

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE

OSNÍ ADRIANO DE PAULA E SILVA

**CONFIABILIDADE HUMANA APLICADA NA EXECUÇÃO DE
MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM COMUTADOR DE DERIVAÇÃO EM
CARGA TIPO MIII DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA de 20MVA
A 150MVA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Curitiba
2015

OSNÍ ADRIANO DE PAULA E SILVA

**CONFIABILIDADE HUMANA APLICADA NA EXECUÇÃO DE
MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM COMUTADOR DE DERIVAÇÃO EM
CARGA TIPO MIII DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA de 20MVA
A 150MVA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Confiabilidade, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

Curitiba
2015

RESUMO

SILVA, Osní Adriano de Paula e. **CONFIABILIDADE HUMANA APLICADA NA EXECUÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM COMUTADOR DE DERIVAÇÃO EM CARGA TIPO MIII DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA de 20MVA A 150MVA.** Monografia do Curso de Especialização em Engenharia da Confiabilidade do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

O comutador de derivação em carga do tipo MIII é um equipamento de alta complexidade e de grande importância para o sistema elétrico, sendo que na execução da manutenção é necessária a presença de um especialista repassando todas as orientações necessárias para a perfeita execução da intervenção.

Devido a aposentadoria do técnico especialista que manteve o parque de comutadores de uma empresa durante décadas, não deixando substituto e sendo necessário dar continuidade às manutenções, foi desenvolvido um estudo sobre a confiabilidade humana aplicada à manutenção nos comutadores buscando o levantamento da probabilidade de ocorrência de falha devido a falta de conhecimento específico do equipamento, através de entrevistas com alguns possuidores do conhecimento citado e com o técnico especialista sênior que também contribuiu, sendo encontrada uma probabilidade de ocorrência de falha humana de 40,59% na execução da atividade.

Palavras-chave: Confiabilidade Humana, Gestão do Conhecimento, Comutador de derivação em carga.

ABSTRACT

OSNÍ, Adriano de Paula e. **RELIABILITY, MAINTAINABILITY AND AVAILABILITY ANALYSIS OF MILLS INDUSTRIAL PLANT**. Monograph of Specialization in Reliability Engineering of Academic Department of Electrical Engineering at Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2015.

The tap-changer Mill load type is a highly complex equipment and of great importance to the electrical system, and the implementation of maintaining the presence of an expert passing all the necessary guidance for the perfect execution of the intervention is required. Due to the technician retirement performed maintenance switches the park of a company for decades and have numerous peculiarities, left no substitute. A study on human reliability applied to maintain the switches seeking the lifting of the probability of failure due to lack of specific knowledge of the equipment was developed through interviews with some of the cited knowledge holders and also with senior technical specialist who also contributed your knowledge, found a probability of occurrence of human error of 40.59% in performing the activity.

Keywords: Human Reability, Knowledge Management, Load tap switch

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 SEVERIDADE DA FALHA HUMANA	7
TABELA 2 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS CENÁRIOS	8
TABELA 3 GRAU DO RISCO DE OCORRÊNCIA	11
TABELA 4 RECORTE DA PLANILHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE FALHA HUMANA	14

LISTA DE FIGURAS

GRÁFICO 1 TIPOS DE COMUTADORES	6
--------------------------------------	---

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Procedimentos metodológicos.....	1
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	2
2.1	Gestão do Conhecimento	2
2.2	Manutenção.....	3
2.3	Confiabilidade.....	3
2.4	Manutenção Centrada em Confiabilidade	4
2.5	Confiabilidade Humana	4
2.6	Transformador de Potência	5
2.7	Comutador de Derivação em Carga	5
3	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	6
4	METODOLOGIA	7
4.1	Análise dos passos do fluxograma	10
4.2	Análise dos resultados	11
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
	Apêndice A	14
	REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento tem se tornado um recurso cada vez mais importante para as organizações, sendo que em alguns setores devido a aposentadoria de grande parte do corpo técnico, o conhecimento vem sendo perdido e surge a necessidade de implantação de métodos de transferência de conhecimento. Para Davenport (2011) o "Conhecimento é resultado da experiência adquirida ao longo dos anos de dedicação e está dentro das pessoas".

Na empresa de energia o especialista em comutadores de derivação em carga, que durante quatro décadas manteve seu parque de comutadores e devido inúmeras peculiaridades intrínsecas não deixou nenhum substituto e agora com sua aposentadoria, a manutenção nos comutadores precisa ser executada, mesmo com risco de falha humana.

O comutador de derivação em carga (CDC) é o equipamento que possui grande importância e complexidade no transformador de potência. Para Milasch (1983) a manutenção nesse tipo de equipamento deve ser realizada por profissional com profundo conhecimento e habilidades que contribuam para a garantia da sua confiabilidade. A ocorrência de falhas nesse equipamento, além de comprometer a operação do sistema, pode gerar grandes despesas com sua recuperação ou substituição, podendo causar até mesmo a perda total do comutador ou do próprio transformador de potência.

1.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Será desenvolvido um estudo sobre a Confiabilidade Humana aplicada na execução de manutenção preventiva no CDC do tipo MIII dos transformadores de potência, pois correspondem a 47% dos comutadores de derivação em carga instalados em todo o estado.

O estudo será realizado através de entrevistas com alguns técnicos que por meio de um levantamento realizado de todas as etapas de uma atividade de manutenção, serão atribuídos pesos para cada etapa e com base em uma metodologia, será calculado a probabilidade de ocorrência de falha humana na

execução da atividade e assim poder bloquear os riscos através da melhoria na gestão do conhecimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão do Conhecimento

O conhecimento é um dos ativos mais importantes existentes nas empresas. É considerado como ponto relevante estando diretamente associado aos bons resultados e deve ser disponibilizado para todos na sociedade, através da criação do conhecimento.

De acordo com Davenport (2011), o "Conhecimento é uma mistura fluída de experiência condensada, valores, informação contextual e insight experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e a incorporação de novas experiências e informações". Ainda o mesmo autor afirma que: "O conhecimento existe dentro das pessoas e se desenvolve ao longo do tempo através da experiência".

Também os autores Nonaka e Takeuchi (1946), identificaram que o conhecimento é tácito e explícito, ou seja, o que pode ser expresso em palavras, números e sons é o conhecimento explícito e o que não é facilmente visível e explicável, que está na mente das pessoas, é o conhecimento tácito.

Ainda Choo (1953) define que "O conhecimento tácito é difícil de verbalizar porque é expresso por habilidades baseadas na ação e não pode se reduzir a regras e receitas. É aprendido durante longos períodos de experiência e execução da tarefa". Também o mesmo autor define que "O conhecimento explícito é aquele que pode ser expresso formalmente com a utilização de um sistema de símbolos podendo ser facilmente comunicado".

Os autores Nonaka e Takeuchi (1946), também determinaram que a interação entre o conhecimento tácito e o explícito através de quatro modos de conversão de conhecimento: socialização, externalização, combinação e internalização, criam

conhecimento e a chamaram de espiral do conhecimento.

O conhecimento e a experiência são adquiridos conforme o próprio interesse individual que produz uma dedicação por determinados assuntos.

O grande desafio é realizar a transição do conhecimento tácito para o explícito em uma organização, ou seja, fazer a conversão do conhecimento das especialistas para um sistema replicável em treinamentos e procedimentos.

2.2 Manutenção

A manutenção é considerada como uma função estratégica, pois sua "*performance*" está ligada diretamente ao resultados da empresa, tendo como objetivo a garantia da disponibilidade produzindo resultados e a sua gestão deve estar alinhada com as diretrizes da alta administração.

Nascif (2010) definiu a missão da Manutenção: "Garantir a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos de modo a atender a um programa de produção ou de prestação de serviços com segurança e preservação do meio ambiente e custos adequados." Também, para Moubray (2000), A missão da manutenção é "Assegurar que os ativos físicos continuem a fazer o que seus usuários querem que ele faça". Milasch (1983), que é referência no setor elétrico definiu que "A manutenção é toda atividade que se realiza em equipamentos com a finalidade de assegurar o cumprimento das funções para as quais foram fabricados ou construídos, levando em consideração as condições operativas e econômicas".

2.3 Confiabilidade

A confiabilidade passou a ser implementada após a Primeira Guerra Mundial devido a grande expansão da indústria aeronáutica e as consequências causadas por problemas com as aeronaves.

Segundo a norma ABNT NBR 5462 (1994), a Confiabilidade é definida como a probabilidade de um ativo desempenhar uma determinada função, de forma adequada, durante um intervalo de tempo. Branco (2004) a define como sendo "A

Confiabilidade é a probabilidade de que um item ou máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento."

2.4 Manutenção Centrada em Confiabilidade

Para Moubray (2000), "A manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional". Ela teve suas origens na década de 50, como resultado de vários estudos de confiabilidade desenvolvidos pela indústria da aviação civil americana (DIAS, 2011).

É um método ainda considerado novo, através de dados estatísticos é possível programar a intervenção no momento certo, ou seja, executar manutenção no tempo ótimo, assim reduzindo os custos e contribuindo com a vida útil dos equipamentos.

2.5 Confiabilidade Humana

Nos últimos anos, a globalização de produtos e mercados tem ocupado, permanentemente, a discussão acadêmica e a ação dos executivos. Com o avanço da tecnologia, tudo pode ser teleoperado, monitorado e simulado, mas em todos os casos é indispensável a presença de um operador para auxiliar no funcionamento do sistema, manutenção ou operação, podendo cometer erros, por engano, deslizes ou até mesmo por falta de conhecimento. Para Pallerozi (2011), os erros humanos ocorrem devidos principalmente por falta de conhecimento, lógica e razão. O mesmo autor definiu a Confiabilidade Humana como " A Probabilidade de que uma pessoa não falhe no cumprimento de uma tarefa (ação) requerida, quando exigida, em um determinado período de tempo." Ainda, o mesmo autor afirma que não existem pessoas à prova de falhas e que as mesmas podem ser previstas, quantificadas e minimizadas. Para ele o elemento básico para o desempenho funcional e operacional das tarefas a serem cumpridas é a qualificação humana.

Existem tarefas que devido suas particularidades, além da qualificação

também é necessário experiência na atividade. Sendo este um agravante, pois muitos profissionais experientes estão aposentando sem deixar substitutos prontos para continuar as atividades.

Assim, através do método de levantamento de riscos de falhas humanas, é possível prever as prováveis falhas e fazer ações para evitá-las ou reduzi-las. Esse levantamento é feito por técnico com relativa experiência afim de realizar um levantamento completo.

2.6 Transformador de Potência

De acordo com Mamede (2005), "O Transformador de Potência é um equipamento estático que por meio de indução eletromagnética transfere energia de um circuito, chamado primário para um ou mais circuitos, denominados secundário e terciário, com frequência constante".

Tem como função fazer a interligação do sistema elétrico transmitindo potência para toda as regiões em vários níveis de tensão através das linhas de transmissão e distribuição.

A ocorrência de falhas nesse equipamento pode ocasionar interrupções de fornecimento de energia por períodos prolongados, podendo repercutir no sistema produtivo industrial e na sociedade de forma geral (Cigre-Brasil, 2013).

2.7 Comutador de Derivação em Carga

O comutador de derivação é um dispositivo que varia a relação de espiras do enrolamento de transformador, regulando a tensão de operação. É projetado para alterar a posição de derivação e variar a relação de transformação do transformador enquanto ele esta energizado e em carga, executando esta função sem qualquer interrupção de energia. Esse processo é feito com dispositivos operados mecanicamente que selecionam as várias posições de derivação, alterando as correntes de carga e os degraus de tensão.

Para Milasch (1983), que é um grande especialista do setor elétrico, "A manutenção no comutador de derivação em carga deve ser realizado por pessoal

treinado e com conhecimento detalhado da estrutura e do funcionamento do comutador".

3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Existem vários tipos de comutadores de derivação em carga e de vários fabricantes instalados nos transformadores de potência da empresa de energia. Por meio de um levantamento realizado no banco de dados da concessionária estudada, foi verificado que 47% do seu parque de comutadores no estado são do tipo M e os 53% restantes são divididos em outros 5 tipos de comutadores, conforme o gráfico.

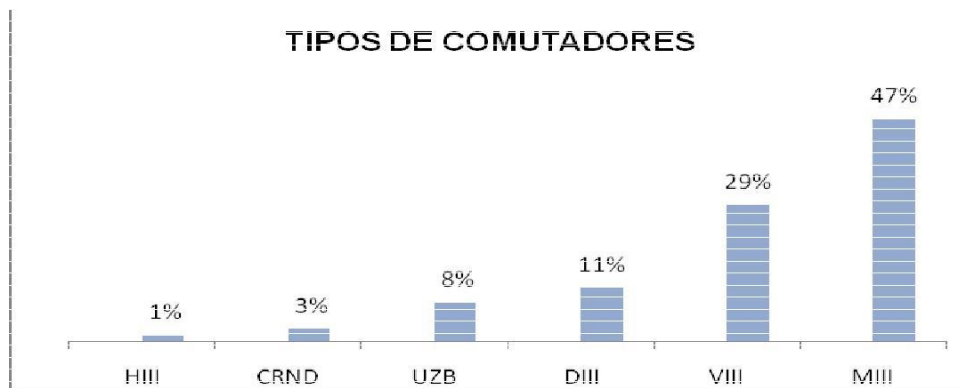


Gráfico 1 Tipos de comutadores

Fonte: AUTOR (2014)

Cada tipo específico de comutador, possui seu respectivo manual de manutenção com a descrição de todos os passos que devem ser realizados para que a atividade seja executada com qualidade e segurança, sendo que nestes manuais ainda se encontram lacunas nas descrições das tarefas, causando dúvidas durante a execução da atividade.

Como o parque de comutadores foi mantido durante décadas pelo mesmo especialista, sem gestão do conhecimento específico para o restante do corpo técnico, E com sua aposentadoria surgiu uma grande lacuna referente a manutenção nesses equipamentos, além de que todo o parque continua em operação necessitando da continuidade do programa de manutenção.

4 METODOLOGIA

Com base no manual de manutenção do computador em derivação em carga do tipo MIII, foi realizado um levantamento de todas as tarefas realizadas na manutenção desse equipamento de fabricação da MR, sendo relacionadas 80 tarefas referente a atividade completa.

Foi montado um grupo com alguns técnicos experientes possuidores de grande conhecimento adquirido ao longo do tempo de envolvimento nas atividades de manutenção trabalhando com o técnico especialista aposentado. para auxiliar no levantamento das falhas humanas possíveis de serem realizadas durante a execução da manutenção.

Baseado na técnica de levantamento dos riscos de falhas humanas, foi definido a criticidade de cada tarefa, descrevendo a ação e o provável erro humano que poderá levar a ocorrência da falha, bem como a severidade e a frequência, sendo que estes indicam o risco da falha humana. A severidade do erro humano na execução de cada tarefa foi relacionada baseada na experiência dos especialistas consultados e conforme as categorias de severidade como estão descritas na tabela 1- Severidade da Falha Humana.

Tabela 1 Severidade da Falha Humana

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO / CARACTERÍSTICAS
I	DESPREZÍVEL	Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos, a propriedade ou ao meio ambiente.
II	MODERADA	Não ocorrem danos aos equipamentos, à propriedade e / ao meio ambiente, apenas a realização de pequenos ajustes
III	CRÍTICA	Danos graves aos equipamentos, à propriedade e/ ao meio ambiente.
IV	CATASTRÓFICA	Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e / ao meio ambiente, perda total

Fonte: Adaptado de AGUIAR (2010)

A frequência da execução do erro humano que leva a ocorrência da falha, é relacionada conforme os critérios específicos na tabela 2.

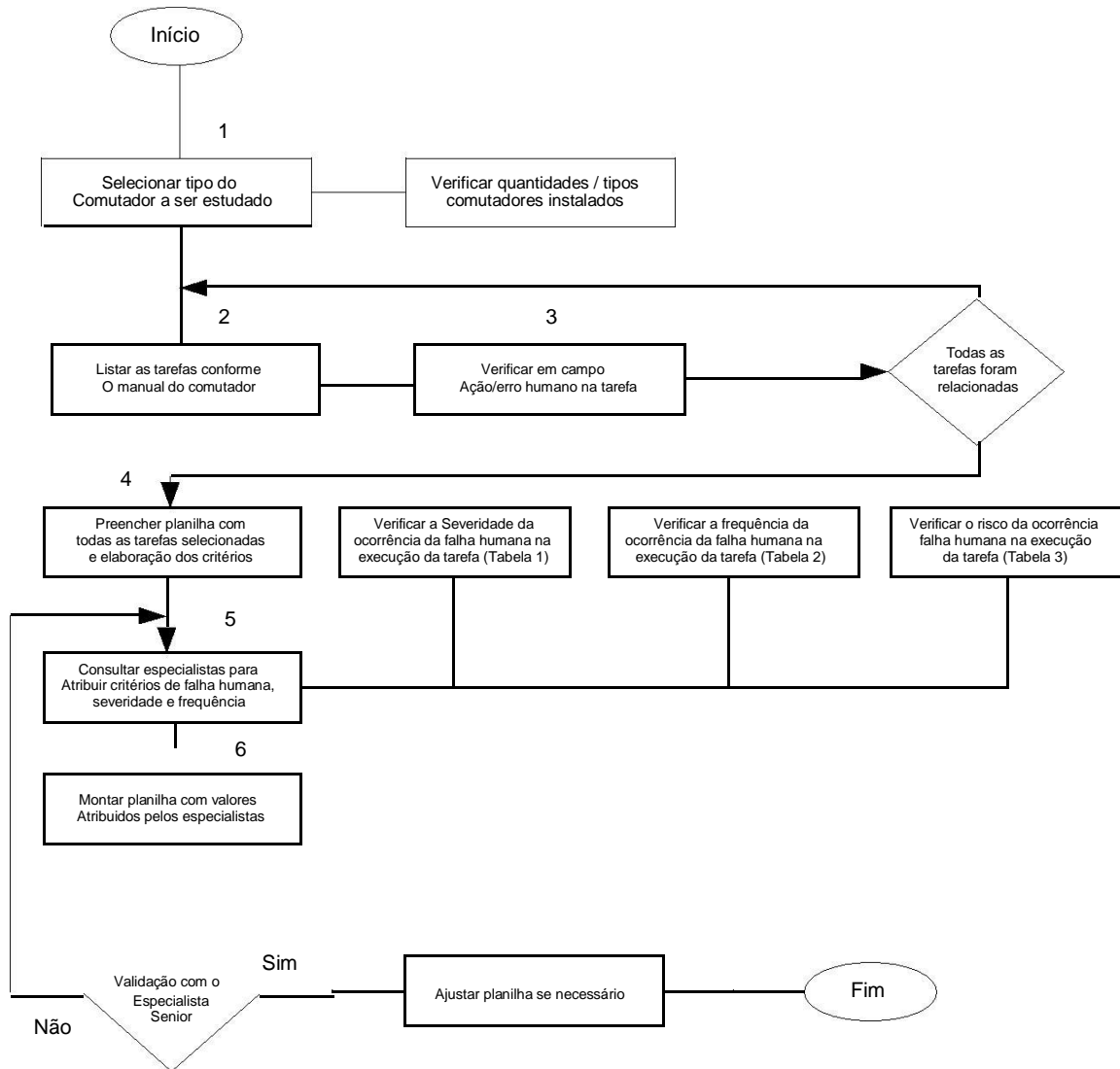
Tabela 2 Frequência de Ocorrência dos Cenários

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA DE FREQUÊNCIA (ANUAL)	DESCRIÇÃO
A	IMPROVÁVEL	$f < 10^{-4}$	Possível, mas extremamente improvável ocorrer durante vida do equipamento
B	REMOTA	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil do equipamento
C	OCASIONAL	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do equipamento
D	PROVÁVEL	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do equipamento
E	FREQUENTE	$f > 10^{-1}$	Esperado de ocorrer várias vezes durante a vida útil do equipamento

Fonte: Adaptado de AGUIAR (2010)

Por meio das categorias, é verificado a faixa de frequência que melhor se adapta a realização de cada tarefa relacionada, conforme a quantidade de possíveis ocorrências de falhas humanas. Com o preenchimento da planilha de Avaliação do risco de ocorrência de falha humana, estando concluído o levantamento da severidade e da frequência, é encontrado o grau do risco de ocorrência de falha humana na atividade citada, que através do cruzamento do parâmetros de severidade e frequência, é descoberto o grau do risco, conforme tabela 3. Para avaliação do Risco de Falha Humana na Manutenção do CDC foi elaborado um fluxograma que apresenta a sequência dos passos para a implantação da metodologia aplicada na atividade de manutenção, por meio dos critérios adotados para ser possível a análise de todas as tarefas, assim como a validação das informações por meio da avaliação realizada pelo técnico especialista que foi responsável pela manutenção de todo o parque de comutadores durante quatro décadas aproximadamente.

Fluxograma 1 Processo de Avaliação do Risco de Falha Humana na Manutenção do CDC



Fonte - Autor (2014)

4.1 ANÁLISE DOS PASSOS DO FLUXOGRAMA

1 - Selecionar o tipo de comutador:

Existem na empresa vários tipos e de diversos fabricantes de comutadores, sendo que o comutador tipo MIII de fabricação da MR, corresponde a 47% de todo o parque de comutadores da concessionária.

2 - Listar as tarefas descritas no manual de manutenção do comutador:

O manual específico de manutenção dos comutadores foi desenvolvido com base nos manuais do fabricante e detalhado segundo a experiência do especialista. Desta forma ele se apresenta com uma grande quantidade de informações, mas mesmo assim para aqueles que não possuem a expertise, ainda encontram dúvidas relacionadas a execução das tarefas.

3 - Verificação em campo da ação/erro humanos em cada passo da tarefa:

Consultar 3 técnicos especialistas que estão trabalhando nesta área na empresa, relacionando para cada tarefa a ação realizada pelo mantenedor e o erro possível em sua execução.

4 - Preenchimento da planilha com todos os dados:

Este preenchimento obedece a sequência das tarefas da realização da manutenção no

comutador e busca relacionar na planilha todas as informações necessárias.

5 - Verificar especialistas para realizar entrevistas:

Os 3 especialistas que serão entrevistados deverão ser possuidores de todo o conhecimento necessário para a execução da atividade.

6 - Consultar os especialistas para atribuir critérios de falha humana na execução da atividade:

Com base nas tabelas 1, 2 e 3, os especialistas atribuem valores de severidade, frequência e risco de execução da falha humana para cada atividade a ser realizada.

7 - Validação com o especialista Sênior:

Os critérios adotados pelos especialistas serão avaliados novamente

pelo especialista Sênior por meio de uma verificação nos dados levantados nas entrevistas e posteriormente foi concluído o estudo, com garantia de confiabilidade no resultado encontrado. Após a validação se houver necessidade se faz consulta aos especialistas novamente para ajustar os dados, caso contrário está concluído o estudo.

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Por meio da análise realizada pelos 3 técnicos entrevistados, foram encontradas 30 tarefas de alto risco, que oferecem uma probabilidade de ocorrência da falha humana dentro da faixa de 30% a 80%, dependendo da combinação da severidade e da frequência é que se determina o grau do risco da tarefa.

Com no apêndice A, as tarefas de número 47, 56 e 62 com severidade crítica e catastrófica com frequência de ocorrência de falha humana variando entre as categorias provável a improvável, o que acarretou em grau de risco alto conforme tabela 3, de 15% a 80%. A tarefa 47 ficou com grau de risco alto com 60%, a tarefa 56 ficou com grau risco médio com 45%, devido sua frequência ser ocasional. A tarefa 62, devido sua severidade ser catastrófica com frequência igual a provável, o grau risco é alto com 80% de probabilidade de falha humana.

Tabela 3 Grau do Risco de Ocorrência

RISCO DE FALHA HUMANA		FREQUÊNCIA					SIMBOLOGIA DO GRAU DE RISCO
		IMPROVÁVEL	REMOTA	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE	
SEVERIDADE	CATASTRÓFICA	35%	40%	65%	80%	100%	ALTO
	CRÍTICA	15%	30%	30%	60%	75%	
	MODERADA	10%			40%	50%	MÉDIO
	DESPREZÍVEL	1%	10%		20%		BAIXO

Fonte: Adaptado de Aguiar (2010)

Conforme a combinação dos índices de severidade e frequência, as tarefas que possuem severidade igual a "CRÍTICA" com um índice de

frequência de igual "REMOTA", é considerado grau risco "ALTO", mas com apenas 30% de probabilidade de ocorrência de falha humana, ou seja, é uma tarefa considerada importante e por ser executada na maioria das atividades de manutenção realizadas em subestações, a probabilidade de ocorrência de falha é considerada pequena por ser algo que já foi incorporado na rotina de manutenção e praticado por todos os profissionais envolvidos.

Na execução das tarefas de número 1 ao número 15, preparação para a retirada da chave comutadora do seu compartimento, o risco de ocorrência de falha humana é de 32,47% e nas tarefas de número 16 ao número 51, execução de manutenção na chave comutadora, o risco de ocorrência de falha humana é de 42,57%. Também, nas tarefas de números 52 ao 80, instalação da chave comutadora dentro do seu compartimento e preparação do transformador de potência para a energização, o risco de ocorrência de falha humana é de 45,36%.

Durante a análise de todas as tarefas existentes na atividade, foi encontrado uma probabilidade de ocorrência de falha humana de 40,59%, o que explicita a complexidade da atividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já foi mencionado no trabalho, o CDC é um equipamento importante e complexo, cheio de peculiaridades e que necessitam de manutenção devido aos esforços e desgastes sofridos durante a operação e seu ciclo de vida. É um atividade que no ponto de vista dos especialistas e dos fabricantes, considerado de alto risco de inserção de defeitos se executada sem obedecer alguns critérios importantes, e um principal é ter conhecimento e habilidades para a execução da manutenção.

Neste trabalho foi encontrado um risco de ocorrência de falha humana de 40,59% no geral e em algumas etapas, a probabilidade de ocorrência de falha humana pode chegar até 45%. Para amenizar esses riscos, é sugerido a

realização de treinamentos mais intensivos nos pontos críticos apresentados nesse artigo, além do enriquecimento dos manuais com descrições mais detalhadas nos pontos onde o risco de execução de falha humana é maior.

Conforme foi demonstrado no artigo, a manutenção deve ser executada por pessoal expert na atividade e deve ser transmitido o conhecimento prático aos demais, pois serão futuros especialistas.

Para as próximas atividades de manutenção no CDC, os técnicos especialistas que participaram da revisão do manual devem estar presentes, afim de transmitir seus conhecimentos.

Apêndice A

Tabela 4 Recorte da Planilha de Avaliação do Risco de Falha Humana

TAREFA	AÇÃO HUMANA	ERRO HUMANO	FALHA HUMANA				
			DESCRIÇÃO	S	F	RISCO	PESO %
47	OPERAR CHAVE COMUTADORA COM CHAVE ESPECIAL	OPERAR DE FORMA ERRONEA	NÃO SABER COMO OPERAR A CHAVE	III	D	ALTO	60
48	FAZER MEDIÇÕES DOS RESISTORES DE TRANSIÇÃO	MEDIR ERRONEAMENTE	MEDIR RESISTORES EM PONTOS ERRADOS	II	D	MÉDIO	40
49	INSPECIONAR CABOS DOS RESISTORES / CONTATOS	INSPEÇÃO INEFICIENTE	FALHA NA INSPEÇÃO	III	D	ALTO	60
50	VERIFICAR LÂMINAS FLEXÍVEIS	VERIFICAÇÃO DEFICIENTE	FALHA NA VERIFICAÇÃO	II	C	BAIXO	30
51	VER FOLGA LINGUETA DO ACUMULADOR DE ENERGIA	VERIFICAÇÃO DEFICIENTE	FALHA NA VERIFICAÇÃO	III	D	ALTO	60
52	RETIRAR TAMPA DO CABEÇOTE DO COMUTADOR	QUEBRAR/ENTORTAR/PERDER PARAFUSO	DANIFICAR E/OU DERRUBAR FARAFUSO NO COMPARTIMENTO	III	C	MÉDIO	45
53	COLOCAR A CHAVE NO SEU COMPARTIMENTO	BATER CHAVE NO SEU COMPARTIMENTO	COMPROMETER ISOLAMENTO COMPARTIMENTO	III	D	ALTO	60
54	FAZER O ACOPLAMENTO AO EIXO DO ACIONAMENTO	NÃO ACOPLAR	CHAVE DESACOPLADA SENDO NÃO VISÍVEL O ACOPLAMENTO	IV	D	ALTO	80
56	FIXAR CHAVE COMUTADORA	FIXAR ERRONEAMENTE	DEIXAR PARAFUSOS FROUXOS	III	C	MÉDIO	45
57	COLOCAR DISCO INDICADOR DE POSIÇÕES	COLOCAR DISCO DE FORMA ERRADA	FIXAR INDICADOR DE POSIÇÕES EM POSIÇÃO ERRADA	III	C	MÉDIO	30
58	ENCHER O COMPARTIMENTO DA CHAVE COM ÓLEO	CONTAMINAR O ÓLEO	CONTAMINAR ÓLEO COM UMIDADE OU ÓLEO SUJO	II	B	BAIXO	20
62	VERIFICAR A INDICAÇÃO DE POSIÇÕES NO CABEÇOTE E NO MECANISMO	VERIFIAR ERRONEAMENTE OU NÃO VERIFICAR	MONTAR CHAVE EM POSIÇÃO ERRADA	IV	D	ALTO	80

Fonte: Adaptado de Aguiar (2010)

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Laís Alencar de. **Metodologias de Análise de Riscos APP & HAZOP**. Disponível em: <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/Josimar/APP_e_HAZOP.pdf>. Acesso em: 1 novembro 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade : elaboração. Rio de Janeiro, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Editora Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro, 2004. P. 27.

CHOO, Chun Wei. **A Organização do Conhecimento: Como as Organizações usam a informação paracriar significado**. 2ª Edição, Editora Senac. São Paulo. 1953. P. 188.

CIGRÉ. Brasil Grupo de Trabalho B3/B5/A2.01. **Transformadores Imersos em Óleo Isolante - Guia de Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Brasil 2007.

DIAS, Acires. **Metodologia para Análise de Riscos - Mitigação de Perda de SF6 em Disjuntores**. Editora Copyright. 1ª edição, Florianópolis. 2011. P. 24.

DAVENPORT, Thomas H; PRUSAK, Laurence; **Conhecimento Empresarial: Como as Pessoas Gerenciam o Seu Capital Intelectual**. Editora Senac. 2ª edição, Rio de Janeiro. 1954. P. 6.

MAMEDE FILHO, João. **Manual de Equipamentos Elétricos**. Editora Livros Técnicos e Científicos Ltda. Rio de Janeiro, 2005. P. 448.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Editora Lutterworth, Inglaterra, 1991. P. 6-7.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção Orientada para Resultados**. Editora Qualitymark 2010. P. 31.

PALLEROSI, Carlos Amadeu; MAZZOLINI, Beatriz Pinheiro Machado; MAZZOLINI, Luiz Ricardo. **Confiabilidade Humana**. Editora All Print 2011. P. 25.

TAKEUCHI, Irotaka; NONAKA, Ikujiro. **Gestão do Conhecimento**. Editora Bookman 2008. P. 58-69.