em alguns países, mesmo que não sejam reconhecidas pela Comissão Eletrotécnica Internacional, International Electrotechnical Commission (IEC), a principal organização internacional de padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e afins, o que compromete a confiabilidade da proteção contra as descargas atmosféricas onde estas tecnologias são aplicadas.

Este trabalho apresenta os principais sistemas não convencionais, suas teorias e os motivos pelos quais não devem ser utilizados no Brasil.

1.0 – INTRODUÇÃO

Descargas atmosféricas são fenômenos naturais não controlados pelo homem, que somente compreendeu sua natureza elétrica através de Benjamin Franklin em 15 de junho de 1752. A partir deste momento vários estudos se sucederam com o objetivo de aumentar a nossa compreensão sobre este intrigante e perigoso fenômeno.

Anualmente entre 50 a 100 descargas atmosféricas acontecem a cada segundo no mundo[9],

correspondendo a aproximadamente 10 milhões de descargas diárias ou 3 bilhões de descargas atmosféricas por ano. Estima-se que mais de 90% destas descargas atinjam os continentes, representando um enorme risco para a nossa sociedade.

O Brasil é um dos países de maior incidência de descargas atmosféricas no mundo, devido à sua área e principalmente pela sua posição geográfica, localizada em grande parte na região tropical. Informações obtidas por satélites indicam que o solo brasileiro é atingido anualmente por aproximadamente 50 milhões de descargas atmosféricas nuvem-solo, significando uma densidade em torno de 7 descargas atmosféricas por KM² por ano.

2.0 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A filosofia convencional para a proteção contra descargas atmosférica consiste em fornecer um caminho de baixa impedância para a corrente da descarga ser conduzida do ponto em que ela atinge a edificação até o solo. Um aspecto fundamental para o sucesso deste objetivo é prever e proteger os prováveis pontos de impacto, já que eles não podem ser determinados com 100% de precisão.

As normas ABNT NBR5419:2015 e IEC 62305:2010 especificam detalhadamente cada componente de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), indicando como devem ser projetados os subsistemas de captação, descida e aterramento, para garantir que a descarga atmosférica ao atingir a estrutura seja conduzida diretamente ao solo sem causar maiores danos para a edificação, seres vivos e instalações.

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

3.0 – SUBSISTEMAS DE CAPTAÇÃO

O objetivo de um subsistema de captação é interceptar a descarga atmosférica para a estrutura[3]. Ele é formado por elementos metálicos posicionados em qualquer direção, que foram projetados para limitar consideravelmente a probabilidade da corrente da descarga atmosférica penetrar na estrutura, a danificando substancialmente.

Os subsistemas de captação podem ser compostos pela combinação de hastes (incluindo mastros), condutores suspensos ou condutores em malha[3]. Segundo a norma ABNT NBR 5419/3:2015, é o correto posicionamento dos elementos captadores e do próprio subsistema de captação que determinará o volume protegido da edificação.

Em seu item 5.2.1 a norma ABNT NBR5419/3:2015 informa não tratar de sistemas de captação que utilizem recursos artificiais destinados a aumentar o raio de proteção dos captadores ou inibir a ocorrência das descargas atmosféricas, seu objetivo é apresentar os métodos que ela considera válidos e não tratar daqueles que o processo de elaboração da norma descartou como não confiáveis.

Para projetar o subsistema de captação são apresentados pela norma ABNT NBR 5419/3:2015 os métodos do ângulo de proteção, da esfera rolante e das malhas, sendo os dois últimos indicados em todos os casos, enquanto o primeiro só é adequado para edificações de formato simples, estando sujeito aos limites de altura dos captadores indicados na sua tabela 2, na página 10[3].

3.1 – SISTEMAS DE CAPTAÇÃO NÃO CONVENCIONAIS

Muitas tentativas têm sido feitas para desenvolver sistemas de proteção contra descargas atmosféricas que possibilitariam evitar a formação de descargas atmosféricas ou determinar o ponto exato que seria atingido por elas. Os atuais sistemas de proteção não convencionais podem ser agrupados em duas famílias principais: Early Streamer Emission, emissão antecipada de líder, (ESE). O objetivo desta tecnologia é desenvolver captadores com menor tempo de resposta ao campo elétrico associado às descargas atmosféricas, permitindo que a descarga atinja exatamente o ponto onde eles estão localizados.

Charge Transfer System™ (CTS). Também conhecidos como sistemas dissipativos, esta tecnologia evita a formação das descargas

atmosféricas, descarregando eletricamente as nuvens antes que elas possam originar uma descarga atmosférica que venha atingir a edificação supostamente protegida. Os sistemas não convencionais não são consensuais mesmo nos países que permitem a sua utilização. Eles são questionados onde são aceitos, existindo limitações em relação ao tipo de edificação onde podem ser instalados.

Qualquer estudo imparcial sobre estas soluções leva à conclusão que a grande maioria dos especialistas em proteção contra descargas atmosféricas, reconhecidos internacionalmente, apontam a não existência de evidências científicas comprovando a eficácia de qualquer sistema não convencional de proteção contra descargas atmosféricas [10]-[15], sendo este o principal motivo pelo qual a IEC não publicou até o momento nenhuma norma com, ou sobre, sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas.

3.2 – EARLY STREAMER EMISSION (ESE)

Os Early Streamer Emission, ou emissores antecipados de líderes, são dispositivos de captação que tem o objetivo de aumentar a área protegida dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas.

O princípio de funcionamento de um captador ESE consiste na antecipação da emissão de um líder ascendente criado pelo campo elétrico de uma descarga atmosférica. Esta antecipação permite ampliar o raio de proteção, segundo alguns fabricantes, até 120 metros para o equivalente ao nível de proteção nível III da norma ABNT NBR 5419:2015.

Comparando um captador ESE com outro convencional com o mesmo comprimento e geometria, a emissão do líder ascendente em um captador ESE ocorreria, segundo seus fabricantes, em um tempo significativamente inferior ao de um captador convencional, aumentando a probabilidade da descarga atingir exatamente o captador ESE. Neste caso teríamos a possibilidade de determinar o ponto de impacto da descarga atmosférica, que seria o único ponto a ser protegido, reduzindo então a incerteza associada a necessidade de proteger um número maior de pontos como ocorre nos subsistemas de captação convencionais. A questão essencial que deve ser considerada em relação à utilização dos captadores ESE é a não comprovação em situações reais, diferentes das encontradas em laboratório, da emissão antecipada do líder pelo captador ESE ou se mesmo

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

emitido antecipadamente, este líder irá se encontrar com o líder escalonado originado da nuvem, já que existirão vários outros pontos que também emitirão seus líderes, sendo impossível determinar qual será aquele a se conectar com o líder escalonado.

Os responsáveis pelo desenvolvimento, fabricação e comercialização dos sistemas de proteção ESE nunca conseguiram fornecer base teórica ou empírica para as suas afirmações. Os trabalhos científicos publicados por eles nas últimas décadas não obtiveram comprovação da comunidade científica independente.



Figura 1 – Captor ESE, fabricação Indelec Smart Lightning Solutions

3.2 – CHARGE TRANSFER SYSTEM (CTS)

Os sistemas dissipativos, também conhecidos como Charge Transfer System™ (CTS™) são sistemas de proteção destinados a evitar a ocorrência de descargas atmosféricas em uma determinada área. Supostamente um sistema de proteção dissipativo acumula cargas elétricas originadas de nuvens carregadas de um certo local e a transfere progressivamente para o solo. O processo pelo qual um objeto pontiagudo imerso em um campo eletrostático transfere cargas elétricas entre o ar e o captor é chamado pelos idealizadores dos sistemas de proteção dissipativos de descarga pontual. Eles alegam que as moléculas de ar ionizadas formam um conjunto de moléculas carregadas e não carregadas denominado carga de espaço, que atuará para formar um escudo entre a nuvem carregada e a estrutura que deveria ser protegida. É possível que um leigo se impressione com a teoria descrita acima, mas qualquer profissional com um mínimo de formação em eletricidade perceberá imediatamente que esta teoria apresenta lacunas imensas. A atmosfera terrestre constitui um circuito elétrico complexo, onde cargas elétricas são trocadas constantemente entre as nuvens e o solo. A formação de uma nuvem carregada, cúmulo-nimbos, ocorre durante um intervalo de

tempo e a uma altura impossíveis de ser influenciada por qualquer tecnologia existente até o momento, por mais disruptiva que ela seja.

Ao contrário dos ESE, não existe nenhuma norma nacional ou internacional que oriente a utilização dos sistemas dissipativos, sendo todas as informações técnicas sobre eles de responsabilidade exclusiva de seus fabricantes. Enquanto a teoria sobre os ESE possui pontos em comum com os sistemas convencionais, os fundamentos técnicos sobre os sistemas dissipativos são essencialmente opostos a teoria clássica sobre a proteção contra descargas atmosféricas. Por este motivo, embora sejam ambos sistemas de proteção não convencionais, defensores dos sistemas ESSE e CTS™ se opõem entre si, cada um afirmando a ineficácia do sistema não convencional concorrente.



Figura 2 – Captor CTS™, fabricação Sunkwang LTI., Inc. Manufactures & suppliers

4.0 – AS NORMAS TÉCNICAS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)[16] a normalização é o processo de formulação e aplicação de regras para a solução e prevenção de problemas, através da cooperação de todos os interessados. Para o estabelecimento destas regras a tecnologia é utilizada para estabelecer de forma neutra e objetiva condições para que produtos, projetos e sistemas atendam suas finalidades dentro de critérios bem definidos de desempenho e segurança.

Uma norma é um documento obtido através de consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece as regras e diretrizes para a sua elaboração por um grupo de pessoas. Uma norma por princípio deve ser utilizada voluntariamente, mas sua aceitação se deve por ela representar o consenso sobre o estado da arte de determinado assunto, obtido pelos especialistas das diversas partes interessadas.

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

Através de seu Comitê Brasileiro de Eletricidade, responsável pelo comitê nº 3 (CB3) da ABNT, o Brasil vincula-se à IEC sendo membro desta organização. Desta forma as normas técnicas brasileiras na área de eletricidade podem ser normas desenvolvidas totalmente no Brasil, normas traduzidas literalmente de normas IEC, conhecidas como normas ABNT NBR IEC, ou as próprias normas IEC, quando não existirem normas da ABNT tratando do mesmo assunto.

Apesar de seu uso voluntário, a norma não é uma lei. No Brasil devemos segui-las devido ao Código de Defesa do Consumidor [17] e a Norma Regulamentadora nº 10, Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho.

4.1 – AS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E AS NORMAS TÉCNICAS

A norma ABNT NBR 5419:2015 responde pela segurança da sociedade brasileira em relação aos riscos causados pelas descargas atmosféricas. A parte 2 desta norma[2] trata justamente do gerenciamento dos riscos causados pelas descargas atmosféricas em relação à vida humana, interrupção de serviços públicos, perda de patrimônio cultural e prejuízos econômicos. Embora não exista garantia absoluta de proteção pela aplicação desta norma, a experiência nacional e internacional obtida ao longo de décadas com a utilização dos princípios lá contidos garante a máxima segurança possível, o que é incontestável, já que não existem trabalhos científicos, reconhecidos nacional ou internacionalmente que contestem os sistemas convencionais de proteção contra descargas atmosféricas.

Não existe nenhuma norma internacional sobre sistemas de proteção contra descargas atmosféricas não convencionais, sejam eles ESE ou dissipativos.

Como já mencionado não existe nenhuma norma técnica nacional validando e orientando a utilização de sistemas dissipativos, o que por si já demonstra a precariedade técnica da sua utilização. Toda informação sobre estes sistemas deve ser obtida através dos catálogos técnicos dos seus fabricantes, o que os torna os únicos fiadores destas soluções.

Já os sistemas ESE possuem normas nacionais específicas sobre eles, sendo a principal, podendo ser considerada a norma original sobre o assunto, a francesa NFC 17-102:2011, Protection of Structures and open areas against lightning using early streamer emission air terminals.

Na tentativa de possibilitar a utilização de seus produtos no Brasil, em desacordo com a NBR 5419:2015, alguns fornecedores tentaram disseminar a ideia de que a norma ABNT NBR5419:2015 é omissa sobre sistemas não convencionais, valendo neste caso o conceito de que na ausência de uma norma nacional sobre determinado tema seria permitida a utilização de uma norma internacional equivalente.

Não é válida a utilização no Brasil de nenhuma outra norma sobre proteção contra descargas atmosféricas, porque a norma ABNT NBR 5419:2015 é específica sobre este tema e as áreas que ela não abrange constam do seu texto, não sendo sistemas convencionais um deles, já que na página 6 da primeira parte desta norma[1] um subsistema de captação é definido como a parte de um SPDA externo usando elementos metálicos como hastes, condutores em malha ou cabos em catenária, projetados e posicionados para interceptarem descargas atmosféricas. Assim sendo, admitir qualquer solução que pretenda atrair a corrente da descarga atmosférica ou evitar que ela aconteça contraria totalmente o espírito da norma brasileira de proteção contra descargas atmosféricas, o que traria para o Brasil a perigosa situação de termos duas normas conflitantes tratando do mesmo assunto, situação que já existe em outros países, mas não deveríamos adotar.

Mais perigosa ainda é a pretensão de alguns fornecedores de sistemas não convencionais que advogam a utilização de sistemas dissipativos ou ESEs para a proteção de pessoas em áreas abertas. A norma ABNT NBR 5419:2015 orienta as pessoas que se encontrem em locais abertos na iminência de uma tempestade elétricas para se abrigarem em locais fechados, já que na sua introdução a norma alerta para a inexistência de dispositivos ou métodos capazes de modificar os fenômenos climáticos naturais a ponto de se prevenir a ocorrência de descargas atmosféricas [1]. Em outro ponto a seguir a norma assegura que as medidas de proteção consideradas por ela são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas[1].

A estratégia adotada no Brasil para flexibilizar a norma de proteção contra descargas atmosféricas é semelhante a adota em outros países, como aconteceu nos Estados Unidos onde os fornecedores de sistemas de proteção não convencionais trabalharam para que a norma americana de proteção contra descargas atmosféricas[17] permitisse a aplicação de suas soluções, mas quando não obtiveram este resultado passaram a defender a criação de uma outra norma exclusiva sobre sistemas não convencionais, o que também não ocorreu, já que

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

A maioria dos profissionais norte-americanos envolvidos com o tema não eram favoráveis a este tipo de soluções.

Finalmente, mas não menos importante, a omissão em relação a utilização no Brasil de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas não convencionais abriria a possibilidade de fabricantes de outros produtos que não são aceitos no Brasil utilizarem a mesma estratégia, alegando que a inexistência de norma brasileira sobre um determinado assunto autorizasse a utilização de uma norma nacional de determinado país.

5.0 – CONCLUSÕES

Os sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas não atendem as recomendações da norma ABNT NBR 5419:2015. A sociedade brasileira em geral, e os profissionais de instalações elétricas em especial, devem trabalhar intensamente para que estas soluções não sejam utilizadas, diretamente, ou de forma camuflada, devido aos riscos representados para a segurança da sociedade e pelas consequências que pode ocasionar a todo o sistema brasileiro de normatização.

6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR5419-1:2015: Proteção contra descargas atmosféricas, parte 1: Princípios gerais. Rio de Janeiro, 2015. 67p.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR5419-2:2015: Proteção contra descargas atmosféricas, parte 2: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro, 2015. 104p.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR5419-3:2015: Proteção contra descargas atmosféricas, parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro, 2015. 51p.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR5419-4:2015: Proteção contra descargas atmosféricas, parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro, 2015. 87p.

[5] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). IEC 62305-1-2010. Protection against lightning – Part 1: General principles.

[6] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). IEC 62305-1-2010. Protection against lightning – Part 2: Risk management.

[7] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). IEC 62305-1-2010. Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.

[8] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). IEC 62305-1-2010. Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronics systems within structures.

[9] *Tempestades e relâmpagos no Brasil*. Osmar Pinto Jr e Iara R. C. A. Pinto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2000.

[10] BRIOZZO, César; SIMON, Maria. *Pararrayos no Convencionales*. 7º Encuentro de Energía, Potencia, Instrumentación y Medidas EPIM, outubro de 2008, Uruguai. Acessado em 23/08/2016 de: http://lightningsafety.com/nlsi_lhm/Pararrayos-No-Convencionales.pdf.

[11] COORAY, Vernon; e colaboradores. *Lightning Interception: No conventional lightning protection systems*. Electra, n. 258, páginas 36-41, outubro de 2011. Acessado em 28/08/2016 de: <http://www.iclp-centre.org/pdf/Cooray-CIGRE-2011.pdf>.

Os riscos da utilização de sistemas não convencionais de proteção contra descargas atmosféricas

[12] HARTONO, Zainal Abidin; ROBIAH, Ibrahim. *Conventional and Unconventional Lightning Air Terminals: Na Update*. Journal of the Association of Consulting Engineers Malaysia, 2007. Acessado em 29/08/2007 de: http://www.lightningsafety.com/nlsi_lhm/ACEM_Journal_Q1_2007.pdf.

[13] HARTONO, Zainal Abidin; ROBIAH, Ibrahim. *Death at the Stadium: Report on the fatal use of an early streamer emission lightning rod in Malaysia*. Journal of the Association of Consulting Engineers Malaysia, 2007. Acessado em 29/08/2016 de <http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/86700078-Death-at-the-Stadium.pdf>.

[14] MOUSA, Abdul M; *Failure of the Collection Volume Method and Attempts of the ESE Lightning ROD Industry to Resurrect it*. Journal of Lightning Research, v. 4, n. 2, p. 118-128, 2012. Acessado em 27/08/2016 de: <http://benthamopen.com/contents/pdf/JLR-4-118.pdf>.

[15] UMAN, M. A.; RAKOV, V.A. A critical review of nonconventional approaches to lightning protection. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 83, n. 12, p. 1809, 2002.

[16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Definição de normalização. Acessado em 1/08/2017 de: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>

[17] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). NFPA 780-2017, Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

NR10 em instalações de microgeração distribuída em sistemas fotovoltaicos instalados em residências

Vinicius Ayrão Franco
Sinergia Consultoria
vinicius@viniciusayrao.com.br

RESUMO

Este artigo visa analisar os impactos que as instalações de microgeração distribuída fotovoltaico trazem a segurança elétrica das instalações residenciais no Brasil, levando em consideração as condições reais das instalações elétricas existentes.

1.0 – INTRODUÇÃO

Desde o racionamento de energia elétrica que o Brasil passou em 2001, o setor de eletricidade passou por profundas mudanças, trazendo, dentre outras coisas, uma modificação da matriz energética nacional, até então, praticamente baseada em usinas hidrelétricas.

A preocupação com meio ambiente aliado a redução dos custos de instalações e equipamentos e de esforço governamental trouxe nos últimos anos um aumento do uso de usinas com fontes renováveis de energia, principalmente eólicas.

Complementando a diversificação da matriz energética nacional, em 2012, a ANEEL editou a resolução normativa Nº 482, que estabelece as condições para o acesso a micro e minigeração distribuída, criando um marco no Brasil.

Essa regulamentação permitiu uma forte expansão das ligações distribuídas, principalmente no segmento residencial.

No entanto, quando analisamos tecnicamente, passamos a ter um gerador de energia em cada residência com geração fotovoltaico, operados e instalados por pessoas leigas. Esse fato torna necessário que se tenha atenção para que a segurança das pessoas não seja posta em risco, dificuldade maior quando levamos em consideração as condições atuais das instalações elétricas brasileiras.

2.0 – As instalações elétricas residenciais

Os acidentes com eletricidade levam a óbito praticamente a mesma quantidade de pessoas que o vírus da dengue (fonte Procobre). Segundo levantamento feito pela Abracopel, o número choques elétricos fatais em 2016 foram 599, curto-circuito por incêndio 448, sendo 33 mortes em incêndios oriundos de curto-circuito.

O levantamento do programa Casa Segura do Procobre mostra condições preocupantes das instalações elétricas residenciais no Brasil.

TOTAL DE CHOQUES ELÉTRICOS FATAIS E NÃO FATAIS 2013 - 2016

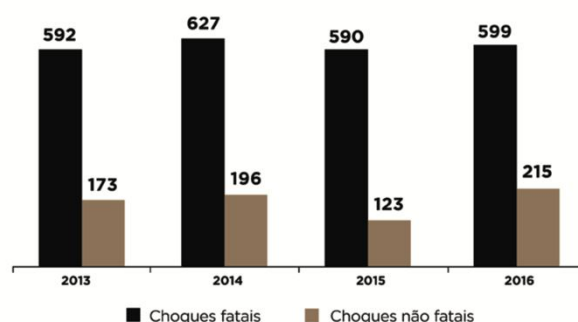


Fig 1 Total de choques elétricos fatais e não fatais de 2013 a 2106

3.0 – As instalações fotovoltaicas em residências

No último ano o número de residências com sistema de energia fotovoltaico tem crescido exponencialmente. Os dados da Aneel mostram um total de 10.561 conexões até 05/2017.

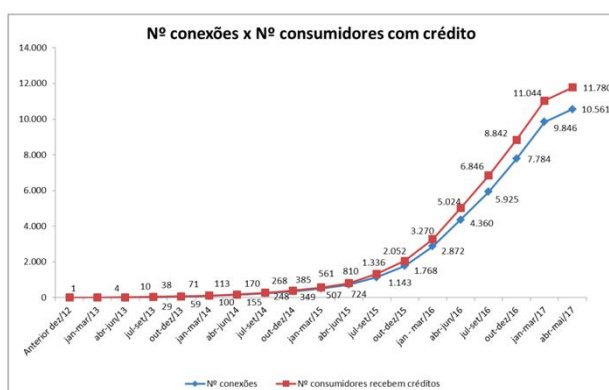


Fig 2 - Número de conexões de Micro e Minigeração distribuída

No entanto, a qualificação das empresas e a qualidade dos projetos referente aos sistemas fotovoltaicos tem deixado a desejar.

Some-se a esse fato a ausência de normas nacionais (ABNT) para as especificidades do sistema fotovoltaico e de determinados equipamentos que são utilizados nesse tipo de instalação, todos os ingredientes para acidentes, principalmente em residência, encontram-se existentes.

3.1 – Funcionamento de um gerador Fotovoltaico

Um gerador fotovoltaico consiste em uma série de equipamentos e materiais (placas solares, cabos, conectores, inversores, etc.) que transformam a energia do sol em energia elétrica.

Um sistema de energia fotovoltaica pode ser isolado da rede da concessionária (off-grid), conectado a rede da concessionária sem armazenamento de carga (on grid) ou conectado a rede da concessionária com armazenamento de carga híbrido), este último permitindo que em caso de falta de energia da concessionária, as instalações possuam energia elétrica para uso.

Os sistemas off-grid normalmente trabalham em extra baixa tensão e os sistemas híbridos ainda são incipientes no Brasil, dessa forma, o presente trabalho se focará no sistema on grid.

Ao contrário da maioria das outras fontes geradoras de energia (hidroelétrica, termelétrica, nuclear e eólica) a geração de energia em um sistema fotovoltaico é feita em corrente contínua (CC) e não em corrente alternada. As tensões de trabalho do sistema podem chegar a 1000V_{cc} em

pequenas aplicações e a 1500V_{cc} em aplicações maiores, tais como usinas solares.

3.2 – Desenvolvimento do mercado fotovoltaico de geração distribuída

Não é possível falarmos em segurança sem entender a cultura e as peculiaridades do setor. No caso do segmento fotovoltaico, a forma como foi desenvolvido é de suma importância para compreensão dos riscos que estão sendo assumidos.

Para desenvolvimento do setor, empresas passaram a importar os painéis solares e os inversores. Ao juntar tudo em um conjunto único, a legislação tributária permitiu que se tivesse uma série de benefícios tributários.

No entanto, ainda era necessário que se criasse profissionais aptos a vender, dimensionar e instalar esse sistema.

As empresas acima, chamadas de distribuidores, criaram cursos de capacitação, a fim de fomentar o mercado. Logo a seguir, novas empresas voltadas especificamente para treinamento de mão de obra para sistemas fotovoltaicos começaram a surgir.

A baixa barreira de entrada para trabalhar como instalador de sistemas fotovoltaicos (doravante chamado de integrador), aliado as condições econômicas do país, levou uma série de pessoas a buscarem esses cursos e a seguir iniciarem a venda e/ou instalação desse tipo de sistema.

No entanto, esses cursos focam na parte comercial e no dimensionamento de quantas placas e inversores são necessários para determinada produção de energia elétrica. Esses cursos não possuem, em sua maioria, nenhuma informação sobre eletricidade, e é permitido para qualquer pessoa que deseje realizar o treinamento.

Com isso, nos últimos anos, passamos a ter uma série de pessoas e empresas que se julgam aptas para desempenhar os serviços de instalação de sistemas fotovoltaicos, sem, no entanto, conhecer questões básicas de eletricidade e como lidar com os riscos inerentes a eletricidade e principalmente com os riscos elétricos de um sistema fotovoltaico.

3.3 – Os engenheiros eletricitas e o mercado fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico possui uma série de peculiaridades em relação à geração de energia em CA e as instalações elétricas que estamos habituados. Por se tratar, no Brasil, de uma tecnologia recente, esse tipo de sistema não faz parte da ementa da maioria, se não de todos, cursos de graduação em engenharia elétrica no Brasil. Dessa forma, os engenheiros eletricitas que militam em instalações elétricas no Brasil, para atuarem no setor, deverão buscar conhecimentos que até então não possuem.

A ausência de bibliografia nacional e de normas técnicas nacionais específicas para sistemas fotovoltaicos dificulta ainda mais essa busca por conhecimento.

Ao buscar conhecimento então, faz-se necessário recorrer a normas e bibliografia internacional, além do tempo dedicado ao estudo. Tudo isso traz um custo, o que, a priori, deveria ser repassado ao valor do sistema.

No entanto, apesar da legislação do sistema CREA/CONFEA prever que o profissional responsável por projetar e instalar sistemas fotovoltaicos tenha registro no conselho, tal fato não ocorre, tendo um sem número de profissionais apenas “vendendo” a assinatura sem estarem realmente projetando.

4.0 – Riscos oriundos de um sistema fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico apresenta certas particularidades quando comparada com nossas instalações elétricas em CA. Além do uso da CC, podemos destacar, a capacidade de iniciar e sustentar arcos fotovoltaicos em correntes pouco superiores a corrente nominal do sistema. Outra característica importante é que se há sol, tem tensão nos terminais da placa.

Os principais equipamentos em um sistema fotovoltaico também são específicos, com isso, o uso de equipamentos para as instalações em CA em CC traz um fator de risco de acidentes e/ou incêndio.

As normas de produto de alguns equipamentos trazem seu escopo tensões em corrente contínua até 1500V, no entanto, eles não atendem as peculiaridades de um sistema fotovoltaico, o que nos obriga a buscar equipamentos projetados para uso em sistemas fotovoltaicos, normalmente fabricados com normas internacionais ou estrangeiras. Muitos fabricantes no Brasil se aproveitam desse vácuo normativo para ofertar produtos que não são condizentes com as características de um sistema fotovoltaico.

4.1 – Vícios em projetos e instalações fotovoltaicas

Entre os principais vícios em instalações de sistemas fotovoltaicos residenciais no Brasil, podemos destacar:

- a) O uso de duas fontes de tensão no mesmo quadro e/ou eletroduto fechado, em desconformidade com o item 4.2.5.7 da NBR5410:2005.

Alguns distribuidores ofertam o quadro onde estão instalados os dispositivos de seccionamento e/ou proteção do sistema fotovoltaico e da concessionária no mesmo invólucro, sem separação física. Além de vedado por norma, quando desligamos a seccionadora do lado de CC

ainda teremos tensão caso haja insolação, o que pode levar a um erro humano durante serviços de manutenção.

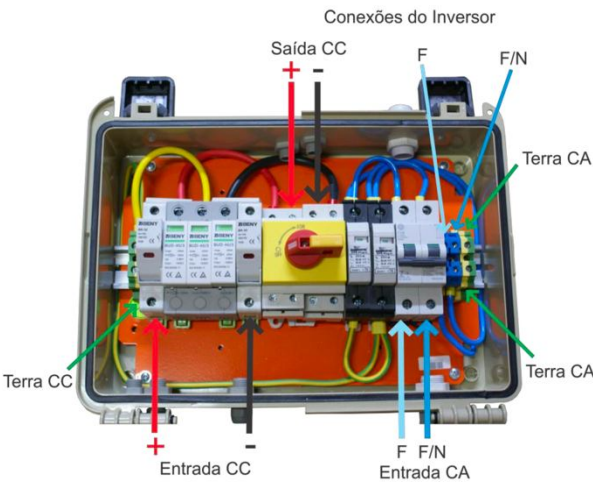


Fig 3 - String box com 2 fontes energia - Catalogo PHB Solar

- b) Uso de disjuntores para proteção e/ou seccionamento no lado de CC apropriados para CA.

A dificuldade de se comprar disjuntores apropriados para CC aliados a falta de conhecimento dos instaladores fez com que muitas instalações sejam feitas com disjuntores para uso em CA e não em CC, conforme foto abaixo, tirada em uma instalação existente no bairro do Humaitá, RJ.

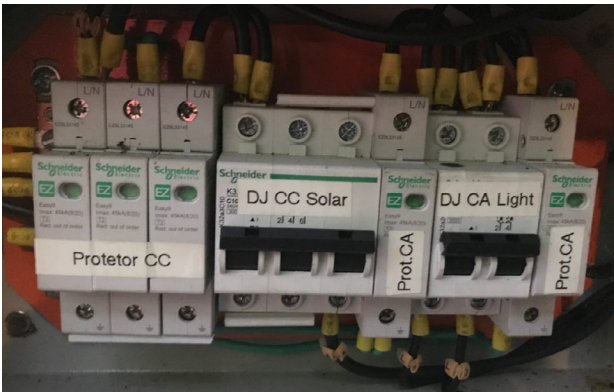


Fig 4 - Disjuntores CA e DPS CA utilizados erroneamente em CC – Foto de arquivo pessoal – Instalação em residência no Humaitá - RJ

- c) DPS não específicos para sistemas fotovoltaicos

Em um sistema fotovoltaico conectado a rede, sem acondicionamento de carga, a corrente de curto circuito é um pouco maior que a nominal.

Quando projetamos a instalação de um DPS fabricado conforme NBR IEC 61643-1, utilizamos um fusível de retaguarda, para que, ao fim da vida útil, ao se tornar um curto fase-terra, esse fusível de retaguarda abra e retire o DPS do circuito.

No entanto, ao utilizarmos esses DPS em sistemas fotovoltaicos, a corrente de curto será insuficiente para a operação desse fusível, mesmo em dias de boa insolação. Como o fim da vida útil do DPS ocorre, normalmente, em dias de tempestades, essa corrente será menor ainda, sendo mais difícil ainda a operação do fusível de retaguarda.

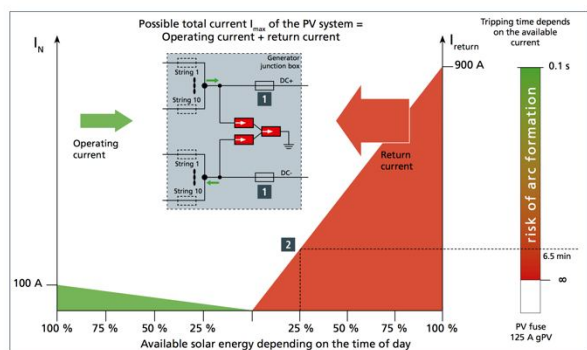


Fig 5 - Risco de formação de arco x tempo operação fusível - Imagem retirada de catálogo da Dehn

Com isso, ao utilizarmos um DPS conforme NBR IEC 61643-1, a chance de o DPS ao fim de sua vida útil formar um arco voltaico e virar um foco de incêndio são consideráveis (ver figura 5).

Esse problema foi diagnosticado na Europa, e em 2011 foi feita uma norma europeia (EN 50539-11) para DPS em FV, visando garantir que os DPS sejam desconectados a rede ao fim de sua vida útil.

Alguns dos principais fabricantes nacionais de DPS alegam que não precisam atender a essa norma, visto existir uma norma de produto que atenda a corrente contínua. Como DPS é um assunto muito específico, boa parte da comunidade técnica desconhece essas especificidades e de boa fé confia nesses fabricantes, colocando, no entanto, o patrimônio e a vida de seus clientes em risco.

- d) Desconhecimento das normas de instalações elétricas em CA

Todas as instalações de um sistema fotovoltaico conectado a rede possuem uma parte do sistema em CA e estão, necessariamente instalados em uma instalação que possui instalações elétricas em CA.

Não é factível que a condição das instalações em CA e o tipo de ambiente não

interfira no projeto e nas decisões para a instalação de um sistema fotovoltaico.

Sistemas fotovoltaicos instalados em locais de afluência de público, de ambiente assistenciais de saúde ou em locais de área classificada, precisam necessariamente atender as prerrogativas de segurança também desses locais.

Novamente, o fato de empresas e pessoas não conhecedoras do segmento de mercado de instalações elétricas torna-se uma fonte preocupante de falhas e vícios em instalações elétricas.

5.0 – NR-10 e as instalações fotovoltaicas

A Nr-10 tem por objetivo determinar os requisitos mínimos para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam com a eletricidade.

De acordo com seu item 10.1.2 temos:

“10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. “

Pelo texto acima, vemos que a NR-10 se aplica aos serviços de instalações fotovoltaicas, precisamos agora verificar o que o mercado não tem feito.

5.1 – Medidas de Controle

Ao determinar que se adote técnicas de análise de riscos para se poder determinar quais medidas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, a NR-10 já passa a exigir que os profissionais envolvidos na determinação dessas medidas já disponham de uma série de conhecimentos técnicos sobre o sistema fotovoltaico.

As empresas que possuam sistemas fotovoltaicos em suas dependências precisam manter atualizados seus esquemas unifilares, especificação do sistema de aterramento e demais equipamentos e sistemas de proteção. Esses dois pontos citados já demandam um conhecimento técnico de eletricidade, pois desde de antes da instalação são necessários uma série de conhecimentos em eletricidade para se determinar de como integrar o sistema fotovoltaico em uma

instalação já existente, mantendo um grau de segurança aceitável.

Para os estabelecimentos que sejam obrigados a constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas (PIE), será necessário o desenvolvimento e treinamento de uma série de procedimentos e instruções técnicas para realização de trabalho seguro com as instalações fotovoltaicas.

5.2 – Medidas de proteção coletiva

A NR-10 entende que as medidas de proteção coletivas prioritárias a serem adotadas são a desenergização e o uso de tensão de segurança, nessa ordem.

A desenergização de um sistema fotovoltaico em período diurno com boa insolação demanda uma série de procedimentos que podem ocasionar falha humana (i. e. retirar a carga e depois seccionar em um conector). A opção do uso de tensão de segurança só está disponível com o uso de microinversores ou MLPE, sendo o segundo tipo, no momento, sem distribuidores no Brasil.

Em virtude dessa dificuldade, que em muitas condições se tornará uma impossibilidade, outras medidas deverão ser tomadas, dentre elas o seccionamento automático da alimentação, que, também não conseguiremos fazer.

Dessa forma, podemos considerar, para fins de gerenciamento de riscos, que todo o trabalho no lado de CC de um sistema fotovoltaico é um serviço energizado, e as medidas de controle partirão desse pressuposto.

5.3 – Medidas de proteção individual

Por não conseguirmos executar o procedimento de desenergização, nem levar o sistema para uma tensão de segurança, será necessário o uso de EPI durante todo o serviço de manutenção. O principal problema desse ponto é que os EPI “padrões” para eletricitistas que se usa deverão ser revistos.

Para os eletricitistas que trabalhem no lado CA e CC do sistema, por exemplo, ou se usará luvas isolantes diferentes ou apenas uma luva para tensão mais alta, o que, no entanto, prejudicará o tato.

Qualquer uma das hipóteses (uso de duas luvas ou apenas a de maior tensão) gerará uma possível situação de trabalho inseguro, pois será possível que o trabalhador ou não troque as luvas, ou retire a luva para trabalhar no lado de CA.

A definição da vestimenta também terá maior complexidade, em virtude de o cálculo de energia incidente agora precisar considerar a parte de CC.

5.4 – Segurança em projetos

Esse é um ponto importante da NR-10, pois traz a preocupação com segurança para o início de tudo, que é o projeto.

Em instalações fotovoltaicas residenciais isso se torna um problema, pois o mercado considera que projeto são apenas os documentos entregues a concessionária para efetivação do sistema, não havendo dessa forma, preocupação com segurança em projetos para as instalações fotovoltaicas.

Um problema crônico do setor é que o dimensionamento e as especificações dos materiais vem sendo realizados pelas empresas de distribuição, que não necessariamente possuem em seu corpo técnico engenheiros e técnicos com expertise em instalações, o que seria normal, visto que o core business de uma empresa de distribuição deve ser voltado para a sua atividade e não para projeto, por exemplo.

Por melhor que seja a qualificação do profissional que for instalar, projetos com vícios, serão executados com vícios. Instalações sem projeto, que é o que ocorre na realidade na maioria das instalações sistemas fotovoltaicos residenciais no Brasil, estão fadadas a serem inseguras, por definição.

5.5 – Segurança em instalações elétricas energizadas

Como visto no item 5.2, garantir a desenergização ou o trabalho com tensão de segurança em sistemas fotovoltaicos nem sempre é factível.

Dessa forma, devemos considerar que as intervenções serão feitas com as instalações energizadas. Tal consideração, vai determinar, entre outras coisas, que:

- Necessário treinamento para trabalho com instalações elétricas energizadas, conforme Anexo II da NR-10;
- Trabalhos que exigem ingresso na zona controlada deverão ter procedimentos específicos.
- Sempre que inovações tecnológicas forem implementadas, devem ser previamente elaboradas análises de risco, com os circuitos desenergizados e os procedimentos de trabalho.

O atendimento a essas condições já vai exigir um certo grau de estruturação e profissionalismo de parte das empresas e profissionais que se dispõem a executar esse tipo de serviço. O problema reside no fato do senso comum do mercado de entender que esse tipo de serviço é simples, impressão essa reforçada pelos diversos cursos de energia fotovoltaica oferecidos no país.

Por isso, além dos riscos que as peculiaridades do sistema fotovoltaico possuem,

temos um elemento agravante, que é o desconhecimento da existência de determinados riscos.

5.6 – Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores

Esse item da NR-10 esclarece que todos os trabalhadores que intervirão em instalações elétricas deverão ter autorização da empresa. Para serem autorizados, esses trabalhadores precisam ser classificados (capacitados, qualificados ou habilitados) e realizarem o treinamento específico sobre os riscos decorrentes de energia elétrica.

Principal atenção devemos dar aos trabalhadores capacitados. A capacitação só é válida na empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado que o capacitou e que trabalhe sob a responsabilidade de um profissional habilitado e autorizado.

Com isso em mente, empresas ou profissionais que não são qualificados (não dispõem de curso reconhecido pelo sistema oficial de ensino na área de elétrica) não poderiam estar desempenhando os serviços que englobam instalações elétricas em sistemas fotovoltaicos, se não possuírem profissional habilitado que seja responsável por sua capacitação e que acompanhe o seu trabalho, o que não é realidade para a grande maioria das empresas de instalação de sistemas fotovoltaicos.

Essa restrição, que não foi pensada originalmente para sistemas fotovoltaicos, se torna uma barreira de entrada para novas empresas, mas auxilia e muito a segurança em sistemas fotovoltaicos, pois obriga que essas empresas, no mínimo, possuam eletricitas com formação educacional formal, se considerarmos, por exemplo, empresas que em seu modelo de negócio apenas instalam e não projetam.

No entanto, a forma como o mercado hoje se estruturou, despreza totalmente esse item. Com exceção das empresas que os sócios são profissionais habilitados e empresas de maior porte que já possuem esses profissionais em seu corpo técnico, a maioria das empresas de instalações elétricas do setor, que são de pequenas empresas, executam as instalações apenas com profissionais que nem capacitados o são.

5.7 – Treinamento – Segurança em instalações e serviços em eletricidade

O treinamento previsto na NR-10 há muito tempo teve seu conceito desvirtuado, se tornou uma fábrica de venda de cursos, ao invés de um avanço na segurança.

É comum o entendimento que o curso de NR-10 é condição necessária e suficiente para que se possa desempenhar um serviço de instalação correto e com segurança, o que é falso.

O curso, além de obrigatório, tem algumas considerações que deveriam ser cumpridas. A mais importante, talvez, seja a exigência de que o treinamento deve ter em mente os riscos que aquele profissional será submetido.

Podemos, então, concluir, que o curso para um trabalhador da distribuidora de energia será diferente de um para um trabalhador na manutenção de um parque fabril e por sua vez diferente de um trabalhador que realiza instalações elétricas prediais. Cada um desses trabalhadores, em caso de mudança de emprego ou local de trabalho, deveria passar por uma reciclagem, e além disso, um curso “padrão” lecionado por qualquer instituição não atenderá ao objetivo da NR-10, que é reduzir a possibilidade e ocorrência de acidentes em instalações elétricas.

Quando realizamos essa mesma interpretação para instalações fotovoltaicas, esse problema se torna mais drástico.

As especificidades são diferentes, os riscos são outros, o treinamento NÃO PODE necessariamente ser o mesmo dado.

Um profissional que já tenha o treinamento de NR-10, precisará, então, no mínimo de uma reciclagem. A carga horária dessa reciclagem dependerá das considerações dos profissionais responsáveis por esse treinamento, mas face as especificidades e do caráter novo das instalações fotovoltaicas, sugerimos, no mínimo, as 40 horas.

Observando a ementa mínima prevista na NR-10, notaremos que as medidas de controle de risco elétrico e seccionamento automático da alimentação deverão ser revistas, reforço das normas técnicas brasileiras, além da inclusão de, no mínimo, a NBR16274 (o bom senso sugere também o uso da IEC 62548) e da 5419.

EPI's, EPC's e procedimentos de trabalho deverão passar por uma forte revisão, o qual deverá ser feita por um conjunto de profissionais, tanto da área elétrica quanto da de segurança do trabalho.

6.0 – CONCLUSÕES

Tal como se caminha no setor de instalações de sistemas fotovoltaicos, estamos aumentando exponencialmente os riscos elétricos os quais as pessoas e os usuários das edificações que possuem sistemas fotovoltaicos estão submetidos. A forte expansão do mercado só tende a ampliar esse problema, e se não forem tomadas providências, questão de tempo para que acidentes graves aconteçam.

A solução para isso só será possível após os diversos players do mercado enxergarem isso e, juntos, começarem a propor e implementar medidas que mude esse retrato.

Para isso, a participação das principais associações do setor nessa tarefa é de suma importância.

Uma vida perdida será uma vida a mais que o aceitável.

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVEIRA, Aloizio Monteiro de. **Curso Básico de Segurança em Eletricidade**: Manual de Referência da NR-10. Natal: Edição do Autor, 2007. 304 p.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica**: Conceitos e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015. 224 p

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10**: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2005. 13 p.

AUSTRALIA. Electrical Safety Office. Department Of Justice And Attorney-general. **Electrical Safety when working around grid connected solar photovoltaic (PV) systems**. Queensland, 2011. 2 p. Disponível em: <https://www.energex.com.au/__data/assets/pdf_file/0007/139462/Solar-Power-Information-Sheet.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

COURT, Jeff. **Photovoltaic Solar Safety Management for Utilities**. 2014. Disponível em: <<https://incident-prevention.com/ip-articles/photovoltaic-solar-safety-management-for-utilities>>. Acesso em: 01 set. 2017.

KELLER, Kimberly. **Electrical Safety Code Manual**: A plain language guide to National Electric Code, OSHA and NFPA 70E. U.S.A: Elsevier, 2010. 384 p.

FRANCO, Vinicius Ayrão. **String Box CA + CC – Pode isso Arnaldo?** 2017. Disponível em: <<http://viniciusayrao.com.br/string-box-ca-cc-pode-isso-arnaldo/>>. Acesso em: 01 set. 2017

SKRA ZASCITE. **SPDs in PV Applications**. Disponível em: <http://www.ecs.fi/markkinointimateriaali/Ylij%C3%A4nnitesuojaus/Presentations/2011-09-26/1_spds-in-pv-applications_sept2011_ales-stagoj.pdf>. Acesso em 01 set. 2017



VIII IEEE ESW-Brasil 2017

A Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho

4 a 5 de outubro de 2017 – Salto, SP

A Metodologia de Ensino com Base em Competências no Desenvolvimento de Capacidades Técnicas de Segurança em Eletricidade

Eng. Wilson Rogério Carneiro
Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial, SENAI
Unidade Jandira - SP

wcarneiro@sp.senai.br

Prof. Dr. Gilmar Barreto
Faculdade de Engenharia Elétrica
e de Computação - FEEC
Universidade Estadual de
Campinas - UNICAMP
gbarreto@dsif.fee.unicamp.br

RESUMO

Desenvolver capacidades técnicas com foco na segurança em eletricidade em cursos de formação profissional e acadêmica é um desafio das instituições de ensino, que enfrentam a desvalorização do assunto pelos alunos e muitas vezes também pelos professores.

Conduzir os futuros profissionais, enquanto ainda estudantes, a atingir a cultura de segurança em eletricidade contribui na diminuição dos índices de acidentes de trabalho de origem elétrica no Brasil.

Este artigo faz uma análise da aplicação da Metodologia de Ensino com Base em Competências na construção de cursos de formação profissional, avaliando a sua influência no desenvolvimento das capacidades técnicas relacionadas à segurança em eletricidade nos cursos de graduação e técnicos que envolvem atividades dessa área.

Para esta avaliação, analisamos um Curso Técnico de Eletroeletrônica estruturado a partir da metodologia de ensino com base em competências. Esta metodologia prevê que o curso seja construído a partir de um comitê técnico setorial da área, que por sua vez estrutura o perfil profissional considerando as competências profissionais da função e a partir do perfil profissional definido, uma equipe de professores organiza o plano deste curso.

Entende-se, nesta metodologia, que o conhecimento ou conteúdo são subsídios para o desenvolvimento das competências profissionais e que estas são os objetivos do ensino. Isto potencializa estratégias de ensino que buscam refletir situações reais do cotidiano do profissional,

desse modo, os aspectos relacionados a segurança em eletricidade, que estão intrínsecos na atividade deste profissional, ficam evidentes no olhar do professor, que deve obrigatoriamente considerar esses aspectos no planejamento do ensino.

Este artigo traz uma reflexão sobre essa perspectiva da segurança em eletricidade na formação profissional e acadêmica de futuros profissionais e propõe também uma estratégia de ensino com potencial para ser implantada em cursos de formação profissionais e acadêmicos relacionados à eletricidade. Realizamos considerações sobre: “É possível desenvolver uma cultura de segurança em eletricidade nos profissionais, enquanto ainda na etapa de formação profissional ou acadêmica? ”; “Será que ao atingir esse comportamento, poderíamos mitigar a ocorrência de acidentes de trabalho de origem elétrica? ”; “Em quais momentos da formação profissional seria pertinente e adequado abordar as questões de segurança com o objetivo de desenvolver esse comportamento no futuro profissional da área? ”

1 – INTRODUÇÃO

Em tempos atuais, a formação do trabalhador não deve ser apenas regulada por tarefas relativas a postos de trabalho. O mundo do trabalho exige, cada vez mais, um profissional que domine não apenas o conteúdo técnico específico da sua atividade, mas que, igualmente, detenha capacidade crítica, autonomia para gerir seu próprio trabalho, habilidade para atuar em equipe e solucionar criativamente situações desafiadoras em sua área profissional.

A Metodologia de Ensino com Base em Competências considera métodos e técnicas para

serem aplicadas desde a criação de um curso ao planejamento das situações de aprendizagem, incluindo as estratégias de ensino e os critérios de avaliação que serão elaborados pelos docentes, no desenvolvimento das aulas, de modo que há um alinhamento no modo de pensar entre a criação do curso e o seu desenvolvimento, potencializando a eficiência na relação ensino/aprendizagem.

Na década de 50 e 60, prevaleceu na forma de organização do trabalho o modelo *taylorista-fordista* de produção que se caracterizava por uma visão de administração que legitimava a separação entre concepção e execução. Nesse modelo, uma enorme parcela dos trabalhadores, dedicados a execução, não necessitava, para o eficiente desempenho de suas respectivas tarefas, qualquer conhecimento que extrapolasse a rotina dos atos para os quais estavam sendo treinados.

O panorama mundial, contudo, modificou-se a partir da década de 70. As transformações no campo da tecnologia e do processo de trabalho redundaram em radicais reorganizações na dinâmica social. Mudanças tecnológicas vieram como resposta à exigência de qualidade em face do novo contexto econômico. Observou-se, assim, a passagem do antigo modelo *taylorista-fordista* para o modelo de produção flexível, conhecido como *toyotista*, (SENAI, 2013).

MODELO TAYLORISTA-FORDISTA	MODELO TOYOTISTA
Capacidade de cumprir tarefas	Capacidade de iniciativa, de tomada de decisões e de assumir responsabilidades
Capacidade de realizar tarefas simples e repetitivas	Capacidade de realizar tarefas variadas e complexas
Disciplina e obediência às instruções	Capacidade de identificar e resolver problemas com base em uma compreensão global
Trabalho individual e isolado	Capacidade de adaptação às mudanças e ao trabalho em equipe
Conhecimentos técnicos especializados e limitados	Nível elevado de conhecimentos técnicos transferíveis

Figura 1 - Diferentes Capacidades Exigidas no Modelo *taylorista-fordista* e no Modelo *toyotista* .

A partir de 1990, as estratégias de produção flexível chegaram ao seu limite natural e o problema para as empresas, conforme Mertens (1996), passou a ser o seguinte: como as empresas podem se diferenciar em um mercado tendente a globalizar-se e que facilita a difusão rápida e massiva de melhores práticas organizativas e das inovações tecnológicas?

Nesse contexto um novo perfil de profissional passa a ser demandado pelas empresas, não sendo mais suficiente o trabalhador executor de tarefas. Há a necessidade de novas competências comportamentais atreladas as competências

técnicas, potencializando a contribuição do indivíduo no alcance dos objetivos organizacionais.

Assim as instituições de ensino precisariam acompanhar essas mudanças e então surge o modelo de ensino baseado na metodologia de ensino com base em competências.

O desenvolvimento dos cursos pautados nesta metodologia, considera sempre o contexto do trabalho do referido profissional e isso favorece o desenvolvimento de capacidades técnicas e comportamentais relacionadas a segurança do trabalho, pois estas capacidades estão presentes no contexto das profissões.

2 – ESTRUTURAÇÃO DO CURSO

A concepção de cursos nessa metodologia, ocorre a partir da formação de um comitê técnico setorial, composto por diversos representantes da sociedade diretamente relacionados ao perfil do profissional em questão, como representantes do conselho da categoria, sindicato, profissionais de empresas de pequeno, médio e de grande porte, universidade e da instituição formadora com o objetivo de determinar exatamente a abrangência do perfil do profissional em questão.

Este comitê atua em um fórum especial como consultores, mediados por um especialista, na busca pela definição mais próxima possível de todas as competências profissionais exigidas pela ocupação.

Desse modo a probabilidade de o curso atender aos anseios dos demandantes é maior.

A presença de empresas/indústrias no comitê, faz com que competências profissionais relacionadas à saúde e segurança do trabalho sejam enfaticamente ressaltadas como essenciais na formação profissional em face a realidade da ocupação. Isso faz com que a instituição de ensino tenha que considerar esses aspectos na estruturação do curso e também no processo ensino/aprendizagem, uma vez que a competência profissional relacionada a esse quesito é apontada pelo comitê.



Figura 2 -Diagrama da Organização das Ofertas Formativas.

2.1 – Perfil Profissional

O Perfil Profissional é a descrição do que idealmente o trabalhador deve ser capaz de realizar no campo profissional correspondente à Ocupação. Expressa o nível de desempenho que se espera que o trabalhador alcance, indicando o que assegura que ele será competente ou o que o torna apto a atuar, com qualidade, no Contexto de Trabalho da Ocupação. É constituído pelas **competências profissionais** e pelo **Contexto de Trabalho da Ocupação**.

O Comitê Técnico Setorial é responsável pela definição do Perfil Profissional, tendo a responsabilidade de determinar todas as competências profissionais requeridas dessa ocupação, sejam essas técnicas ou não, além de fornecer informações precisas a respeito do contexto de trabalho desta ocupação, como jornadas de trabalho mais comuns, equipamentos, necessidade de viagens, etc.

A definição do Perfil Profissional é, talvez, o momento crucial da criação de um curso, pois irá direcionar toda a estruturação do curso, inclusive toda a infraestrutura (equipamentos e laboratórios) necessária para sua realização.

No momento de definição do Perfil Profissional são apontadas todas as competências profissionais necessárias para a ocupação, inclusive as competências profissionais relacionadas a segurança do trabalho.

O produto final do comitê é a descrição do item **“perfil profissional”** do **plano de curso**, que é o documento norteador de toda a estruturação do curso pelos professores especialistas e também pelos professores que irão planejar as suas aulas quando do andamento do curso.

Além dos atores principais que compõem o comitê como já mencionado no item 2, um grupo de professores especialistas também participam desse comitê, na condição somente de observadores, esse grupo jamais pode intervir na discussão do comitê mas devem acompanhar atentamente todas as discussões que acontecem ali com o objetivo de considerar o contexto do debate no momento da estruturação das unidades curriculares e dos conteúdos necessários com vistas a atender ao perfil profissional definido pelo comitê.

2.2 – Estruturação do Curso

Após a definição do perfil profissional pelo comitê técnico setorial, o grupo de professores especialista, que participaram como observadores do comitê, reúnem-se com o mediador do comitê em diversos momentos para estruturarem a execução do curso em questão.

O papel do mediador é fundamental nesse momento, pois deve conduzir o grupo de professores especialistas nessa tarefa.

Como resultado esse grupo descreve:

- As unidades curriculares;
- Carga horária de cada unidade curricular;
- Quais unidades devem acontecer primeiro;
- As capacidades técnicas a partir das competências profissionais e padrões de desempenho apontados no perfil profissional;
- A infraestrutura necessária para a execução do curso, relacionando laboratórios e oficinas, bem como equipamentos, instrumentos, materiais de consumo e softwares;
- A formação mínima necessária dos professores que devem ministrar o curso;
- Possíveis “saídas intermediárias”, ou seja, formações parciais após concluídas determinado conjunto de unidades curriculares;

Completando assim os itens necessários para finalizar o documento plano de curso, que será a partir desse momento utilizado pelos docentes no planejamento das aulas.

2.3 – Planejamento do Ensino

Na etapa de planejamento do ensino, a metodologia privilegia o uso de situações de aprendizagem que possam refletir as situações reais da profissão, de modo a aproximar a realidade da ocupação no contexto das situações de aprendizagem.

Assim, o docente deve analisar a unidade curricular, verificando as capacidades técnicas e as capacidades sociais, organizativas e metodológicas, bem como os conhecimentos listados, além de avaliar o perfil profissional descrito pelo comitê técnico setorial. Afim de

elaborar situações de aprendizagem que contemplam as capacidades listadas na unidade curricular com vistas ao perfil profissional desenhado pelo comitê.

MÓDULO BÁSICO	
UNIDADE CURRICULAR: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS - 120 horas	
Objetivo Geral: Instalações Elétricas Prediais tem como objetivo proporcionar a aquisição de fundamentos técnicos e científicos relativos a instalações elétricas, montagem de quadros de distribuição e testes de funcionamento de circuitos elétricos, bem como, o desenvolvimento de capacidades sociais, organizativas e metodológicas adequadas a diferentes situações profissionais.	
Competências Básicas e de Gestão	
Fundamentos Técnicos e Científicos 1. Identificar as características construtivas dos componentes e materiais necessários à montagem das instalações elétricas 2. Interpretar planta baixa e diagramas da instalação elétrica 3. Realizar teste de funcionamento dos componentes 4. Realizar a instalação de acordo com as normas e 5. Realizar a montagem de quadros de distribuição de 6. Realizar teste de funcionamento de circuitos elétricos Capacidades Sociais, Organizativas e Metodológicas 1. 2. Demonstrar capacidade de organização 3. Trabalhar de forma planejada 4. Demonstrar capacidade para trabalhar em equipe	Conhecimentos 1. Infraestrutura: 1.1. Redes de Eletrodutos: 1.1.1. Metálicos, 1.1.2. Plásticos, 1.1.3. Acessórios; 1.2. Redes de Eletrocalhas e perfilados: 1.2.1. Tipos, 1.2.2. Acessórios; 1.3. Técnicas de montagem: 1.3.1. Corte, 1.3.2. Ajuste, 1.3.3. Dobra, 1.3.4. Curva, 1.3.5. Rosca, 1.3.6. Conexão, 1.3.7. Traçagem, 1.3.8. Marcação, 1.3.9. Furação, 1.3.10. Fixação. 2. Condutores elétricos:

Figura 3 - Fonte: Plano de Curso - Técnico de Eletroeletrônica adotado no SENAI.

Considerando as capacidades, conhecimentos e perfil profissional, o docente prevê situações de aprendizagem contextualizadas a partir de situações reais de trabalho e para isso pode escolher dentre algumas estratégias de ensino sendo uma delas é a situação problema.

Situação-Problema é uma estratégia de ensino que apresenta ao aluno uma situação real de ordem teórica e prática, própria de uma determinada ocupação e dentro de um contexto que a torna altamente significativa. Sua proposição deve envolver elementos relevantes na caracterização de um desempenho profissional, levando o aluno a mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes na

busca de soluções para o problema proposto, (SENAI, 2013).

2.4 – Ensino da Segurança em Eletricidade no Curso Técnico de Eletroeletrônica

No exercício de suas atribuições profissionais, o trabalhador da área de eletricidade deve executar suas atividades técnicas segundo procedimentos técnicos e também de saúde e segurança do trabalho (SST). Trata-se de uma exigência da norma regulamentadora NR10, ou seja,

obrigatoriamente o profissional deve seguir procedimentos de segurança no desempenho de suas funções.

Essa competência profissional é apontada no comitê técnico setorial.

Em suas atividades, o Técnico de Eletroeletrônica executa tarefas, como a montagem de um painel de comando de determinada máquina ou manutenção em instalações elétricas prediais por exemplo. O ponto é que sempre estarão presentes procedimentos preventivos exigidos pela norma regulamentadora e consequentemente também exigidos pelas empresas.

Procedimentos de desenergização ou energização, dispositivos de bloqueio, análise preliminar de risco/perigo, prontuário das instalações elétricas, dentre outros, são aspectos do cotidiano desses profissionais que muitas vezes se deparariam com eles somente no mercado de trabalho.

Considerando este contexto e aproximando essa análise no desenvolvimento das atividades em sala de aula ou laboratório, o docente prevê, no desenvolvimento das aulas em laboratório, o contexto profissional da referida profissão.

Segundo Perrenoud (1999), a Situação-Problema deve provocar desequilíbrio no aluno e motivá-lo a buscar soluções inusitadas e novos conhecimentos. Ou seja, deve ser uma situação aberta que suscite no aluno uma postura ativa e a motivação necessária para buscar suas próprias respostas, em vez de esperar uma resposta já elaborada pelo docente ou por outros.

Nessa perspectiva, o problema deve envolver uma situação para a qual não se tem um caminho rápido e direto que conduza a solução.

A descrição de uma situação problema deve considerar:

- O contexto em que está inserido o profissional com o objetivo de colocar o aluno em uma situação em que possa imaginar-se no desempenho de sua função;
- Ter claro o desafio, ou seja, a demanda que foi solicitada pelo cliente ou supervisor por exemplo;
- Conter todos as informações/dados necessários para a solução do problema;
- Orientação quanto ao que se espera que o aluno faça, incluindo os aspectos de segurança;

2.5 – Análise de uma Situação Problema

Situação Problema: Um técnico de eletroeletrônica em uma empresa de ferramentaria faz parte da equipe de manutenção de máquinas. O moinho de derivados de plástico parou de funcionar e este

técnico acaba de receber uma ordem de serviço para iniciar a manutenção. (*contexto e desafio*)

Portanto, será exigido que o técnico: (*orientação quanto ao que se espera do aluno*)

- Leia a ordem de serviço para compreender o problema (*informações/dados*)
- Complemente as informações entrevistando o operador (*professor*) (*informações/dados*)
- Analise o diagrama e identifique possíveis causas ainda no diagrama (*informações/dados*)
- Faça a Análise Preliminar de Risco – APR (*procedimento de segurança*)
- Faça o planejamento da manutenção (*procedimento técnico e de segurança*)
- Execute os procedimentos de segurança de desenergização conforme NR10 (*procedimento de segurança*)
 - o Desenergizando o circuito
 - o Impedindo a reenergização acidental
 - o Conferindo se esta desenergizado
 - o Efetuando o aterramento temporário
 - o Sinalizando a área e a máquina
- Realize a manutenção (*procedimento técnico*)
- Execute o procedimento de energização conforme NR10 (*procedimento de segurança*)
 - o Removendo o aterramento temporário
 - o Removendo o bloqueio de energização
 - o Validar o funcionamento
 - o Remover a sinalização
- Valide a manutenção com o operador (*professor*) (*procedimento técnico e de segurança*)

Neste exemplo, em uma disciplina de Máquinas Elétricas e Acionamentos, nota-se a preocupação do professor em ensinar ao aluno como deve ser realizado a manutenção em uma determinada máquina, e que certamente antes de executar a manutenção de fato, o Professor desenvolveu todo o conteúdo a respeito do funcionamento dos componentes de comando e potência da referida máquina, bem como o funcionamento da própria máquina e abordou sobre como deve ser realizado um processo de manutenção. No momento da resolução da situação problema, o Professor preocupou-se ainda em “dizer” ao aluno exatamente quais são os passos que o aluno deve seguir para realizar a manutenção e assertivamente incorporou os procedimentos de segurança nesses passos.

Obviamente o instrumento de avaliação dessa atividade deve considerar todos os aspectos necessários para caracterizar que a manutenção foi realizada com sucesso e seguindo os procedimentos de SST.

Este exemplo, é fundamental para perceber a importância de contextualizar os aspectos de SST no desenvolvimento de disciplinas técnicas e

também demonstrar a pertinência dessa prática, uma vez que leva a aula ao nível mais próximo da realidade da profissão do referido curso, além é claro de habituar o aluno quanto a cultura da segurança em eletricidade.

2.6 – Cultura da Segurança em Eletricidade

O desenvolvimento de cursos pautados nessa metodologia requer uma mudança no modo de ensino tradicional e, portanto, demanda “quebras de paradigmas” com os professores, assim, treinamentos a respeito da metodologia e capacitação da equipe de docentes para o planejamento das aulas é fundamental para que o desenvolvimento do curso aconteça alinhado com o preconizado no plano de curso.

Contextualizar situações de aprendizagem que considerem toda a atuação do referido profissional, requer também que os professores tenham visão sistêmica da ocupação de modo a entenderem os motivos pelos quais devem incluir todos os aspectos da execução de uma tarefa, inclusive os de segurança.

A partir dessa visão sistêmica, sensibilizados e alinhados como o perfil profissional, identifica-se que a execução de atividades em laboratórios simula as condições reais de trabalho, inclusive sendo adotados procedimentos administrativos e de segurança relacionados e pertinentes a ocupação.

O reflexo disso, relacionado a cultura de segurança em eletricidade, é claramente percebido em função das práticas de segurança serem um hábito no desenvolvimento das aulas, sendo esses assuntos tratados pelos docentes de todas as disciplinas técnicas, onde se fazem presentes a aplicação desses conceitos, (CARNEIRO & BARRETO, 2017).

Na estruturação desse curso, não há uma unidade curricular específica de segurança em eletricidade, pois entende-se que esse assunto deve estar presente em todas as outras unidades curriculares técnicas, ou seja, não se ensina instalar uma lâmpada sem considerar todo o contexto do trabalho, inclusive de segurança, na execução e somente dessa forma é possível cultivar o comportamento seguro.

3 – ESTATÍSTICAS SOBRE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE NO BRASIL

No Brasil entre os anos de 2013 e 2015, segundo dados do Ministério do Trabalho e Previdência Social, foram contabilizados uma média de 684 mil acidentes de trabalho por ano, incluindo os acidentes típicos no ambiente de trabalho, os acidentes de trajeto e as doenças do trabalho.

Nas atividades profissionais ocorre o mesmo fenômeno de subvalorização da cultura da segurança e, nesse caso, implantar ou seguir os procedimentos de segurança do trabalho muitas vezes está associado a perda de produtividade ou a gastos “desnecessários”, ficando em segundo plano por parte das gerências das empresas e consequentemente desvalorizada pelo trabalhador.

3.1 - Dados estatísticos do Governo Federal

É importante registrar que informações sobre os trabalhadores são prestadas pelos estabelecimentos e, quando confrontadas com as obtidas pelos órgãos competentes, apresentam uma subestimação que pode ser explicada pela omissão, intencional ou não, dos declarantes. Apesar desta fragilidade, tais informações são utilizadas como balizadoras dos dados oficiais que tratam sobre a segurança e saúde do trabalhador (VERAS, PINTO, & SANTOS, 2011). Essa afirmação considera os dados disponibilizados pelo Governo Federal por meio do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho, que toma como fonte os dados das CAT's (Comunicação de Acidente de Trabalho) registradas pelas empresas no Brasil. Essa subnotificação dos acidentes de trabalho prejudica o mapeamento da real situação de acidentes no País.

Aqui cabe observar que existe subnotificação de acidentes em duas situações: dos acidentes ocorridos com trabalhadores no setor informal que não são reportados, e dos acidentes com trabalhadores do setor formal que também não são informados por meio da CAT. Tratamos aqui da segunda situação, uma vez que essa ocorre no universo dos trabalhadores que têm direito aos benefícios previdenciários. (VERAS, PINTO, & SANTOS, 2011)

De 2013 a 2015 houve redução de 113.032 acidentes, aproximadamente 15,5%, um resultado significativo.

Tabela 1 - Quantidade de acidentes de trabalho por ano, no Brasil 2013-2015. Fonte: DATAPREV, CAT, SUB.

2013	2014	2015
725.664	712.302	612.632

Apesar do número de acidentes do trabalho reduzir conforme “Tabela 1”, o número de óbitos não teve redução significativa, como observado no gráfico da “Figura 4”.

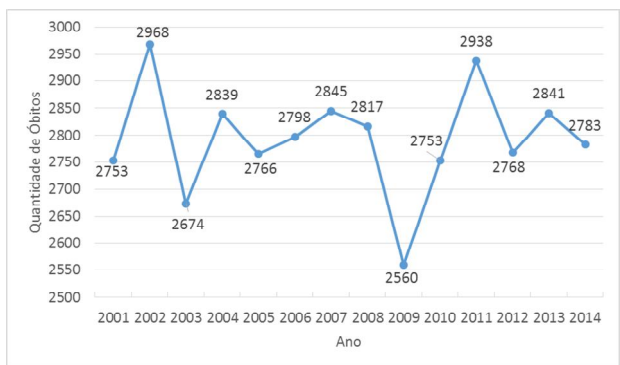


Figura 4 - Número de óbitos por acidentes de trabalho Fonte: DATAPREV, CAT, SUB.

Embora os dados apresentados na “Tabela 2” apresentem um “ranking” por CBO, não é possível analisar quais são realmente as funções correspondentes, pois estão agrupadas por família da CBO. Portanto, há diversos profissionais que podem ou não estar ligados à área de eletricidade e mesmo que sejam profissionais da área, o acidente registrado não necessariamente está relacionado com a eletricidade.

Tabela 2: Quantidade de acidentes do trabalho típico com CAT registrada por CBO no Brasil em 2014, somente as 6 que possuem maiores índices. Fonte: DATAPREV, CAT, SUB.

CBO	ACIDENTES
Trabalhadores dos Serviços	66713
Trabalhadores de Funções Transversais	62297
Trabalhadores da Indústria Extrativa e da Construção Civil	40598
Trabalhadores da Transformação de Metais e de Compósitos	37660
Técnicos de Nível Médio das Ciências Biológicas, Bioquímicas, da Saúde e Afins	32234
Escriturários	31909

Há também registros de acidentes de trabalho segundo o código da Classificação Internacional de Doenças CID-10.

Segundo os dados analisados, o registro de acidentes de trabalho com código W87 referente a exposição a corrente elétrica não especificada é de 419 no ano de 2015.

Isso nos leva a algumas hipóteses, a primeira é de que o número de acidentes envolvendo eletricidade é de fato reduzido quando comparado aos demais. A segunda é a subnotificação dos casos de acidentes envolvendo eletricidade que é um fato já apontado no primeiro parágrafo deste tópico e a terceira possibilidade é a falta de compreensão dos estabelecimentos para o registro adequado da CAT “mascarando” assim o real indicador de acidentes envolvendo eletricidade.

Ocorre que a metodologia de coleta dessas informações possui diversas deficiências:

- Omissão no registro dos acidentes de trabalho por parte dos estabelecimentos;

- Registro incorreto da CID-10 referente ao acidente;
- O registro da CID-10 nem sempre permite identificar a origem do acidente, por exemplo: O trabalhador sofreu traumatismo craniano devido a um choque que recebeu sobre um andaime, caindo e batendo a cabeça, a CID-10 referente a esse acidente será registrada referente ao traumatismo craniano, entretanto a origem do acidente foi elétrica;
- Complexidade do registro da CAT, fragilizando a informação.

3.2. Dados estatísticos da ABRACOPEL

A ABRACOPEL – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade nasceu em 2005 por iniciativa de seu fundador o Engenheiro Eletricista Edson Martinho como missão “Promover mudança de cultura sobre a segurança com eletricidade, a partir da conscientização da população e da capacitação de profissionais”, (ABRACOPEL, 2017).

Em virtude de não haver uma fonte estatística de dados oficial de acidentes de origem elétrica a ABRACOPEL adotou uma metodologia diferenciada de coleta dessas informações.

A partir de 2008 a ABRACOPEL iniciou uma coleta própria de dados utilizando o Google que possui um aplicativo de busca de notícias por meio de palavras chaves que o usuário define. Assim, quando uma notícia que contenha estas palavras caia na rede, ela automaticamente entra no e-mail da ABRACOPEL por meio de um alerta.

Estas notícias são depuradas uma a uma: lidas e verificadas sua veracidade. A partir daí elas são segmentadas utilizando um documento de base de dados com os detalhes que a entidade considera importantes, como: data, estado, cidade, gênero, faixa etária, ocupação, tipo de acidente, fatal ou não, dentre outros.

A partir do ano de 2013, a ABRACOPEL percebeu que precisaria ampliar sua base de dados de consulta, ou seja, não apenas grandes sites, mas também as redes sociais, *blogs*, *vlogs* e todo tipo de mídias eletrônicas que cresciam exponencialmente. A partir deste ano, com este aumento na base de dados, os números, como previstos, também cresceram.

Mesmo assim, acredita-se que são um recorte da realidade brasileira. A ABRACOPEL estima que o número real esteja em torno de 3 a 5 vezes o total levantado. O número de mortes por acidentes de origem elétrica (choque elétrico, incêndios por curto circuito e descargas atmosféricas) é apresentada na Figura 5.

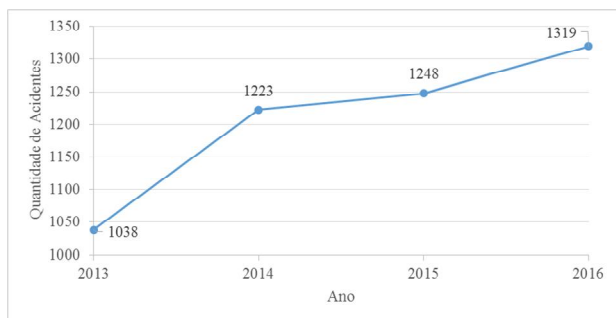


Figura 5 – Número de mortes por acidentes de origem elétrica.

Muitos acidentes não são relatados ou auferidos a outras causas que não a eletricidade. Exemplo: ao manusear a rede elétrica em um poste, a pessoa recebe a descarga elétrica e cai, vindo a falecer. Provavelmente, na certidão de óbito a causa será traumatismo craniano devido à queda e não a eletrocussão que gerou a queda. Ou ainda, tomando banho, a pessoa recebe uma descarga elétrica do chuveiro e tem uma parada cardíaca. Esta será a 'causa mortis' na certidão, porém a parada foi causada pelo choque elétrico.

Entretanto, é com esta realidade que trabalhamos. Enquanto o governo não abraçar esta causa e aplicar recursos para que tenhamos um levantamento estatístico muito mais apurado, estes números levantados com muita luta pela ABRACOPEL representam um recorte muito real do que acontece nas instalações elétricas de nosso país, (ABRACOPEL, 2017).

Os dados apresentados pela ABRACOPEL auxiliam na estimativa do número de acidentes envolvendo eletricidade, porém como salientado pela própria entidade a variação desses números pode ser grande em função da metodologia de captação dos dados. Assim, o crescimento do número de acidentes apontados pelo gráfico pode significar um aumento real de acidentes ou somente um aumento nas notícias referentes aos acidentes. Ou seja, a análise dos dados requer parcimônia e consideração de que a metodologia de aquisição pode ser influenciada pela tecnologia de comunicação dos tempos atuais.

6 – CONCLUSÕES

Cursos elaborados partir dessa metodologia tendem a estar alinhados com a demanda atual de mercado, pois partem da oitiva do mercado no momento de sua estruturação.

Considerar os aspectos de saúde e segurança do trabalho no desenvolvimento das unidades curriculares técnicas potencializam o desenvolvimento do comportamento de segurança em eletricidade nos alunos.

Submeter os alunos a situações de aprendizagem que possam simular situações reais de trabalho,

considerando a SST, fortalece o significado do comportamento seguro, pois o aluno irá viver esse contexto em todas as situações práticas.

É evidente que adotar o contexto da segurança em eletricidade nas atividades, quando necessário é claro, é real e pertinente ao desempenho da função, preparando o aluno para a realidade da profissão.

Atualmente, não é possível estimar com precisão o número de acidentes de trabalho envolvendo eletricidade, devido a fragilidade das informações prestadas pelo governo, embora haja iniciativas reconhecidas nesse assunto como a da ABRACOPEL.

A importância de iniciativas para fomentar a prevenção de acidentes de qualquer natureza é indiscutível, sobretudo nas atividades envolvendo eletricidade que possuem risco acentuado de morte, sendo caracterizada como atividade perigosa de acordo com a NR16. Ações que buscam mitigar o índice de acidentes envolvendo eletricidade salvam vidas e, conduzir o aluno para desenvolver um comportamento de segurança em eletricidade, consequentemente levará a diminuição de acidentes de trabalho de origem elétrica no País.

As melhores práticas para se mudar a cultura de uma sociedade passam pela escola e, no caso da formação técnica, pelas Universidades e Escolas Profissionalizantes. Assim, incluir no desenvolvimento das disciplinas técnicas os aspectos de SST, conforme a realidade da profissão, potencializam a consolidação de uma cultura de segurança elétrica nos alunos que passam a incorporar esse comportamento em suas atividades tratando esse assunto como trivial no dia-a-dia e consequentemente, a longo prazo, contribuindo para diminuir acidentes de trabalho fatais envolvendo eletricidade.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL. *Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica 2013-2016*, 2017

BONDE. *Governo Federal lança campanha de prevenção a acidentes de Trabalho*. Acessado em 14/05/2017 de:

<http://www.bonde.com.br/saude/saude-e-ambiente/governo-federal-lanca-campanha-de-prevencao-a-acidentes-de-trabalho-440163.html>

Carneiro, W. R. e Barreto, G. *A Importância do Ensino da Segurança do Trabalho em Eletricidade nos Cursos de Formação Profissional e Acadêmica*. XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2017 Joinville, SC, 26 a 29 de setembro de 2017.

Crow, D.R.; Liggett, D. P.; Scott, M.A. "Changing the Electrical Safety Culture". Anais: Electrical Safety Workshop (ESW), 2017 IEEE IAS. Reno, NV, USA, 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. *NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. Brasília, 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. *NR 16: Atividades e Operações Perigosas*. Brasília, 2014.

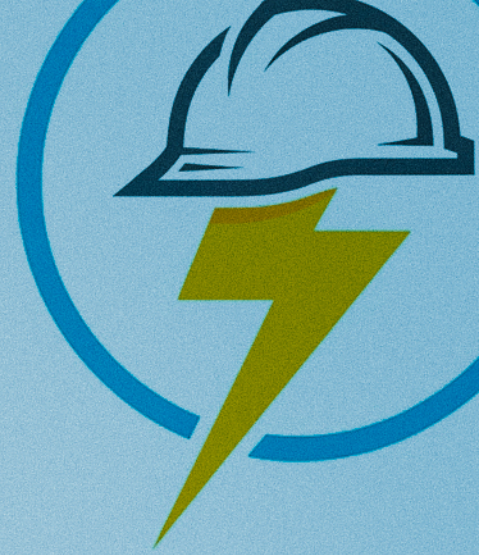
Moreira, Alexandre; "Estudo sobre a aplicação da norma regulamentadora número 10 do ministério do trabalho e emprego em laboratórios acadêmicos de engenharia elétrica". 2013, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – PPGEE, 118p, il. Tese (Mestrado).

Robert, D.; Doherty, M.; Lane, L.A. "*The Human Contribution to Workplace Incidents*". 2017, Revista da IEEE Industry Applications Magazine, p. 42-47.

SENAI, Metodologia SENAI de educação profissional, SENAI/DN, Aquarella, 2013.

Veras, M. E. P.; Pinto, M. G. P.; Santos, A. R. M., *Sistemas de informação do ministério do trabalho e emprego relevantes para a área de saúde e segurança no trabalho – Rais, CAGED, SFIT*. In: *Saúde e segurança no trabalho no Brasil: Aspectos Institucionais, Sistemas da Informação e Indicadores*, IPEA, 2011. p.[153]-[200]

.



2017 IEEE ESW BRAZIL

ELETRICAL SAFETY WORKSHOP BRAZIL (ESW BRAZIL)

4 A 5 DE OUTUBRO 2017 – SALTO - SP – BRASIL



IEEE
IAS  **INDUSTRY
APPLICATIONS
SOCIETY**

**XII ESW
BRASIL 2025**