



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GMI/20

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO – GT 12

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO - GMI

GERENCIAMENTO DE RISCOS EM MANUTENÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO ENERGIZADAS

**Antonio Carlos Vieira de Souza(*)
CHESF**

**Alexandre Manoel de Medeiros Borja Gomes
CHESF**

RESUMO

Tendo em vista as disposições regulatórias existentes, as quais penalizam as empresas transmissoras de energia elétrica na realização de atividades com indisponibilidade de ativos, torna-se vital a realização de trabalhos com equipamentos energizados e neste aspecto o segmento de manutenção de linhas de transmissão tem um relevante destaque no assunto.

O marco inicial da manutenção de linhas de transmissão é a predição através da realização das inspeções, onde esta atividade é fundamental na determinação da confiabilidade e dos custos da manutenção do sistema elétrico. O processo de inspeção é feito de forma periódica e padronizada, onde as anormalidades com potencial de se transformarem em defeitos são detectados em campo a partir da comparação com padrões estabelecidos em normativos e transportados para uma base de dados, para em seguida ser processada a sistemática de programação.

As técnicas de manutenção com linhas de transmissão de energizadas dependem do tipo de intervenção a ser realizada e do nível de tensão do equipamento a ser submetido à manutenção, sendo basicamente três tipos de trabalhos: ao contato (normalmente na distribuição), à distância e ao potencial e cada uma tem riscos associados, os quais devem ser identificados e controlados.

A NR 10 define que antes de se iniciar trabalhos no sistema elétrico de potência todos os membros da equipe em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço, ou seja, realizar a gestão dos riscos.

A adequação da NR - 10 resultou na redução dos acidentes com eletricidade, porém, com todos os recursos tecnológicos, treinamentos e formações profissionais, ainda ocorrem acidentes e isto pode se dá em função da ineficiência do planejamento e análise dos riscos em atividades com linhas de transmissão energizadas.

Este trabalho compara diversas metodologias de análises de riscos nas atividades que envolvem trabalhos em instalações energizadas (linhas de transmissão e barramentos de subestações energizados), com o objetivo de determinar as atividades e os riscos mais significativos associados a essas atividades.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão de Riscos, Manutenção, Linhas de Transmissão, Energizados, Segurança do Trabalho.

1.0 - INTRODUÇÃO

O governo federal lançou entre 2003 e 2004 as bases de um novo modelo para o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), amparado pelas Leis nº 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004, e pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Com isso, o novo modelo do setor elétrico visa atingir três objetivos principais:

- ✓ Garantir a segurança do suprimento de energia elétrica;
- ✓ Promover a modicidade tarifária;
- ✓ Promover a inserção social no Setor Elétrico Brasileiro, em particular pelos programas de universalização de atendimento.

O modelo prevê um conjunto de medidas a ser observada pelos agentes, como a exigência de contratação de totalidade da demanda por parte das distribuidoras e dos consumidores livres, nova metodologia de cálculo do lastro para venda de geração, contratação de usinas hidrelétricas e termelétricas em proporções que assegurem melhor equilíbrio entre garantia e custo de suprimento, bem como o monitoramento permanente da continuidade e da segurança de suprimento, visando detectar desequilíbrios conjunturais entre oferta e demanda.

Na questão da modicidade tarifária, o modelo prevê a compra de energia elétrica pelas distribuidoras no ambiente regulado por meio de leilões – observado o critério de menor tarifa, objetivando a redução do custo de aquisição da energia elétrica a ser repassada para a tarifa dos consumidores cativos. A inserção social busca promover a universalização do acesso e do uso do serviço de energia elétrica, criando condições para que os benefícios da eletricidade sejam disponibilizados aos cidadãos que ainda não contam com esse serviço, e garantir subsídio para os consumidores de baixa renda, de tal forma que estes possam arcar com os custos de seu consumo de energia elétrica.

Nesse modelo também foi instituída a Resolução 270 de 2007 emitida pela ANEEL para instituir as penalizações por indisponibilidade conhecida como Parcela Variável por Indisponibilidade (PVI). Atualmente uma nova resolução (729 de 2016) foi emitida pela agência. De forma bem generalista a PVI impõe custos (penalizações) aos agentes em caso de desligamento de instalações seja programado ou imprevisto.

Diante desse cenário as empresas transmissoras de energia elétrica devem empregar o uso de técnicas de trabalhos com linhas de transmissão energizadas e tendo em vista que os riscos de intervenções em linhas energizadas não são desprezíveis, faz-se necessário o emprego das melhores práticas de gestão de riscos de forma a atender a legislação da ANEEL, assim como a mitigação dos riscos previstos nas NRs.

2.0 - MODELO DO SETOR ELETRICO BRASILEIRO

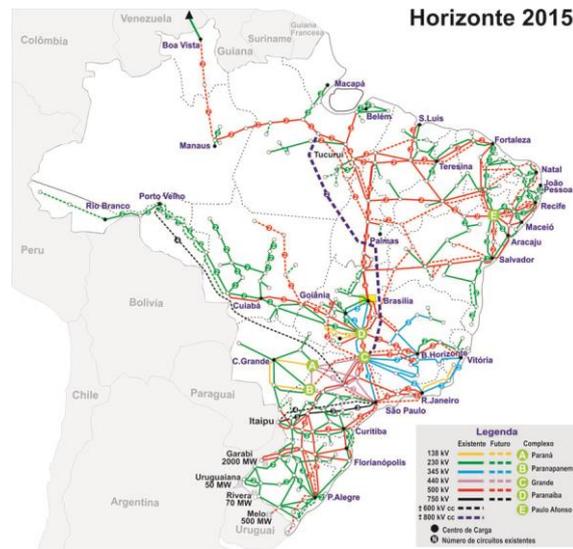
Com a entrada em vigor da nova Resolução 729/2016 da ANEEL, onde a qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica será medida com base na disponibilidade e na capacidade operativa das instalações de transmissão, devendo o período da indisponibilidade e o período e a magnitude da restrição da capacidade operativa serem apurados pelo ONS para cada evento com duração igual ou superior a um minuto, as empresas transmissoras de energia elétrica têm um grande desafio de manter a qualidade dos serviços prestados à sociedade, principalmente no quesito disponibilidade.

Mesmo não havendo corte de carga, o desligamento de funções de transmissão do sistema elétrico de potência, causa interferências no fornecimento de energia elétrica, através de variação de grandezas importantes, como frequência, tensão, as quais podem trazer transtornos a consumidores que possuem plantas sofisticadas, ou ainda reduzir a confiabilidade do sistema e, por estas razões, comprometem a qualidade da energia elétrica. Segundo Mehl a disponibilidade da energia elétrica representa um incremento na qualidade de vida das populações, desde um primeiro momento em que se implanta um sistema de distribuição de energia elétrica, a população local imediatamente passa a constar com inúmeros benefícios, tanto do ponto de vista de maior conforto doméstico como de melhores possibilidades de emprego e produção.

2.1 O Sistema Integrado Nacional

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS o Sistema Interligado Nacional – SIN possui tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontram-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica, ver Figura 1.

FIGURA 1 – Sistema de Transmissão de Energia Elétrica Brasileiro. Fonte ONS



2.2 Linhas de Transmissão

As linhas de transmissão de energia elétrica são responsáveis pelo transporte de energia dos centros de produção aos centros de consumo, assim como a interligação entre sistemas isolados. As linhas de transmissão em geral terminam nas subestações abaixadoras regionais, onde se inicia o processo de distribuição, ou subtransmissão. O desempenho elétrico de uma linha de transmissão depende, de forma quase que exclusiva, de sua geometria, e essa de suas características físicas, daí a necessidade do conhecimento dos componentes de uma linha de transmissão. (FUCHS, 1979).

3.0 - MANUTENÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Considerando-se o sistema elétrico como um processo produtivo, analisando as características das falhas das linhas de transmissão de e sua importância de acordo com a tabela 5.1, podemos classificá-las em sua grande maioria como de fácil detecção, aleatórias e pouco frequentes. (ROHRS, 2008).

TABELA 01 Classificação das falhas. Fonte ROHRS, 2008

Detecção da Falha ↑	Intervalo de Ocorrência		Frequência ↓
	Periódica ↑	Aleatória ↓	
Fácil e/ou barata →	Periódica Detecção Fácil	Aleatória Muito Frequente	← Muito
Difícil e/ou onerosa →	Periódica Detecção Difícil	Aleatória Pouco Frequente	← Pouco

A política de manutenção das linhas de transmissão no sistema elétrico brasileiro é feita de forma preditiva e preventiva com base na condição dos componentes destes ativos.

3.1 Inspeções em Linhas de Transmissão

O CIGRÉ através do grupo de trabalho B2.03 define as inspeções de linhas de transmissão em dois grandes grupos: as inspeções terrestres, que podem ser visuais e por instrumentos e as inspeções aéreas, onde basicamente a função da inspeção é encontrar anormalidades com potencial de se transformar defeitos, que em curto ou longo prazo podem acarretar em sua indisponibilidade.

Tem sido uma prática das empresas transmissoras de energia elétrica a classificação destas anormalidades, para que seja possível a priorização de eliminação através da programação da manutenção, daí verifica-se a importância desta etapa no processo da manutenção de linhas de transmissão.

O CIGRÉ através do grupo de trabalho B2.03 define as inspeções de linhas de transmissão em dois grandes grupos: as inspeções terrestres, que podem ser visuais e por instrumentos e as inspeções aéreas, onde basicamente a função da inspeção é encontrar defeitos, que em curto ou longo prazo podem acarretar em sua indisponibilidade.

A ANEEL também regulamentou os requisitos mínimos de manutenção e o monitoramento da manutenção de instalações de transmissão de rede básica, através da resolução ANEEL 669 de 2015.

Tem sido uma prática das empresas transmissoras de energia elétrica a classificação destes defeitos, para que seja possível a priorização de eliminação através da programação da manutenção, daí verifica-se a importância desta etapa no processo da manutenção de linhas de transmissão.

3.2 Intervenções em Linhas de Transmissão

Após o processo de inspeção e classificação dos defeitos encontrados passa-se então a fase de intervenção, que pode ser desenergizada, com a incidência das penalidades aplicadas ou energizada, onde nesse caso os métodos à distância ou ao potencial, ou ainda a aplicação destes dois métodos em uma mesma intervenção, de forma separada e alternada denomina-se de método misto.

O método à distância consiste na intervenção com a linha energizada em que o eletricista, distante do potencial e manuseando bastões isolantes, executa os diversos trabalhos de manutenção ou reparo das mesmas, para isso deve obrigatoriamente utilizar luvas de algodão limpas e secas durante o manuseio dos equipamentos isolantes (bastões).

O método ao potencial consiste na intervenção com a linha energizada em que o eletricista de manutenção fica em contato elétrico, por qualquer intervalo de tempo, com partes energizadas, estando ele isolado de outros potenciais, para isso deve obrigatoriamente utilizar vestimenta condutiva.

O acesso ao potencial se dá por dois processos: ativo ou passivo.

- ✓ No método ao potencial pelo processo ativo o eletricista se desloca para o potencial da instalação, através de equipamentos de acesso, sem auxílio de outras pessoas. No método ao potencial pelo processo passivo o eletricista é conduzido ao potencial da instalação, através de equipamento de acesso controlado por outras pessoas.
- ✓ No método ao potencial pelo processo ativo o eletricista se desloca para o potencial da instalação, através de equipamentos de acesso, sem auxílio de outras pessoas, ao passo que no método ao potencial pelo processo passivo o eletricista é conduzido ao potencial da instalação, através de equipamento de acesso controlado por outras pessoas.

Nos trabalhos de manutenção de linhas energizadas o eletricista deve rigorosamente obedecer a Distância de Segurança, que é a distância mínima da parte energizada, de forma a garantir que não haja descargas elétricas de potência envolvendo os eletricistas e suas ferramentas, mesmo na ocorrência de eventuais sobretensões. (Figura 2)

FIGURA 2 Manutenção de linhas energizadas ao potencial. Fonte: acervo Chesf



As condições atmosféricas também devem estar favoráveis, com tempo firme, com sol claro e sem ventos fortes.

Todos os eletricistas que trabalham em manutenção de linhas energizadas devem ser treinados em procedimentos de primeiros socorros, no que tange a choque elétrico, fraturas, queimaduras, hemorragia, picada de animais e parada cardíaca.

As utilizações de EPI específicas são obrigatórias e os equipamentos isolantes terão que ser limpos com uma flanela siliconizada embebida com álcool isopropílico ou acetona, além de ensaiados, quanto as suas condições de isolamento.

4.0 - SEGURANÇA DO TRABALHO

Em contraponto a definição de caráter econômico estabelecido pela ANEEL a NR-10 no item 10.2.8.2 que em trabalho no sistema elétrico de potência as medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

O trabalho em instalações com alta tensão é tão importante que a NR-10 dedica um item com as recomendações, onde alerta que:

- ✓ Aqueles que intervenham em instalações elétricas energizadas com alta tensão, que exerçam suas atividades dentro dos limites estabelecidos como zonas controladas e de risco;
- ✓ Devem receber treinamento de segurança, específico em segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas pela NR-10;
- ✓ Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, não podem ser realizados individualmente;
- ✓ Todo atividade em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aquelas que interajam com o SEP, somente pode ser realizada mediante ordem de serviço específica para data e local, assinada por superior responsável pela área.
- ✓ Antes de iniciar trabalhos em circuitos energizados em AT, o superior imediato e a equipe, responsáveis pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança em eletricidade e aplicáveis ao serviço.
- ✓ Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT somente podem ser realizados quando houver procedimentos específicos, detalhados e assinados por profissional autorizado.
- ✓ A intervenção em instalações elétricas energizadas em AT dentro dos limites estabelecidos como zona de risco, conforme Anexo II desta NR, somente pode ser realizada mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento.
- ✓ Os equipamentos e dispositivos desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme procedimento de trabalho específico padronizado.
- ✓ Os equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes ou equipados com materiais isolantes, destinados ao trabalho em alta tensão, devem ser submetidos a testes elétricos ou ensaios de laboratório periódicos, obedecendo-se as especificações do fabricante, os procedimentos da empresa e na ausência desses, anualmente.
- ✓ 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.

5.0 - GESTÃO DE RISCOS

Ruppenthal (2013) afirma que desde os primórdios as atividades inerentes ao ser humano, estão intrinsecamente ligadas com um potencial de riscos. A informação mais antiga sobre a necessidade da segurança no trabalho, alusiva à preservação da saúde e da vida do trabalhador, está registrada num documento egípcio, o papiro Anastácio V, quando descreve as condições de trabalho de um pedreiro: “Se trabalhares sem vestimenta, teus braços se gastam e tu te devoras a ti mesmo, pois, não tens outro pão que os seus dedos”. Com a evolução para a agricultura e o pastoreio, alcançou a fase do artesanato e atingiu a era industrial, sempre acompanhado de novos e diferentes riscos que afetam sua vida e saúde. Souza (2013) propõe as seguintes metodologias de gestão para riscos:

- ✓ Análise por Listas de Verificações - *checklist*;
- ✓ Análise Preliminar de Riscos – APR;
- ✓ Análise de Perigos e Operacionalidade - HAZOP (Hazard and Operability Analysis) ;
- ✓ Análise por Árvore de Falhas FTA - (Fault Tree Analysis) e
- ✓ Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA).

5.1 Análise por Listas de Verificações – checklist

A técnica de *checklist* é mais simples para avaliar os perigos. O checklist pode identificar e reconhecer perigos e proteger da submissão em relação aos padrões aceitos no projeto. A técnica pode ser aplicada para equipamentos, procedimentos ou materiais, e consiste de uma série de questões, específicas para cada tipo de processo, aplicadas para uma situação de interesse. (OLIVEIRA,2016)

Um checklist também pode ser usado se o projeto proposto tem uma história operacional substancial, de maneira que as áreas de problema potencial sejam relativamente conhecidas. O desenvolvimento do dele necessita de uma

pessoa que conheça o processo, a sua história e seus perigos, ainda que, para a aplicação, não se exija pessoal qualificado. Os checklist são adaptados para casos em que a maioria dos perigos dos processos foram identificados, eliminados ou reduzidos, baseados na experiência operacional. Se a tecnologia é desenvolvida ou parcialmente testada, sugere-se o emprego de outra técnica de avaliação de perigos. (OLIVEIRA,2016)

5.2 Análise Preliminar de Riscos – APR

A *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*, também chamada de Análise Preliminar de Riscos (APR) ou Análise Preliminar de Perigos (APP) é uma técnica de avaliação de perigo satisfatória que pode ser realizada por um ou dois indivíduos com experiência em perigos. Indica-se o método para casos em que a experiência é insuficiente para conhecer a identificação dos maiores perigos, sendo que, geralmente, a técnica é efetuada nas etapas preliminares do projeto. (OLIVEIRA,2016)

A PHA lista os materiais perigosos, componentes de equipamentos e condições de operações de processo. Para cada perigo, identifica-se a causa possível, as consequências e as medidas corretivas, sendo os dados obtidos listados em uma tabela. A análise dessa tabela apresenta os resultados na forma de uma lista de recomendações para redução ou eliminação dos perigos, porém a lista dos processos requer uma análise mais completa. (OLIVEIRA,2016).

Essa técnica consiste na primeira abordagem sobre o objeto de estudo, daí chamar-se preliminar. Seu foco de atuação consiste no estudo, durante a fase de concepção ou desenvolvimento prematuro de um novo sistema, com o fim de se determinar os perigos que poderão estar presentes na sua fase operacional, não sendo uma boa ferramenta para controle dos perigos. (OLIVEIRA,2016).

5.3 Análise de Perigos e Operacionalidade - HAZOP (Hazard and Operability Analysis)

O estudo de identificação de perigos e operabilidade, conhecido como HAZOP (Hazard and Operability Studies), é uma técnica de análise qualitativa desenvolvida para examinar as linhas de processo, identificando perigos e prevenindo problemas. A metodologia é aplicada também para equipamentos do processo e sistemas. Ruppenthal (2013).

O método HAZOP é principalmente indicado para a implantação de novos processos na fase de projeto ou nas modificações de processos já existentes sendo conveniente para projetos e modificações tanto grandes quanto pequenas. A situação ideal para a aplicação da técnica HAZOP é anterior ao detalhamento e construção do projeto, visando evitar futuras modificações, quer no detalhamento ou nas instalações. Muitas vezes, os acidentes ocorrem porque os efeitos secundários de pequenos detalhes ou modificações são subestimados. Isso porque, à primeira vista, parece insignificante e impossível identificar a existência de efeitos secundários graves e difíceis de prever, antes de uma análise completa. Ruppenthal (2013).

5.4 Análise por Árvore de Falhas FTA - (Fault Tree Analysis)

A FTA é um método sistemático para determinar e exibir a causa de um grande evento indesejável. O método inicia com o topo (ou final) do evento e desenvolve uma árvore lógica, mostrando as causas de evento por meio do uso de operadores lógicos 'e' e 'ou'. A análise da árvore de falha identifica pequenos grupos de eventos iniciadores, resultando no evento principal disposto no topo da árvore. Esses grupos de eventos são chamados de conjuntos de pontos mínimos (minimalcut sets). Ruppenthal (2013).

Permite uma abordagem lógica e sistemática de um evento muito indesejado. Essa técnica pode fornecer a probabilidade de ocorrência em estudo e gera os chamados conjuntos mínimos catastróficos, que são falhas simultâneas, desencadeadoras de catástrofes. A AAF encontra sua melhor aplicação diante de situações complexas devido à maneira sistemática na qual os vários fatores podem ser apresentados. Se cada evento, em um conjunto de pontos mínimos, ocorre, o topo do evento irá ocorrer. Ruppenthal (2013).

A AAF é uma técnica dedutiva para a determinação de causas potenciais de acidentes e de falhas no sistema, além do cálculo de probabilidade de falhas. Método excelente para descobrir o mecanismo de encadeamento das várias causas que poderão dar origem a um evento indesejável (falha). Ruppenthal (2013).

5.5 Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA)

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), é uma ferramenta que tem por finalidade, evitar, utilizando técnicas de análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, a ocorrência de falhas no projeto do produto ou do processo. O objetivo básico desta ferramenta é reduzir a probabilidade do produto ou processo falhar durante sua operação, ou seja, busca-se aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto/processo. (TOLEDO, 2006).

A norma ABNT NBR 5462, ano 1994, define FMEA como “*Método quantitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de panes (falhas) que podem existir para cada subitem e a determinação dos efeitos de cada modo de pane sobre os outros subitens e sobre a função requerida do item*”.

A FMEA é uma técnica de confiabilidade que tem como objetivos: o reconhecimento e avaliação das falhas potenciais em produtos ou processos, identificar e tomar ações que possam eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência destas falhas e documentar o estudo de forma a referenciar e auxiliar revisões e desenvolvimentos futuros do processo ou projeto. A FMEA pode ser classificado em FMEA de Projeto e FMEA de Processo, onde o sucesso da aplicação do FMEA está na localização temporal em que os estudos foram realizados, pois devem ser feitos antes do evento e não após a ocorrência da falha (FOGLIATTO e DUARTE, 2009).

Devido ao FMEA ser uma metodologia qualitativa, alguns autores introduziram o conceito de FMECA do inglês Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, que pode ser traduzida como Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Criticidade, com o objetivo de quantificar a metodologia (SAKURADA,2001), onde Siqueira (2012) usa a expressão 1 para a quantificação do risco.

$$\text{Risco} = \text{Severidade} * \text{Frequência} \quad (1)$$

Tanto Siqueira (2012), quanto a QS 9000, introduzem o conceito de detectabilidade para definir uma probabilidade para este risco. A QS 9000, define como Número de Probabilidade de Risco – NPR, que é definido como o produto entre (S) severidade, (O) ocorrência e (D) detecção de cada modo de falha, conforme expressão:
NPR=S.O.D

6.0 - CONCLUSÃO

A manutenção de linhas de transmissão realizada através de intervenções energizadas é de extrema importância para continuidade do fornecimento de energia elétrica com qualidade, garantindo a modicidade tarifária e permitindo a sustentabilidade financeira das empresas transmissoras de energia elétrica.

Neste contexto entra a necessidade de se garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos nestas atividades, através de um modelo adequado de gestão de riscos de forma que exceda às exigências da legislação, mas garanta a preservação da integridade física daqueles que laboram em trabalhos com esse nível de risco.

Comparando-se as metodologias apresentadas neste trabalho, verifica-se que a análise por lista de verificação não é eficiente para gestão de segurança em trabalhos energizados por não quantificar os riscos existentes e permitir uma gestão destes entes na segurança do trabalho.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIGRÉ, Brochura Técnica 002. Critérios de Avaliação de Isoladores em Serviço. Grupo de Trabalho B2.03. 2008.

CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. INSPEÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO E BARRAMENTOS DE SUBESTAÇÕES ENERGIZADAS. Recife: 11ª Edição, 2011.

CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. MANUTENÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO E BARRAMENTOS ENERGIZADOS. Recife: 8ª Edição, 2011.

FOGLIATTO, F. S.; DUARTE, J. L. Confiabilidade e manutenção industrial – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FUCHS, Rubens Dario. Transmissão de Energia Elétrica. Linhas aéreas; teoria da linhas em regime permanente – Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.

OLIVEIRA, Paulo Rogério de Albuquerque. Apostila da Disciplina Gerência de Riscos. Brasília: Universidade Cândido Mendes, 2016.

QS 9000 - Quality System Requirements. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation. Third Edition, March, 1998.

ROHRS, Marcelo. Políticas de Manutenção. Apostila da Disciplina Técnicas de Monitoramento do MBA em Gestão de Manutenção. Salvador: Unifacs, 2008.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. Gerenciamento de riscos / Janis Elisa Ruppenthal. – Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

SAKURADA, Eduardo Yuji. As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001.

SIQUEIRA, Iony Patriota. Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação - Rio de Janeiro: Qualimark Editora. 2012.

SOUZA, Antonio C. V. Manutenção Centrada na Confiabilidade Aplicada à Gestão de Linhas de Transmissão em Áreas de Ocupação Irregular de Faixas de Passagem. XXII SNPTEE. Brasília, outubro de 2013.

TOLEDO, José Carlos de; AMARAL, Daniel Capaldo. FMEA: Análise do Tipo e Efeito de Falha. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>. Acesso em 15/02/2017.

**Antonio Carlos Vieira de Souza**

Feira de Santana/BA – 1971

UFBA Engenharia Elétrica/1998 –Unifacs Especialização em Gestão de Recursos Humanos/2004; Especialização em Gestão da Manutenção/2008; UFCG Mestrado em Engenharia Elétrica/2014; UFBA Doutorado em Engenharia Elétrica /2016 (andamento); Universidade Candido Mendes Especialização em Engenharia de Segurança Trabalho/2017

Engenheiro Eletricista da Chesf desde 2004 atuando nas áreas de manutenção de linhas de transmissão e subestações. Maiores detalhes em: <http://lattes.cnpq.br/9066164039769600>

**Alexandre Manoel de Medeiros Borja Gomes**

Natal/RN - 1977

UFRN – Engenharia Elétrica - 2002 / UEPB – Especialização em Geoprocessamento -2011 / UFCG – Mestrado em Engenharia Elétrica - 2014 / USP – Especialização em Engenharia de Segurança - 2014

Engenheiro Eletricista da Chesf desde 2002 atuando nas áreas de manutenção de linhas de transmissão e subestações. Maiores detalhes em: <http://lattes.cnpq.br/9185786028228628>