

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Curso de Especialização em Gerência da Manutenção

FABRÍCIO SALMAZO

**PROPOSTA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: estudo de
caso no SEP de Redes Subterrâneas em Curitiba**

Curitiba, 2012

FABRÍCIO SALMAZO

PROPOSTA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: estudo de caso no SEP de Redes Subterrâneas em Curitiba

Monografia submetida ao Curso de Pós-Graduação em Gerência da Manutenção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para obtenção do Grau de Especialista.

Orientador: Prof.Emerson Rigoni, Dr.Eng.

Curitiba, 2012

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a meus pais, Valterlei e Zélia, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram na busca por meus sonhos.
A minha esposa Angela, pelo amor, carinho e compreensão.
Aos meus filhos, Pedro, Helena e Francisco, que está por vir, pelas minhas ausências e por me ensinarem diariamente a arte de pai.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE SIGLAS	vii
CAPÍTULO 1	10
INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA DE PESQUISA	10
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo Geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 METODOLOGIA	13
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
CAPÍTULO 2	15
MANUTENÇÃO E A MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE ...	15
2.1 ASPECTOS GERAIS	15
2.1.1 Evolução da Manutenção	17
2.1.2 Cenário Atual da Manutenção	20
2.1.3 História da MCC	21
2.2 CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO	22
2.2.1 Quanto à Programação	22
2.2.2 Quanto aos Objetivos	23
2.3 METODOLOGIAS APLICADAS À MCC	23
2.4 DEFINIÇÕES DE MCC	24
2.4.1 Funções	25
2.4.2 Falhas	25
2.4.3 Modos de Falha	28
2.4.4 Causa da Falha	29
2.4.5 Efeitos da Falha	29
2.4.6 Consequências da Falha	29
2.5 FERRAMENTA DE SUPORTE À MCC	30
2.5.1 FMEA/FMECA	30
CAPÍTULO 3	33
METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DA MCC NO ESTUDO DE CASO	33

3.1 PROCEDIMENTO DE REFERÊNCIA	33
3.1.1 Etapa 0 – Adequação da MCC	35
3.1.2 Etapa 1 – Preparação ou Planejamento Inicial.....	35
3.1.3 Etapa 2 – Seleção do Sistema e Coleta de Informações	36
3.1.3.1 Descrição do Sistema.....	36
3.1.3.2 Dados da Área Atendida	38
3.1.3.3 Dados da Subestação.....	38
3.1.3.4 Dados da Rede Subterrânea	39
3.1.3.5 Definição das Fronteiras do Sistema	40
3.1.4 Etapa 3 – Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos a sua Criticidade (FMECA).....	41
3.1.5 Etapa 4 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos seus Modos de Falha.....	42
3.1.6 Etapa 5 - Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas	44
3.1.7 Etapa 6 - Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção	46
3.1.8 Etapa 7 – Redação do Manual e Implementação.....	47
3.1.9 Etapa 8 – Acompanhamento e Realimentação.....	47
CAPÍTULO 4	49
CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	49
4.1 Conclusões	49
4.2 Sugestões de Trabalhos Futuros	50
APÊNDICES.....	54
APÊNDICE A – ETAPA 1.....	55
APÊNDICE B – ETAPA 3.....	58
APÊNDICE C – ETAPA 4.....	62
APÊNDICE D – ETAPA 5.....	66
APÊNDICE E – ETAPA 6.....	70
APÊNDICE F – ETAPA 7	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Evolução da Manutenção	15
Figura 2.2 – Visão Tradicional da Probabilidade de Falha.....	18
Figura 2.3 - Taxa de Falhas no Decorrer do Tempo	19
Figura 2.4 – Os Seis Padrões de Falha.....	19
Figura 2.5 – Qualidade na Manutenção	20
Figura 2.6 - Classificação da Manutenção	22
Figura 2.7 - Classificação das Falhas.....	26
Figura 2.8 - Classificação das Falhas para os Objetivos da MCC.....	27
Figura 2.9 – Tabela de Número de Prioridade de Risco - NPR	32
Figura 3.1 – Procedimento de Referência para Implantação da MCC	34
Figura 3.2 – Localização da Rede Subterrânea na Cidade de Curitiba.....	37
Figura 3.3 – Diagrama Representativo de uma Rede de Média Tensão	39
Figura 3.4 – Diagrama Representativo de uma Rede de Média e Baixa Tensão	40
Figura 3.5 – Definição de Fronteiras do Sistema.....	40
Figura 3.6 – Exemplo da Planilha de FMECA adotada	42
Figura 3.7 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos Modos de Falha.....	43
Figura 3.8 – Exemplo da Planilha adotada para Classificação dos Modos de Falha.....	44
Figura 3.9 – Seleção das Tarefas de Manutenção	45
Figura 3.10 – Exemplo da Planilha adotada para Classificação dos Modos de Falha	45
Figura 3.11 – Exemplo da Planilha adotada para Definição de Intervalos Iniciais	46

LISTA DE SIGLAS

SIGLA SIGNIFICADO

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia
- DIC – Duração de Interrupção por Unidade Consumidora
- DMIC - Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora
- FMEA *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)
- FMECA *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis* (Análise dos Modos de Falha seus Efeitos e sua Criticidade)
- FIC – Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora
- GDMAN – Aplicativo de Gerência da Manutenção
- GCI – Aplicativo de Gestão Corporativa Integrada
- IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Internacional de Eletrotécnica)
- ISO – *International Organization for Standardization* (Organização internacional para Padronização)
- MCC - Manutenção Centrada em Confiabilidade
- MIT – Manual de Instruções Técnicas
- NPR – Número de Prioridade de Risco
- RAC – Reunião de Análise Crítica
- RCFA *Root Cause Failure Analysis* (Análise das Causas Raízes da Falha)
- RCM *Reliability Centered Maintenance* (Manutenção Centrada em Confiabilidade)
- SAE *Society of Automotive Engineers* (Sociedade Americana de Engenheiros Automotivos)
- SED – Superintendência de Engenharia da Distribuição
- SEP – Sistema Elétrico de Potência
- SORRISO – Aplicativo de Gestão de Processos da Norma ISO

RESUMO

SALMAZO, Fabrício. PROPOSTA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: estudo de caso no SEP de Redes Subterrâneas em Curitiba, 2012. Monografia submetida ao Curso de Pós-Graduação em Gerência da Manutenção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para obtenção do Grau de Especialista.

O presente trabalho tem como propósito fomentar um estudo de caso de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), também conhecida como RCM (*Reliability Centered Maintenance*), como ferramenta prática para a elaboração e revisão dos planos de manutenção dos ativos do SEP de Redes Subterrâneas da Concessionária de Energia Paranaense (COPEL), na cidade de Curitiba. Para contextualização, foi elaborado um referencial teórico de embasamento dos principais conceitos de manutenção, sua função estratégica e sua evolução ao longo do tempo. A MCC é apresentada, neste momento, como uma metodologia desenvolvida à partir da observação de que os planos de manutenção tradicionais, baseados em apenas revisões programadas, podem ter pouco efeito na confiabilidade de um sistema. Os principais conceitos relativos a MCC, explanam ao leitor o sequenciamento de etapas de estruturação necessárias à sua correta aplicação, conforme modelo adotado de Rigoni (2009). Sua descrição está representada através da elaboração de um manual de implementação, conhecido na concessionária como Manual de Instruções Técnicas (MIT), tendo como condição principal o fato de não existir uma metodologia de manutenção bem definida para as equipes de manutenção do ativo selecionado. A implementação da MCC resultou na formulação de um plano de manutenção, com tarefas combinadas proporcionando uma melhora significativa na eliminação de modos de falha ou na minimização de seus efeitos. O processo de desenvolvimento deste plano, além de estar em conformidade com os objetivos desta monografia, proporcionou a identificação de fragilidades não previstas na sistemática de manutenção atualmente adotada e permitirá um melhor aproveitamento da capacidade produtiva das equipes, uma vez que a sugestão de intervalos iniciais de manutenção seja bianual, diferentemente do antigo, sem periodicidade definida. Desta forma, a MCC mostrou-se como uma metodologia eficaz aos sistemas de gestão da manutenção na identificação das tarefas de manutenção mais adequadas às necessidades dos ativos.

Palavras chave: Manutenção Centrada em Confiabilidade, MCC, SEP, MIT, Copel e Plano de Manutenção.

ABSTRACT

SALMAZO, Fabrício. PROJECT AT RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE: case study in the Electrical System of Power (SEP - *Sistema Elétrico de Potência*) of Underground Networks in the city of Curitiba, 2012. Monograph submitted to the Graduation Program in Maintenance Management, Federal University of Paraná, to obtain the degree of specialist.

Purpose of the present study is encouraging a case study of Reliability Centered Maintenance (RCM), such as a practical tool for the preparation and review of the plans by maintenance of assets in the Underground Networks from the Concessionaire of Energy Paranaense (COPEL), in the city of Curitiba. For contextualization, was drawn up a theoretical framework of basement of the main concepts of maintenance, its strategic function and its evolution over time. On this opportunity, the RCM is introduced as a methodology developed from the observation that traditional maintenance plans based only on the programmed revisions, may have little effect in the reliability system. The mains concepts related to the RMC to explain to the reader the sequence of steps necessary for its proper application, as requested model of the Rigoni (2009). The description is represented through the preparation of an implementation guide, known as Manual of Technical Instructions (MIT – *Manual de Instruções Técnicas*), having as main condition the fact of there is not methodology of maintaining well-defined for the teams of maintenance of assets selected. The implementation of the RCM has resulted in the formulation of a plan for maintenance, with combined tasks by providing a significant improvement in the elimination of failure modes or in minimizing their effects. The process of development of this plan, in addition to being in accordance with the objectives of this monograph, provided the identification of weaknesses not provided for in the systematic maintenance currently adopted and will allow a better use of the productive capacity of the teams, since the suggestion of intervals initial of the maintenance started to be biannual differently from the old without defined periodicity. This way, the RCM proved to be an effective methodology to systems maintenance management in the identification of the maintenance tasks more suited to the needs of the assets.

Key-words: Reliability Centered Maintenance, RCM, SEP, MIT, COPEL and Maintenance Plan.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 TEMA DE PESQUISA

A Manutenção Centrada na Confiabilidade MCC ou *RCM – Reliability Centred Maintenance* é a aplicação de um método estruturado para estabelecer a melhor estratégia de manutenção em um dado sistema ou equipamento. Esta estruturação se dá através da identificação da funcionalidade ou do desempenho no que diz respeito a sua operacionalidade, identificando os modos de falha e as causas prováveis. A análise do nível de criticidade das falhas de um sistema possibilita a identificação e uma avaliação precisa das consequências significantes que afetam a segurança, o desempenho ou até mesmo os custos, dependendo do nível de abrangência do estudo. A análise financeira do estudo deve estar respaldada a um sistema de registros de manutenção confiável e de caráter corporativo integrado ao sistema de contabilidade da empresa.

Conforme Siqueira (2005) a evolução temporal da manutenção passou por três gerações caracterizadas por estágios diferentes de evolução tecnológica dos meios de produção. A primeira geração se estendeu até o final da segunda guerra mundial com a mecanização da indústria de forma incipiente e voltada a simplicidade e robustez nos equipamentos o que diminuía bastante a incidência de falhas. Quando da ocorrência de uma manutenção, esta apresentava caráter mais corretivo, salvo algumas tarefas como: lubrificação e limpeza. A segunda geração, caracterizada pela industrialização do pós-guerra de 1950 até 1975 sofreu com a escassez de mão-de-obra especializada da evolução de processo produtivo com a implantação da automação, o que gerou diversas falhas recorrentes desta inaptidão, causando grandes perdas produtivas por indisponibilidade. Neste período, técnicas como a Manutenção Produtiva Total (*TPM – Total Productive Maintenance*) e técnicas de qualidade total, apareceram principalmente na indústria japonesa e mudaram a maneira de efetuar

manutenção. A terceira geração já completamente inserida e dependente de sistema automáticos obrigou uma melhor adequação dos processos, visando a satisfação da indústria como técnicas de estoques reduzidos “*just in time*” e a população no tocante a preservação do meio ambiente. Neste momento é que se deu o surgimento do MCC.

A maneira de se conduzir a manutenção em um SEP - Sistema Elétrico de Potência, da distribuição, poderá ser modificada através da implantação da metodologia de MCC, haja vista a grande quantidade de equipamentos e subsistemas nesta área praticamente inexplorada.

Este trabalho propõe a implantação desta metodologia no SEP de redes subterrâneas na cidade de Curitiba da Companhia Paranaense de Energia – COPEL Distribuição, com enfoque mais qualitativo, ou seja, focando basicamente na implementação da metodologia neste primeiro momento. Posteriormente este estudo, através de históricos de acompanhamento, permitirá uma análise quantitativa atendendo assim o objetivo da MCC em sua totalidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

Ao longo de sua existência a manutenção, no SEP em redes subterrâneas, sempre foi tratada com o enfoque meramente preventivo, devido aos equipamentos e acessórios apresentarem características construtivas voltadas à ambientes abrasivos e robustez suficiente para perdurar décadas.

Fatores como superdimensionamento e rotineiras inspeções nos Espaços Confinados têm mantido este sistema em condições adequadas de operacionalidade, embora seja motivo de uma reflexão o fato de sua existência datar de 1973, que correspondem 40 anos de atividade.

Há um dado histórico neste contexto relacionado a ocorrência de falhas neste sistema, que aliadas a inexistência no mercado de metodologias de diagnóstico de cabos (um dos subsistemas a ser proposto), aplicáveis e este tipo específico de rede subterrânea ramificada, foi que em virtude de uma série de contingências e a preocupação de uma ‘pane geral’ do sistema, confirmada pelo *software* de análise de fluxo de potência, optou-se por substituir parte dos cabos dos circuitos alimentadores de média tensão nos anos de 2000 a 2005. Como consequência

houve uma estabilização nas ocorrências fazendo com que a área de engenharia da empresa parasse com o investimento de substituição de cabos do resto do sistema. Esta medida adotada caracterizou uma falta de referência para tomada de decisões desta ordem.

Desta forma, a proposta de se implantar a MCC neste sistema vem de encontro com a necessidade de conhecer melhor o sistema para melhor investir em sua manutenção, haja vista o alto custo dos materiais e equipamentos com esta tecnologia.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um programa piloto de Manutenção Centrada na Confiabilidade para o Sistema Elétrico de Potência de redes subterrâneas da cidade de Curitiba, da Companhia Paranaense de Energia – COPEL Distribuição S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Executar as etapas do processo de implantação de um programa de MCC.
 - Etapa 0 – Verificar a adequação da MCC;
 - Etapa 1 – Estabelecer o planejamento inicial;
 - Etapa 2 – Coletar informações do sistema;
 - Etapa 3 – Analisar os modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade (FMECA);
 - Etapa 4 – Selecionar as funções significantes e classificar seus Modos de Falha;
 - Etapa 5 – Selecionar as Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas;
 - Etapa 6 – Definir os Intervalos iniciais e agrupar as Tarefas de Manutenção;

- Etapa 7 – Redigir o Manual da MCC para o SEP de redes subterrâneas;
- Etapa 8 – Definir as estratégias para acompanhamento e realimentação do programa de MCC.

1.4 METODOLOGIA

Apresentar os conceitos de manutenção e a técnica da MCC, através de revisão bibliográfica constada em livros, monografias, dissertações e artigos disponíveis em sites de internet, visando estabelecer um modelo de implantação no SEP de redes subterrâneas através de um estudo de caso na cidade de Curitiba.

Sugerir a aplicação da MCC no estudo de caso, evidenciando a necessidade de adoção da técnica, diferentemente da atual utilizada, com foco não somente em manutenção preventiva aperiódica e sim em uma estruturação pautada na metodologia apresentada.

Por fim, suscitar através da elaboração de formulários e diagramas, por intermédio de uma pesquisa de campo, a identificação das funções mais importantes do sistema, definindo níveis de prioridade de risco e estabelecendo um plano de manutenção para área com o intuito constatar que estas ações impactem no seu desempenho.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho apresentado nesta proposta sugere um procedimento de estudo de caso, cuja natureza enquadra-se como pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa e objetivo exploratório. Para tanto ele está estruturado em quatro capítulos.

O capítulo 2 é destinado a apresentação de conceitos relevantes sobre manutenção industrial e da fundamentação teórica sobre manutenção centrada em confiabilidade. Nele, a manutenção é apresentada como função estratégica às organizações modernas e sua evolução ao longo do tempo até chegar a MCC, sendo analisada sob a óptica de autores renomados. Neste sentido, a MCC é apresentada através de sua perspectiva histórica, onde são abordadas suas

principais definições no que diz respeito as funções e falhas pertinentes aos sistemas.

O capítulo 3 trata da aplicação da MCC no ativo selecionado para estudo, apresentando detalhadamente a finalidade das sete etapas mínimas para garantia da correta aplicação da metodologia, elucidando através de sua descrição propriamente dita ou ilustrando através de um modelo adotado, embora quando da existência, seja feita alusão ao apêndice de desenvolvimento. Outra etapa desta metodologia, que é a de acompanhamento e realimentação fica como sugestão futura, haja vista que este trabalho é destinado a implementação sem referência à históricos de manutenção.

O capítulo 4 finaliza o trabalho com a avaliação dos resultados alcançados, bem como uma breve apresentação de sugestões de pesquisas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

MANUTENÇÃO E A MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

2.1 ASPECTOS GERAIS

A manutenção é definida, conforme a ABNT da seguinte forma:

NBR-5462 (ABNT,1994): “A manutenção é indicada como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.”

Para Moubray (2000), ‘manter’ significa continuar em um estado existente, ou seja, a manutenção é o conjunto de técnicas de atuação para que os ativos físicos (equipamentos, sistemas, instalações) cumpram ou preservem sua função ou funções específicas.

A evolução histórica da manutenção e dos processos industriais pode ser resumida através da figura 2.1 adaptada de Mortelari et. al. (2011).

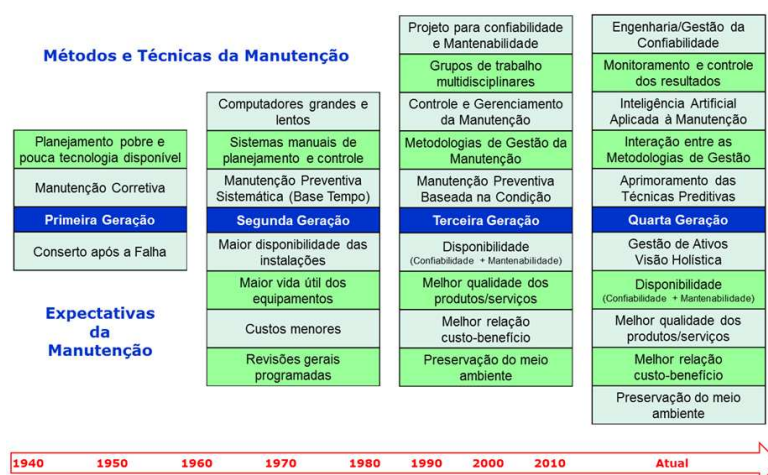


Figura 2.1: Evolução da Manutenção

Fonte : adaptação de Mortelari, 2011

A evolução temporal apresentada por Mortelari (2011), enfatiza 4 gerações distintas. A primeira geração representou a ênfase no conserto após a falha. A segunda geração, por sua vez, esteve associada ao surgimento de maiores exigências com relação à disponibilidade operativa e à vida útil dos equipamentos, a custos menores. Já a terceira geração, que se refere ao tempo atual, diz respeito aos requisitos característicos, como: maior disponibilidade, confiabilidade, segurança e vida útil, com ausência de danos ao meio ambiente, pessoas e ainda com ações de manutenção eficazes em função dos custos envolvidos, monitoramento das condições e projetos de equipamentos visando à confiabilidade e a facilidade de manutenção e ferramentas de suporte às decisões (estudos sobre riscos, modos de falha e análise dos efeitos). E por fim a quarta geração trás uma visão holística da manutenção, mostrando que a engenharia da confiabilidade com seus monitoramentos e controles, aliados à inteligência artificial e interação de metodologias de gestão para o aprimoramento das técnicas preditivas, proverão a melhor gestão dos ativos.

Observa-se então, na terceira geração o desenvolvimento da chamada Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), a qual enfatiza, em sua análise e aplicação, as funções dos equipamentos e sistemas, e também realiza uma criteriosa avaliação das consequências das falhas para a segurança, para o meio ambiente e para a produção, visando obter o máximo benefício com redução dos custos operacionais. (Nunes, 2001).

Nessa direção, corrobora Vaz (1998), ao afirmar que a parcela do esforço pertinente à manutenção depende de elementos tecnológicos qualificados diretamente associados à frequência de falhas e aos tempos de duração dos serviços de manutenção, que interferem no desempenho global da unidade produtiva, no caso da Distribuidora, o ativo posto em disponibilidade e conseqüentemente remunerado. De forma que, a manutenção deve administrar a incerteza com a qual convive, na medida em que não se sabe exatamente quando um item físico vai falhar. O tratamento estatístico de histórico de falhas vem no auxílio de se encontrar uma solução e proporcionará futuramente a melhoria contínua do processo 'manter'.

Além disso, para definir a melhor estratégia de um plano de manutenção é necessário desenvolver uma análise de custo-benefício, buscando maximizar a

eficiência do seu ativo, através da aplicação de técnicas de manutenção apropriadas e do envolvimento e participação de gerentes, profissionais de manutenção e operação e de clientes.

Na regulamentação do setor de distribuição de energia elétrica, seus agentes devem buscar estratégias para evitar as penalizações e conseqüentemente a redução de suas receitas. Sendo assim, as empresas buscam nos departamentos de manutenção, os resultados positivos de desempenho do seu sistema que garantam ao mesmo tempo confiabilidade e custos competitivos.

Nesse cenário, a manutenção passa a ser uma função estratégica das empresas, devido a pressão das regras impostas pelo agente regulador, o qual estabelece indicadores de confiabilidade relacionados a duração, frequência e duração máxima de interrupções por unidades consumidoras como: DIC, FIC e DMIC.

Uma das práticas que vem sendo adotada pelas empresas de classe mundial, como forma de garantir a sua competitividade e a conseqüente perpetuação no mercado, é a implementação da metodologia de MCC, objetivo deste piloto.

2.1.1 Evolução da Manutenção

Saber a expectativa de vida de um ativo é objeto de desejo de qualquer gestor, que procura aplicar da melhor forma seu capital. Neste contexto, sempre se buscou entender seus comportamentos ao longo de sua vida.

Por muitos anos os manutentores, tradicionalmente entendiam que a melhor maneira de otimizar o desempenho de ativos físicos era de desmontar e revisá-los por completo ou substituí-los a intervalos determinados. Isto era baseado na premissa que há uma relação direta entre quantidade de tempo que um equipamento gasta em serviço e a probabilidade de sua falha, conforme figura abaixo.

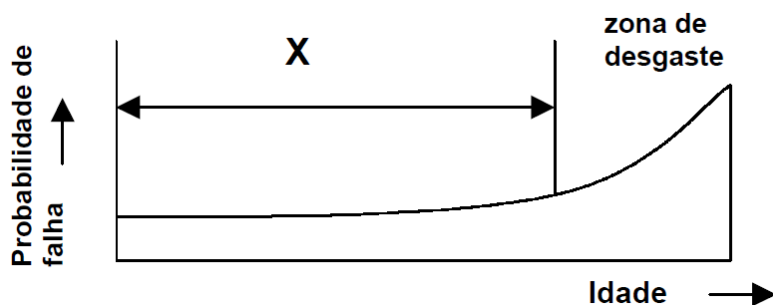


Figura 2.2 – Visão Tradicional da Probabilidade de Falha.

Fonte: adaptado de Moubray, 2000.

O pensamento clássico sustentava que X poderia ser determinado a partir de registros histórico sobre falha do equipamento. Este tipo de relacionamento é de fato verdadeiro para alguns modos de falha. Ele tende a ser encontrado onde o equipamento entra em contato com o produto de um processo, com por exemplo rotores de bombas, refratários de fornos, ferramentas de máquinas, parafusos transportadores, revestimento de trituradores, etc.

Uma crescente conscientização de “mortalidade infantil” levou à crença generalizada da 2ª Geração, na curva “da banheira”.

Durante sua vida útil, um equipamento apresenta valores de taxas de falha variáveis. No entanto, a literatura mostra que nos equipamentos elétricos, essa taxa normalmente possui um perfil bem característico, chamado de “curva da banheira”.

Essa curva representada na figura 2.3 apresenta 3 fases distintas, correspondentes à evolução da vida útil dos equipamentos:

- I) Mortalidade Infantil, caracterizada pelo alto número de falhas nos primeiros momentos em que o equipamento entra em operação;
- II) Vida Útil, caracterizada pelo baixo valor de taxa de falha durante o período, apresentando um patamar, típico de falhas aleatórias;
- III) Velhice ou Deterioração, onde a taxa de falhas volta a aumentar, ainda que ações como manutenção intensa sejam empregadas; é a última fase na vida útil do equipamento.

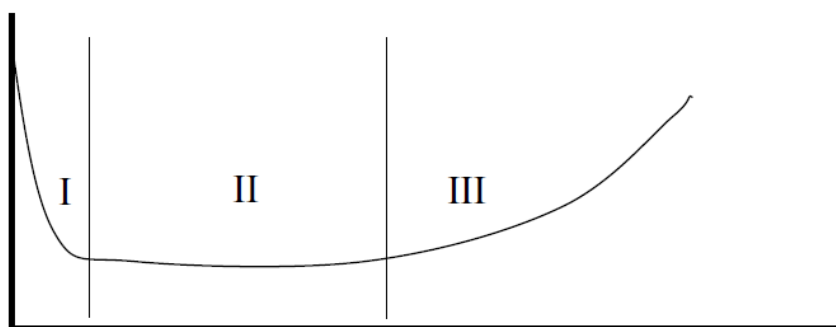


Figura 2.3: Taxa de Falhas no Decorrer do Tempo

Fonte: adaptado de Cardoso, 2000.

No entanto a avaliação da vida útil, deve considerar que nem todos os equipamentos apresentam mesmas características de taxas de falhas similares à curva da banheira. Estudos conduzidos por Nowlan e Heap (1978) questionam esta curva tradicional apresentando seis padrões (Figura 2.4) para representar a probabilidade de falha em relação à idade operacional dos equipamentos complexos, atualmente em uso, com grande variedade de componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

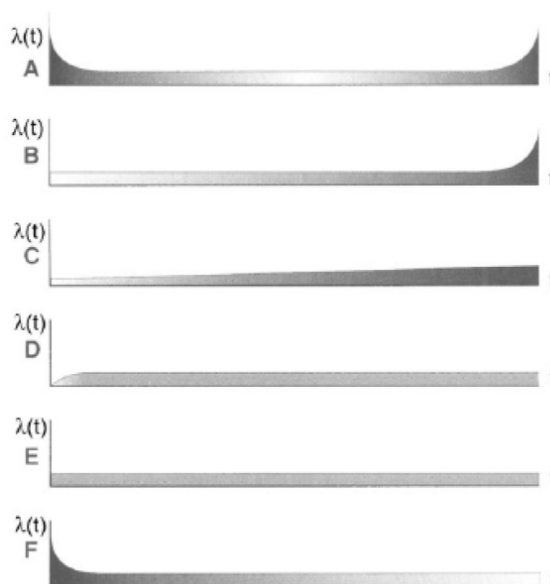


Figura 2.4 – Os Seis Padrões de Falha

Fonte: adaptado de Moubray, 2000.

O gerenciamento da manutenção, segundo a opinião de Moubroy (2000) sugere novos paradigmas, passando por uma mudança de conceitos:

Da velha concepção, onde se dizia que a maioria dos equipamentos se torna mais provável de falhar à medida que fica mais velho.

Para uma nova, focada na ocorrência das falhas, sendo que a maioria das falhas não são mais prováveis de ocorrer à medida que o equipamento envelhece, tendo um comportamento parecido com as curvas (padrões D, E e F) apresentadas.

2.1.2 Cenário Atual da Manutenção

Podemos observar através da figura 2.5 retirada do documento nacional da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos – ABRAMAN o crescimento, nos últimos anos, da utilização de métodos alternativos de suporte à manutenção, isto é, aplicação dos princípios da Manutenção Centrada na Confiabilidade.

A partir de 2007 a pesquisa apresenta dois novos itens: FMEA (Modos de Falha e Análise dos Efeitos) e RCFA (Análise das Causas Raízes de Falha).

Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)								
Ano	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	....	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	....	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	....	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	....	....	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	....	....	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	....	....	11,42	14,61	....	18,72
1999	5,62	40,45	....	....	16,29	20,79	....	16,85
1997	2,89	46,24	....	....	12,14	18,50	....	20,23
1995	....	39,83	....	....	17,37	21,61	....	21,19

Figura 2.5 – Qualidade na Manutenção

Fonte: adaptado do Documento Nacional da ABRAMAN 2011.

2.1.3 História da MCC

A MCC teve sua origem na década de 60, na indústria aeronáutica americana. Os resultados favoráveis da metodologia motivaram sua adoção crescente pelo setor elétrico mundial, expandindo-se para outros setores produtivos, entre eles: as usinas nucleares, a construção civil, a indústria química, de refino e extração de petróleo, indústrias de gás, instalações de bombeamento, siderúrgica, celulose, papel, alimentação, mineração, transporte e até hospitais.

A MCC é a aplicação de um método estruturado para estabelecer a melhor estratégia de manutenção para um dado sistema ou equipamento. Esta começa identificando a funcionalidade ou desempenho requerido pelo equipamento no seu contexto operacional, identifica os modos de falha e as causas prováveis e então detalha os efeitos e consequências da falha. Isto permite avaliar a criticidade das falhas e onde podemos identificar consequências significantes que afetam a segurança, a disponibilidade ou custo. A metodologia permite selecionar as tarefas adequadas de manutenção direcionadas para os modos de falha identificados.

As estratégias de manutenção em vez de serem aplicadas independentemente, são integradas para tirarmos vantagens de seus pontos fortes, de modo a aperfeiçoar a operacionalidade e eficiência da instalação e dos equipamentos, enquanto minimizamos o custo do ciclo de vida.

No campo social, este movimento resultou na dependência da sociedade contemporânea em relação aos métodos automáticos de produção. Sua dimensão atingiu níveis suficientes para afetar o meio ambiente e a própria segurança física dos seres humanos. Em paralelo, evoluiu a consciência mundial da importância da preservação dos recursos naturais, aliado a uma necessidade ascendente de garantia de segurança física. Na atualidade, exige-se que os processos de projeto e manutenção dos meios de produção não só atendam estes anseios, mas que sejam estruturados de forma transparente e auditável, permitindo a sociedade exercer seu papel de promotora e fiscalizadora.

Estes anseios originaram exigências prioritárias sobre a forma de projetar e manter os processos industriais, motivando o surgimento da metodologia da Manutenção Centrada na Confiabilidade.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO

As atividades de manutenção segundo Siqueira (2005), desde sua concepção, têm sido classificadas de acordo com a forma de programação e o objetivo das tarefas executadas, conforme mostra a figura 2.6.

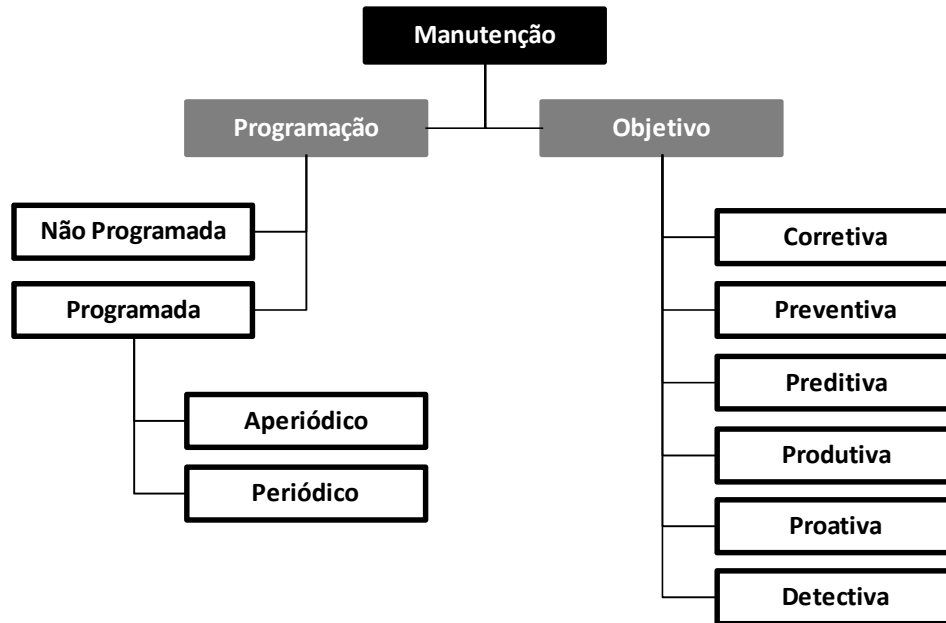


Figura 2.6 : Classificação da Manutenção

Fonte : adaptação de Siqueira, 2005

2.2.1 Quanto à Programação

As Manutenções Programada e Não-programada representam a subdivisão de classificação para manutenção no diz respeito a sua programação.

Na Manutenção Programada, as atividades são executadas obedecendo a critérios de tempo e condições pré-definidas e podem ser periódicas, quando são realizadas em intervalos fixos de tempo e aperiódicas, quando realizadas em intervalos variáveis ou dependendo de oportunidades.

Na Manutenção Não-programada as atividades são executadas em função da necessidade.

2.2.2 Quanto aos Objetivos

Embora, na concessionária, a manutenção seja interpretada somente de duas formas, como corretiva e preventiva, sendo a segunda também entendida como preditiva em alguns casos, a manutenção segundo Siqueira (2005), pode também ser classificada de acordo com a atitude dos usuários em relação às falhas. Existem seis categoriais, são elas:

- Manutenção Corretiva ou Reativa: onde se deseja corrigir falhas que já tenham ocorrido.

- Manutenção Preventiva: tem o propósito de prevenir e evitar as consequências das falhas.

- Manutenção Preditiva: que busca a prevenção ou antecipação da falha, medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas.

- Manutenção Detectiva: procura identificar falhas que já tenham ocorrido, mas que não sejam percebidas.

- Manutenção Produtiva: objetiva garantir a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos.

- Manutenção Proativa: a experiência é utilizada para otimizar o processo e o projeto de novos equipamentos, em uma atitude proativa de melhoria contínua.

2.3 METODOLOGIAS APLICADAS À MCC

Dentre as metodologias desenvolvidas para a MCC, Moubray (2000) apresenta uma sistemática usada para otimizar as estratégias de manutenção. Esse processo procura obter respostas corretas e precisas a um conjunto de sete questões básicas, são elas:

- 1 – Quais são as funções e padrões de desempenho associados a um ativo físico no seu presente contexto operacional?

- 2 – De que modo este ativo físico falha em cumprir suas funções?

- 3 – O que causa cada falha funcional?

- 4 – O que acontece quando ocorre cada falha?

- 5 – De que forma cada falha importa?
- 6 – O que pode ser feito para prevenir cada falha?
- 7 – O que fazer se não for encontrada uma tarefa proativa apropriada?

Siqueira (2005), adota uma sequência estruturada como metodologia de implantação, muito semelhante a anterior, sendo composta também de sete etapas:

- 1 – Seleção do sistema e coleta de informações;
- 2 – Análise de modos de falhas e efeitos (FMEA);
- 3 – Seleção de funções significantes;
- 4 – Seleção de atividades aplicáveis;
- 5 – Avaliação de efetividade das atividades;
- 6 – Seleção das atividades aplicáveis e efetivas;
- 7 – Definição da periodicidade das atividades.

Para responder cada questão, a MCC utiliza muitos métodos e ferramentas de um conjunto aberto de soluções, algumas tradicionais, outras recentes e modernas, seguindo uma sequência estruturada e bem documentada. Adotou-se a metodologia apresentada por Rigoni (2009), consistida de oito etapas apresentadas no capítulo 3 deste trabalho.

2.4 DEFINIÇÕES DE MCC

Para Siqueira (2005), o processo da Manutenção Centrada em Confiabilidade e a utilização das ferramentas de apoio exigem inicialmente um perfeito entendimento de uma série de definições associadas à falhas e desempenhos dos itens físicos. Portanto, serão apresentadas algumas definições fundamentais para o desenvolvimento da MCC.

2.4.1 Funções

Função é o que o usuário deseja que o item ou sistema faça dentro de um padrão de desempenho especificado, suas definições são necessárias à identificação das atividades de manutenção recomendadas para cada sistema.

Como regra geral, deve-se identificar as funções em sua ordem de importância, observando os seguintes aspectos:

- Segurança pessoal dos operadores e usuários
- Meio ambiente
- Operação da instalação
- Economia do processo
- Instrumentação e controle

A identificação das funções dos sistemas consiste, basicamente, de uma descrição textual, que contém obrigatoriamente sua finalidade ou objetivo e, se possível, os limites aceitáveis de qualidade neste objetivo.

As funções podem ser classificadas em funções principais e funções secundárias e o processo da MCC será sempre iniciado pelas funções principais. A função principal de um item físico está associada, principalmente, à razão pela qual o ativo foi adquirido. O objetivo principal da manutenção é assegurar o desempenho mínimo das funções principais. Na maioria das vezes, os itens físicos realizam outras funções além das principais. Essas funções são chamadas funções secundárias e podem ser divididas nas seguintes categorias: integridade ambiental, segurança, integridade estrutural, controle, armazenamento, conforto, aparência, proteção, economia, eficiência, contenção, higiene, medição e supérfluos.

2.4.2 Falhas

Uma falha consiste na interrupção ou alteração da capacidade de um item desempenhar uma função requerida ou esperada. Prevenir e corrigir falhas constitui os objetivos principais da manutenção. Para isto é necessário conhecer

as formas como os sistemas falham. As falhas podem ser classificadas sobre vários aspectos, conforme mostra a figura 2.7, tais como:

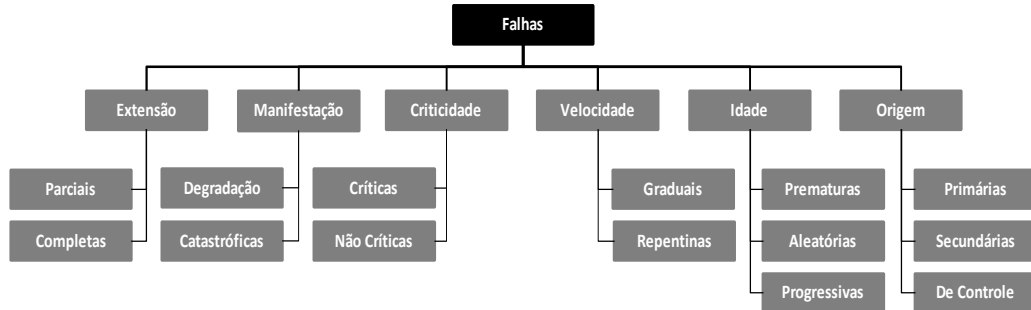


Figura 2.7: Classificação das Falhas

Fonte : adaptação de Siqueira, 2005

- Quanto à origem: as falhas podem ter origem primária, em decorrência de deficiências próprias de um componente, levando-se em conta os limites normais de operação. Em se tratando de origem secundária, onde a operação se apresenta fora dos limites normais, tais como descarga atmosférica, sobrecargas e etc...; ou falhas de origem humana como ordens errôneas do operador ou uso inadequado pelo usuário.

- Quanto à extensão: as falhas podem ser parciais, em consequência do desvio de alguma característica funcional do item, além dos limites especificados, mas sem perda total de sua funcionalidade. Situações onde ocorram a perda total da função requerida, classifica-se como completa.

- Quanto à velocidade: as falhas podem ser graduais, quando percebidas ou previstas por uma inspeção antes de sua ocorrência. Caso contrário nomina-se como falhas repentinas.

- Quanto à manifestação: quando ela ocorre simultaneamente de forma gradual ou parcial, podendo tornar-se completa ao longo do tempo, a forma de manifestação é entendida como degradação, contrariando as falhas catastróficas, que ocorrem simultaneamente de forma repentina e completa. Também existem

ainda as falhas intermitentes, que persistem por tempo limitado, após o qual o item aparentemente se recupera sem qualquer ação externa.

- Quanto à criticidade: condições perigosas ou inseguras para quem opera, mantém ou depende do ativo e que podem causar grandes danos materiais ou ambientais são falhas críticas, senão classifica-se como não-críticas.

- Quanto à idade: podem ser prematuras, quando ocorrem durante o período inicial de vida do equipamento. A ocorrência de maneira imprevisível, durante todo o período de vida útil do ativo define a falha como aleatórias. Dentro de uma normalidade sempre se espera falhas progressivas, que ocorrem durante o período de vida útil, como resultado de desgaste, deterioração e envelhecimento.

Para os objetivos da MCC, as falhas são classificadas de acordo com a figura 2.8.

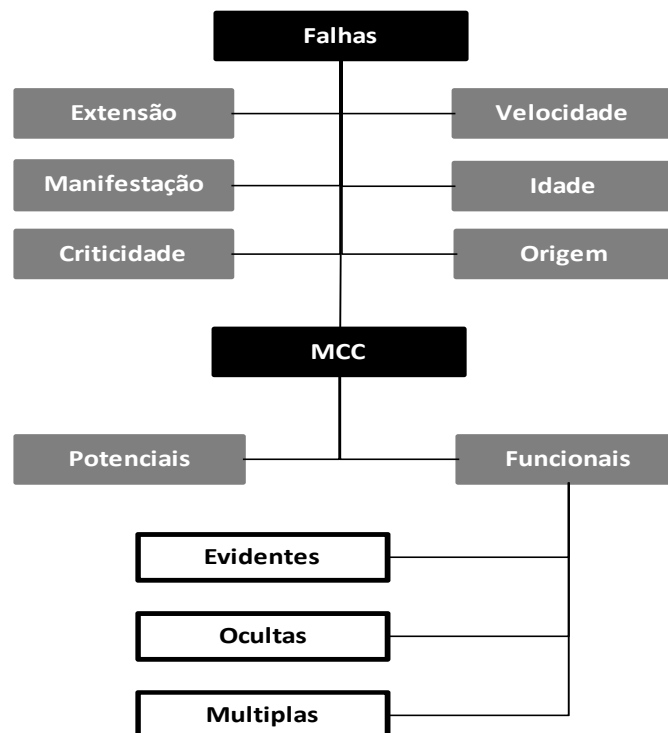


Figura 2.8: Classificação das Falhas para os Objetivos da MCC

Fonte : adaptação de Siqueira, 2005

- Falha Potencial: definida como uma condição identificável e mensurável que indica uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência

- Falha Funcional: definida pela incapacidade de um item desempenhar uma função específica dentro de limites desejados de desempenho. As falhas funcionais podem ser classificadas em:

- Falha Evidente: detectada pela equipe de operação durante o trabalho normal;
- Falha Oculta: não pode ser detectada pela equipe de operação durante o trabalho normal;
- Falha Múltipla: combinação de uma falha oculta mais uma segunda falha, ou evento, que a torne evidente.

2.4.3 Modos de Falha

Um modo de falha é definido como qualquer evento que causa uma falha funcional, ou seja, modos de falha são eventos que levam, associados a eles, uma diminuição parcial ou total da função do produto e de suas metas de desempenho.

A identificação dos modos de falha de um item físico é um dos passos mais importantes no desenvolvimento de qualquer programa que pretenda assegurar que o ativo continue a executar suas funções previstas. Quando em um sistema ou processo cada modo de falha foi identificado, torna-se possível verificar suas consequências e planejar ações para corrigir ou prevenir a falha. Na prática, dependendo da complexidade de um item físico, do contexto operacional e do nível em que está sendo feita a análise, normalmente são listados vários modos de falha como causas da falha funcional.

Alguns dos modos de falha típicos que podem gerar falha funcional são: fratura, separação, deformação, desgaste, abrasão, desbalanceamento, rugosidade, desalinhamento, trincas, deficiências da manutenção, etc.

2.4.4 Causa da Falha

A causa da falha representa os eventos que geram o aparecimento do modo da falha, ou seja, porque esta errada a funcionalidade do item e pode ser detalhada em diferentes níveis para diferentes situações. A causa da falha pode ser associada a: falha de projeto, defeito do material, deficiências durante o processamento ou fabricação dos componentes, defeitos de instalação e montagem, condições de serviço não previstas ou fora de projeto, erro de montagem ou operação indevida.

2.4.5 Efeitos da Falha

Os efeitos da falha é o que acontece quando um modo de falha ocorre. Esta definição evidencia a finalidade do estudo dos efeitos das falhas: pesquisar os impactos dos modos de falha nas funções do sistema e na instalação. Através desse estudo, será possível definir as consequências das falhas.

2.4.6 Consequências da Falha

As falhas podem afetar a produção, a qualidade do serviço ou do produto, a segurança e o meio ambiente, podendo incorrer em aumento do custo operacional e do consumo de energia. A natureza e a severidade dessas consequências orientam a maneira como será vista a falha.

A combinação do contexto operacional, dos padrões de desempenho e dos efeitos, indica que cada falha tem um conjunto específico de consequências a ela associadas. Se tais consequências forem muito severas, grandes esforços deverão ser realizados para evitar ou reduzir a falha. Porém, falhas que provocam pequenas consequências não requerem que medidas proativas sejam tomadas, nesses casos, é mais sensato corrigir a falha após a ocorrência.

A análise da manutenção por essa ótica sugere que as consequências da falha são mais importantes do que suas características técnicas. Dessa forma, qualquer tarefa só deve ser aplicada se tratar com sucesso as consequências da

falha e os meios de evitá-las. A análise das consequências da falha requer que essas sejam divididas em falhas evidentes e ocultas.

2.5 FERRAMENTA DE SUPORTE À MCC

A metodologia da MCC apresentada neste trabalho segue a linha de adoção da Análise de Modos e Efeitos de Falhas, traduzido do inglês FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) evoluindo para uma Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas, também provinda do inglês FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis), como ferramenta principal de suporte a sua implantação. Maiores detalhes sobre as metodologias FMEA e FMECA, a exemplo das tabelas comparativas utilizadas para classificação dos fatores do NPR, podem ser obtidos através de consulta à vasta literatura sobre o assunto, onde se destaca norma SAE J1739.

2.5.1 FMEA/FMECA

A FMEA é uma técnica de análise que foi desenvolvida para ser aplicada principalmente a componentes, cujo objetivo primordial é detalhar cada um dos componentes de um sistema a fim de levantar todas as maneiras pelas quais o componente possa vir a falhar e avaliar quais os efeitos que estas acarretam sobre os demais componentes e sobre o sistema, apresentada na norma SAE J1739 (2002). Como o próprio nome da técnica diz, é um método útil para documentar de forma organizada os modos e os efeitos de falhas de componentes. Ou seja, investiga-se o componente a fim de levantar todos os elementos, incluindo as ações inadequadas do ser humano, que possam interromper ou degradar o seu funcionamento ou do sistema ao qual o componente pertença.

Apesar de ser uma técnica de análise essencialmente qualitativa, uma extensão da FMEA, a FMECA, pode fornecer também estimativas para as frequências de ocorrência dos modos de falhas, bem como, o grau de severidade

dos seus efeitos. O modelo não provê cálculo da confiabilidade total do sistema, mas pode servir como entrada de outras análises de confiabilidade.

Numa FMECA podem ser enfocados tanto os aspectos relacionados com a confiabilidade do sistema como com a segurança da instalação. Assim pode ser avaliada a gravidade dos efeitos das falhas sobre a continuidade operacional do sistema, sobre a segurança dos operadores, da população circunvizinha ou dos demais equipamentos. Entre os objetivos da FMECA estão:

- Identificação dos modos de falha dos componentes de um sistema;
- Avaliação das causas, efeitos e riscos das falhas;
- Aumentar a segurança funcional, operacional e ambiental;
- Aumentar a confiabilidade;
- Melhorar a comunicação interna;
- Como detectar, como corrigir, etc.

A FMECA pode ser aplicada em vários níveis, ou seja, componentes, equipamentos ou sistemas, dependendo do grau de detalhamento desejado. Esta técnica pode ser usada na fase de projeto de sistemas visando detectar possíveis falhas e melhorar a confiabilidade do sistema, na revisão de segurança do sistema em operação procurando verificar a propagação das falhas sobre os outros componentes do sistema e as implicações para a segurança das instalações, e no contexto de uma análise global de riscos, tanto de sistemas na fase de projeto, como de sistemas em operação ou em fase de ampliação.

Para Rigoni (2009) esta metodologia se diferencia da primeira pelo fato de associar a cada modo de falha um índice de criticidade que servirá de orientação na priorização das ações a serem tomadas para prevenção ou mitigação das falhas.

O índice de prioridade da FMECA é conhecido como NPR (Número de Prioridade de Risco) representado pela figura 2.9 é obtido pelo produto dos fatores de Gravidade (G), Frequência (F) e Detectabilidade (D):

$$\text{NPR} = \text{Gravidade} \times \text{Frequência} \times \text{Detectabilidade}$$

Quanto maior o valor do NPR, maior será a criticidade do modo de falha associado para o processo de manutenção. Os fatores que compõem o NPR

resultam de uma classificação comparativa dos modos de falha, levando em consideração os seguintes conceitos de Kardec e Xavier (2010):

- Gravidade – Reflete o grau de severidade dos efeitos da falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior gravidade;
- Frequência – Reflete a probabilidade de ocorrência do modo de falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior probabilidade de ocorrência;
- Detectabilidade – Reflete a dificuldade em se identificar as causas do modo de falha a tempo de prevenir uma falha funcional. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 classifica como improvável de se detectar as causas do modo de falha.

Componente do NPR	Classificação	Peso
FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA - F	Impossível	1
	Muito Pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
GRAVIDADE DA FALHA - G	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECTABILIDADE - D	Alta	1
	Moderada	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Muito pequena	7 a 8
	Improvável	9 a 10
ÍNDICE DE RISCO - NPR	Baixo	1 a 50
	Médio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muito alto	200 a 1000

Figura 2.9 – Tabela de Número de Prioridade de Risco - NPR

Fonte: adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DA MCC NO ESTUDO DE CASO

3.1 PROCEDIMENTO DE REFERÊNCIA

Após estabelecida a proposta de um piloto visando a aplicação dos conceitos de manutenção centrada em confiabilidade na gestão da manutenção da concessionária de distribuição, iniciou-se a elaboração de material documental conforme metodologia adotada segundo a figura 3.1 como consequência a elaboração de um manual da MCC para o referido sistema, sendo que o objetivo principal foi de estabelecer os mesmos critérios de manutenção para as equipes que atuam neste Sistema Elétrico de Potência - SEP de redes subterrâneas.

Durante a coleta de informações para adequação da metodologia, foi constatada a ausência de um plano de manutenção bem definido dentro da área deste SEP, o que justifica a elaboração de um procedimento de padronização desta nova prática, trazendo um ganho expressivo na gestão da área de manutenção da concessionária.

Este trabalho tem como objetivo orientar as equipes de manutenção no processo de seleção e priorização de ações de prevenção a falhas potenciais, através da aplicação da MCC, devendo estar em conformidade com as normas que fazem referência a esta metodologia e que estabelecem os requisitos mínimos para sua implementação, descrevendo o sequenciamento de etapas, sugerindo formulários de registro de informações, bem como a aplicação da técnica de análise de modos de falha, seus efeitos e sua criticidade – FMECA.

Durante a pesquisa de referências bibliográficas, verificou-se existir variações metodológicas de implementação MCC entre as normas SAE JA1011, SAE JA1012 e SAE J1739 e os autores estudados (Siqueira, 2005; Moubray, 2000 e Rigoni, 2009). As diferenças detectadas residiam principalmente na lógica de seleção da tarefa de manutenção, sem causar prejuízos ao atendimento às normas SAE. Em virtude disto, optou-se por adotar a implementação da MCC

segundo as orientações de Rigoni (2009), devido sua atualidade e enfoque na criticidade.

Como parte integrante deste estudo podemos destacar a readequação de um manual, já existente, que seleciona as tarefas de manutenção aplicáveis e efetivas no que diz respeito a prevenção de falhas potenciais. Embora já tenha sido validado pela equipe da divisão de manutenção de Curitiba, será levado à apreciação da SED (Superintendência de Engenharia de Distribuição) para aprovação e possível implantação em outras áreas de manutenção.

Como desdobramento desta metodologia além do manual de implementação, destaca-se a criação dos indicadores de controle e acompanhamento relativos às tarefas de manutenção, ferramenta esta, que poderá dar suporte através de seu histórico à análise quantitativa da MCC.

Com aderência a norma ISO 9001, já implantada na concessionária, a proposta de criação dos principais itens de performance fornecerão subsídios em decisões de gestão e poderão ser acompanhados através de Reuniões de Análise Crítica – RAC, em todos os níveis gerenciais desde a presidência até as divisões de manutenção.

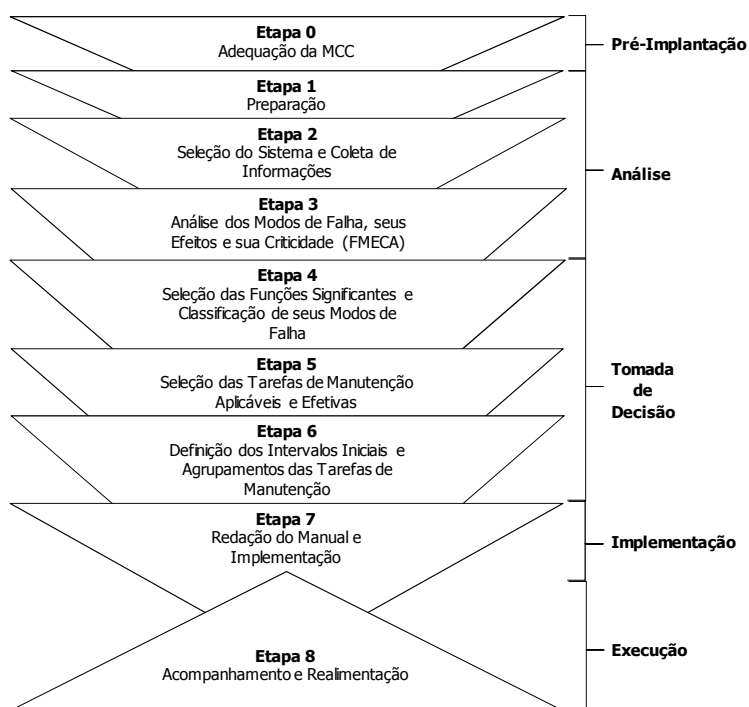


Figura 3.1 – Procedimento de Referência para Implantação da MCC

Fonte: adaptado de Rigoni, 2009.

As etapas do procedimento de referência para implantação da MCC podem ser resumidas através do diagrama apresentado na figura 3.1.

3.1.1 Etapa 0 – Adequação da MCC

A etapa de adequação parte do princípio de que a manutenção está fundamentada na MCC, com seus requisitos e características metodológicas e filosóficas. Por se tratar de um piloto na área de concessionária de energia, muitos dos conceitos e nomenclaturas são adaptados a realidade do setor, sendo que a proposta básica é fazer uma analogia de um sistema único, a exemplo de um equipamento, com o sistema elétrico como um todo, com sua gama de equipamentos e subsistemas. Entende-se que o produto deste trabalho seja a identificação da aderência deste SEP às necessidades e exigências de um programa de MCC.

3.1.2 Etapa 1 – Preparação ou Planejamento Inicial

A etapa de planejamento tem como premissa a definição do grupo de trabalho e conseqüente elaboração do planejamento estratégico para implantação da MCC. O documento gerado desta etapa encontra-se no apêndice A, onde pode ser avaliado em maiores detalhes.

De acordo com a metodologia adotada como referência, nesta etapa elege-se o corpo técnico e as figuras do facilitador e do patrocinador. O facilitador tem como principais características possuir os conhecimentos necessários da metodologia MCC e ter habilidades em coordenar grupos de trabalho: estruturar as reuniões, administrar o tempo e gerenciar conflitos. O patrocinador deve ser, preferencialmente, o gerente responsável pelo desempenho do equipamento analisado, pois sua principal função é de mobilizar recursos (humanos e financeiros) necessários ao bom andamento dos trabalhos. Este apoio gerencial é de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto, principalmente nos momentos de concorrência de prioridades na realização de atividades na área operacional.

O bom nível de conhecimento sobre o sistema e a experiência de trabalho são preponderantes na definição do corpo técnico selecionado, onde a diversidade de pontos de vista garante a formação desta equipe de caráter multifuncional. A seleção deve contemplar pessoas que participam ativamente dos processos de manutenção e operação dos ativos: mantenedores, operadores, inspetores e especialistas.

3.1.3 Etapa 2 – Seleção do Sistema e Coleta de Informações

A seleção do sistema submetido à análise e implantação da MCC e a coleta de informações são os objetivos desta etapa. O produto gerado é a reunião de todas as informações técnicas sobre o ativo, cujo objetivo é de delimitar e identificar suas fronteiras.

A pesquisa de campo tem papel fundamental na construção deste conhecimento sobre o sistema, servindo como complemento ao planejado pelo grupo de implantação. A descrição deste contexto operacional deve ser elaborada, detalhando as informações referentes à identificação dos subsistemas e componentes, diagramas esquemáticos, diagramas de blocos, diagrama funcional, diagrama lógico e descrição das fronteiras. Toda documentação técnica referente ao ativo deve ser relacionada, indicando o ponto de acesso ou disponibilizando como anexo.

3.1.3.1 Descrição do Sistema

O sistema adotado como estudo de caso representado pelo SEP de redes subterrâneas da cidade de Curitiba, que além das principais capitais brasileiras como: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte e Porto Alegre, destaca-se de forma glamorosa, possibilitando investimentos por parte da administração municipal em paisagismo e em um ambiente livre de obstruções aéreas como postes e fiações.

Esta rede subterrânea é classificada como um tipo de rede de distribuição de energia elétrica de grande confiabilidade pois, comparada aos sistemas aéreos,

apresentam menor grau de suscetibilidade à defeitos, além do que, possuem uma configuração onde a ocorrência de defeitos dificilmente compromete a continuidade do fornecimento de energia a este grande número de consumidores atendidos.

Sua implantação data-se de 1973, inicialmente com 560 edificações ligadas. Em 1978 foi executada uma extensão da rede onde foram acrescentadas 123 novas edificações e, finalmente, entre Janeiro de 1981 e Maio de 1982 o projeto foi concluído com a construção da segunda etapa quando foram contempladas mais 897 edificações. Em 2003 foi anexada à rede mais um trecho compreendendo as Ruas Barão do Serro Azul e Comendador Araújo.

Atualmente, existem cerca de 16 mil consumidores, com diferentes características. A rede estende-se sob as ruas, avenidas e praças do centro, totalizando aproximadamente 1,1 km², definido pela área compreendida entre as Ruas Visconde de Nacar, André de Barros, João Negrão, Alfredo Bufrem, Prof. Moreira Garcês, Largo da Ordem e Augusto Stellfeld, além dos outros trechos relativos as Ruas Barão do Serro Azul e Comendador Araújo conforme ilustra a figura 3.2.



Figura 3.2 – Localização da Rede Subterrânea na Cidade de Curitiba

Fonte: do autor

Esta rede é atendida à partir da Subestação Centro, localizada na Rua Visconde de Nacar esquina com Rua Augusto Stelfeld, onde estão instalados dois transformadores trifásicos de 41 MVA, que alimentam a dois barramentos de 13,8 kV que, então, atendem os circuitos alimentadores primários. A subestação, por sua vez, é alimentada por duas linhas de 69 kV provenientes das subestações Pilarzinho e Campo Comprido, pertencentes ao anel de transmissão da cidade.

A rede subterrânea de Curitiba é formada por dois sistemas, denominados Amarelo e Vermelho divididos pela Avenida Marechal Floriano Peixoto. Cada sistema é composto de cinco (5) alimentadores radiais simples em 13,8 kV, conectados no barramento da subestação através de disjuntores.

Os alimentadores estendem-se através de tubulações e caixas, sob as Ruas, até os transformadores situados em Câmaras ou Spot's (transformadores ligados no prédio do próprio consumidor). Estes, por sua vez, interligam-se através da rede de baixa tensão formando uma imensa malha reticulada, também conhecida como '*network*'.

3.1.3.2 Dados da Área Atendida

- Área do centro da cidade atendida pela rede subterrânea	1,1 km ²
- Sistema Amarelo	0,55 km ²
- Sistema Vermelho	0,55 km ²
- Os sistemas Amarelo e Vermelho são divididos pela Av. Mal Floriano.	
- Número de consumidores:	
- Residenciais	6806
- Comerciais	9404
- Industriais	171

3.1.3.3 Dados da Subestação

- Dois Transformadores de 69/13,8 kV - 41 MVA	
- Potência total instalada	82 MVA

3.1.3.4 Dados da Rede Subterrânea

As figuras 3.3 e 3.4 representam topologias da redes de média e baixa tensão utilizada no SEP de redes subterrâneas reticuladas respectivamente.

Rede de Média Tensão:

- Circuito alimentador tronco c/ cabo AL 750 MCM - 15/20 kV 13,31 km
- Ramais de derivação/ cabo AL 1/0 AWG - 15/20 kV 19,72 km
- Total rede de Média Tensão 15 kV 33,03 km

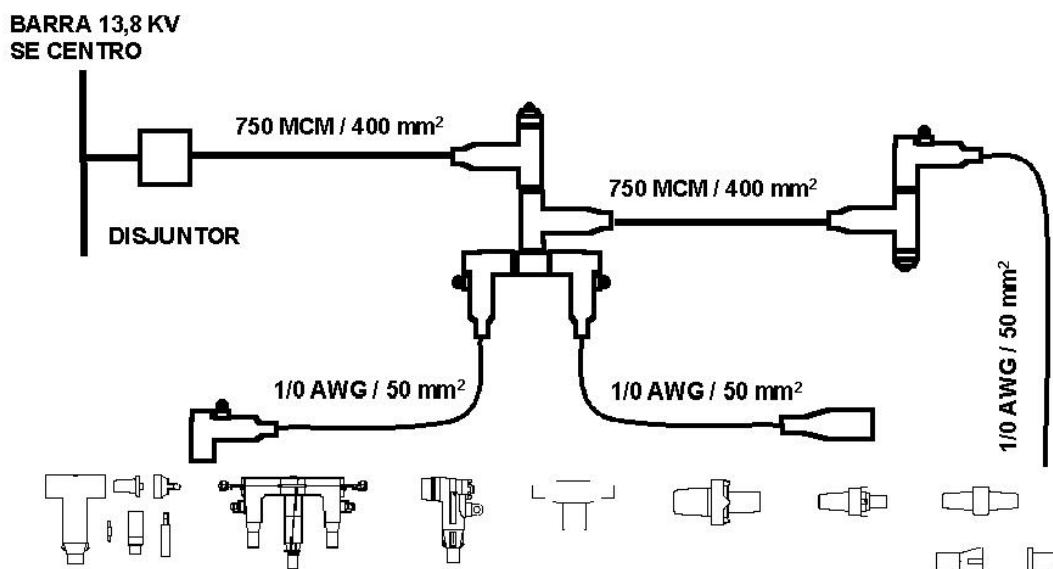


Figura 3.3 – Diagrama Representativo de uma Rede de Média Tensão

Fonte: do autor.

Rede Elétrica de Baixa Tensão:

- Tipo Reticulada (cabo AL 4/0 AWG 0,6-1kV XLPE) 438,245 km

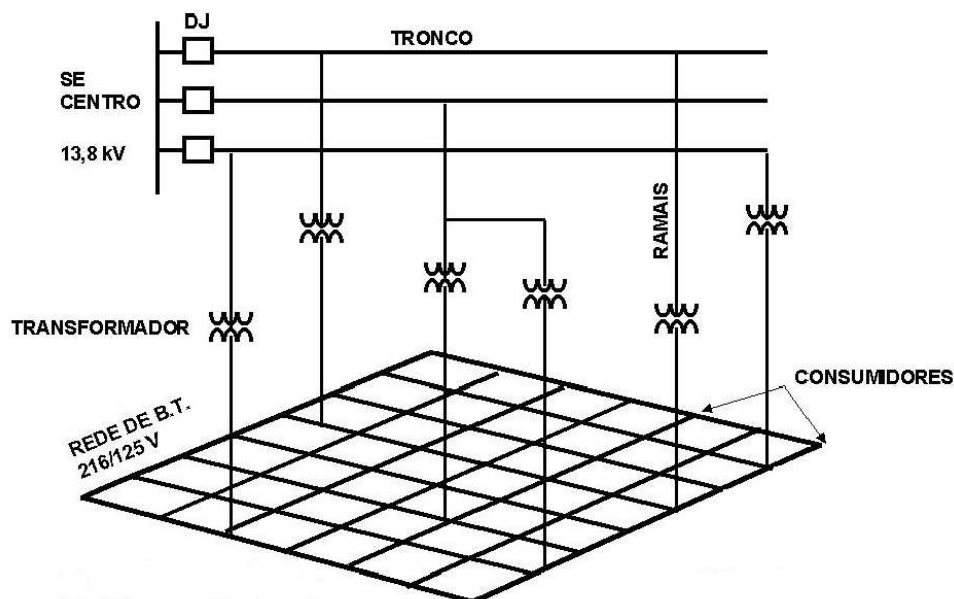


Figura 3.4 – Diagrama Representativo de uma Rede de Média e Baixa Tensão

Fonte: do autor.

3.1.3.5 Definição das Fronteiras do Sistema

As fronteiras, além de delimitarem os sistemas, servem para identificar as interfaces entre eles, as quais estão normalmente associadas às suas funções principais. A figura 3.5 representa os subsistemas definidos dentro do SEP em estudo.


 Fronteiras do SEP de Redes Subterrâneas		
Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		
Id. Sistema	Sistema	Id. Sub. Sistema
		Subsistemas
1	SEP de Redes Subterrâneas	1 Rede de Baixa Tensão
		2 Rede de Média Tensão
		3 Transformadores
		4 Protetores de Rede
		5 Chaves Isoladas a Óleo
		6 Chaves e Interruptores Isolados a SF6
		7 Supervisório

Figura 3.5 – Definição de Fronteiras do Sistema

Fonte: do autor.

3.1.4 Etapa 3 – Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos a sua Criticidade (FMECA)

Na etapa de FMECA objetivo é identificar e documentar todas as funções do sistema selecionado, as falhas funcionais, seus respectivos modos de falha, os efeitos adversos, as causas do modo de falha e, por fim, fazer uma avaliação da criticidade. O produto desta etapa (planilha FMECA) encontra-se no apêndice B, onde pode ser avaliado.

A etapa de FMECA se apresentou como um grande desafio para o grupo de trabalho, provocando no momento da análise intensos debates sobre o funcionamento do sistema. Mesmo com a alocação dos melhores profissionais para compor a equipe técnica, com experiência e grande vivência do sistema em estudo, foram necessários além de todos os referenciais normativos da empresa, conciliar os níveis de conhecimento de cada indivíduo na formatação de todo processo para se estabelecer os modos de falhas, seus efeitos e por fim sua criticidade. Neste momento, observou-se que cada indivíduo possuía uma visão parcial da realidade. Neste contexto, entende-se que a diversidade de opiniões provocada pela composição de uma equipe proporciona o complemento das visões parciais, gerando um entendimento mais amplo da realidade.

Através disto, pode-se aproximar mais o grupo e se dar o devido reconhecimento a cada profissional em sua atividade, por consequência pôde-se conhecer cada um em sua função dentro do processo.

Por outro lado, a grande dificuldade na realização desta etapa foi justamente conseguir reunir a equipe. Por se tratar de um processo minucioso em que são necessários alguns encontros de trabalho da equipe, a concorrência de prioridades com outras atividades ocorreram com certa frequência. Neste momento evidencia-se a importância do gerente patrocinador do projeto, que negociou com as áreas envolvidas, estabelecendo compromissos mútuos e priorizando as atividades a serem executadas. Segue modelo da planilha adotada como referência conforme figura 3.6.



  Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA												
Unidade: SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA				Facilitador: Fabricio Salmazo			Data:		Folha:			
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:			Data:		De:			
Subsistemas:												
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha O QUE	Efeito do Modo de Falha	Gravidade (G)	Frequência (F)	Detectabilidade (D)	NPR (G.F.D)	Causas do Modos de Falha PORQUE	Controles Atuais
										Baixo (1 a 50)		
										Médio (50 a 100)		
										Alto (100 a 200)		
										Muito Alto (200 a 1000)		

Figura 3.6 – Exemplo da Planilha de FMECA adotada

Fonte: adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

3.1.5 Etapa 4 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos seus Modos de Falha

O objetivo desta etapa é determinar se a falha funcional tem efeito significativo, e caso afirmativo, classificar seus modos de falha levando em conta os impactos nos aspectos pilares da MCC: segurança, meio ambiente, operação e economia do processo. O produto da etapa de classificação das consequências encontra-se no apêndice C, onde pode ser avaliado.

O desenvolvimento desta etapa tem como base os efeitos de cada modo de falha descritos na etapa de FMECA como: ESA – Evidente com Efeito na Segurança ou Ambiente; OSA – Oculto com Efeito na Segurança ou Ambiente; EEO – Evidente com Efeito Econômico ou Operacional; OEO – Oculto com Efeito Econômico ou Operacional.

A etapa de classificação das consequências é de fundamental importância para a etapa posterior, pois a seleção das tarefas de manutenção depende da classificação do modo de falha, seguindo a lógica conforme figuras 3.7 e 3.8 de seleção das funções com sua classificação de modos e a planilha adotada respectivamente.

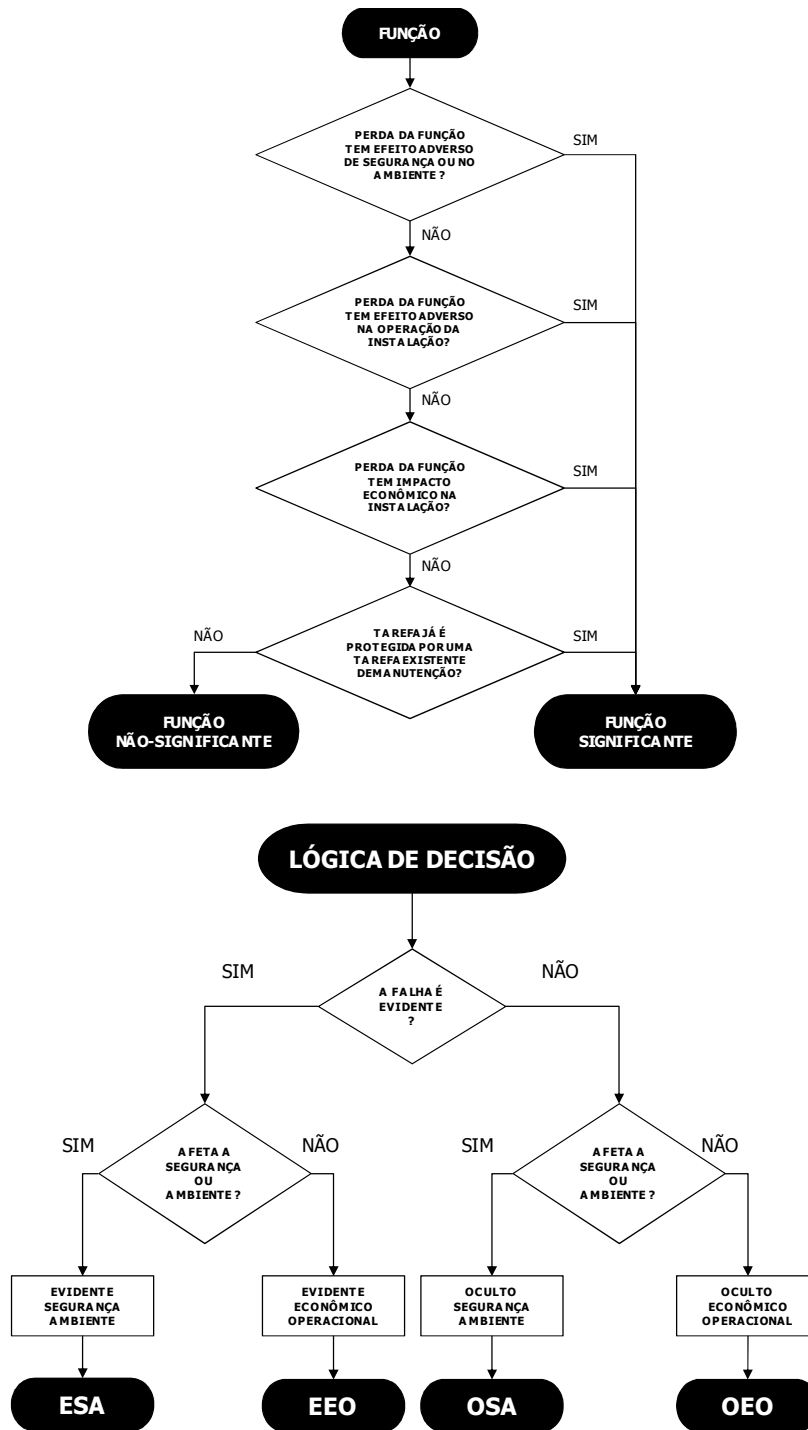


Figura 3.7 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos Modos de Falha

Fonte: adaptado de IEC 60300-3-11


 Seleção das Funções Significantes e Classificação das Consequências dos Modos de Falha - ETAPA 4													
Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA				Facilitador: Fabrício Salmazo			Data:		Folha:				
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:			Data:		De:				
Subsistemas:													
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	Modo de Falha Evidente ou Oculto ?		Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente ?		Modo de Falha tem Consequências Econômicas e/ou Operacionais ?		CATEGORIAS	
						Evidente	Oculto	SIM	NÃO	SIM	NÃO		ESA - Evidente Segurança Ambiente
													EEO - Evidente Econômico Operacional
												OSA - Oculto Segurança Ambiente	
												OEO - Oculto Econômico Operacional	

Figura 3.8 – Exemplo da Planilha adotada para Classificação dos Modos de Falha

Fonte: adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

3.1.6 Etapa 5 - Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas

Na etapa de Seleção das Tarefas de Manutenção o objetivo é determinar quais as tarefas de manutenção são aplicáveis e efetivas para cada uma das funções significantes identificadas e caracterizadas na etapa 4 – Classificação da Consequências. O produto desta etapa encontra-se no apêndice D, onde pode ser melhor avaliado.

A oportunidade do corpo de manutenção refletir sobre a forma com que se conduz os ativos da companhia, foi destacada nesta etapa como a mais importante, uma vez que a aplicação da metodologia da MCC sistematizou a análise em selecionar as melhores tarefas aplicáveis e efetivas e a partir da avaliação de cada modo de falha, identificar seus efeitos e suas consequências. As tarefas de manutenção estabelecidas a partir de suas necessidades, garantem através da lógica de decisão da MCC sua objetividade, ao mesmo tempo em que estabelece um sentido direto da importância da tarefa para o processo.

A lógica de seleção da atividade de manutenção aplicáveis e efetivas utilizada como composição do procedimento de referência e a planilha adotada, seguem conforme figura 3.9 e 3.10 adaptadas de IEC 60300-3-11 e de Kardec e Xavier, 2010.

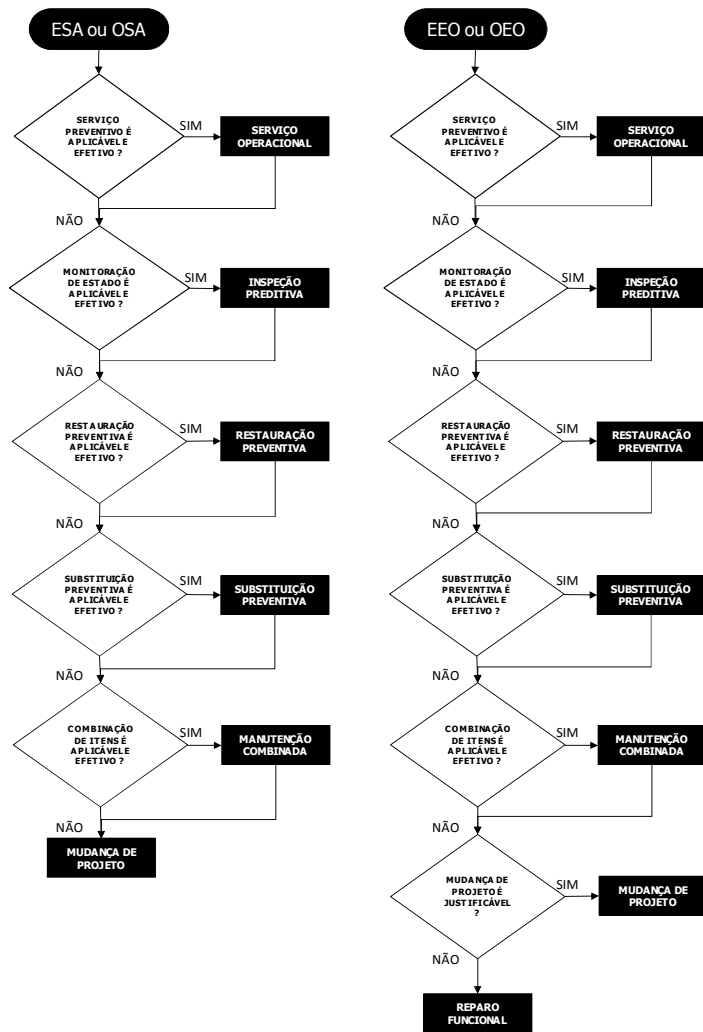


Figura 3.9 – Seleção das Tarefas de Manutenção

Fonte: adaptado de IEC 60300-3-11.



  Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas - ETAPA 5																			
Unidade : SDL/DMSDL/VMACTA/SMSC				Facilitador: Fabricio Salmazo				Data:		Folha:									
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:				Data:		De:									
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão																			
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias							Id. Tarefa	Tarefa Proposta				
							Tarefas Possíveis												
							ESA	EEO	OSA	OEO	Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva			Substituição Preventiva	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto	Reparo Funcional

Figura 3.10 – Exemplo da Planilha adotada para Classificação dos Modos de Falha

Fonte: adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

3.1.7 Etapa 6 - Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção

O objetivo desta etapa é definir a periodicidade inicial das atividades de manutenção selecionadas na etapa 5 e agrupar estas atividades de forma estratégica a otimizar as ações da equipe de manutenção. O produto da etapa de definição dos intervalos iniciais encontra-se no apêndice E, onde pode ser avaliado.

A atividade de definição dos intervalos iniciais foi facilitada, uma vez que na seleção da tarefa foi definido sua forma de execução, aproveitando a reunião do grupo de desenvolvimento com suas experiências e referências técnicas fornecidas por normas e fabricantes.

Após a conclusão da definição dos intervalos iniciais da atividade de seleção das tarefas de manutenção foi possível fazer uma consolidação dos dados de forma a garantir o agrupamento das tarefas de manutenção em intervalos que otimizem as ações das equipes de manutenção dentro de sua capacidade produtiva. O documento gerado nesta etapa servirá de orientação a área de engenharia de planejamento para implementação das modificações necessárias no processo da função 'manter', bem como fornecer subsídios para adequação do corpo funcional diante da demanda de serviços levantada.

O modelo que definiu os intervalos iniciais e o agrupamento das tarefas de manutenção estão representados através da planilha da figura 3.11 adaptada de Kardec e Xavier, 2010.


 Definição de Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção - ETAPA 6														
Unidade : SDL/DMSDL/VMACTA/SMSCTA				Facilitador: Fabrício Salmazo				Data:		Folha:				
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:				Data:		De:				
Subsistemas:														
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias			Id. Tarefa	Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento das Tarefas	Equipe Responsável
							ESA	EEO	OSA					

Figura 3.11 – Exemplo da Planilha adotada para Definição de Intervalos Iniciais

Fonte: adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

3.1.8 Etapa 7 – Redação do Manual e Implementação

O objetivo desta etapa é redigir o manual inicial de manutenção e implementar as ações propostas pela MCC com base nas conclusões das etapas anteriores. O fato de já existir um Manual de Instruções Técnicas – MIT já implementado na companhia, permitiu sua complementação, embora ainda tenha que passar por aprovação da SED – Superintendência de Engenharia de Distribuição, conforme representado no apêndice F.

O ponto fundamental deste manual é a garantia da sistematização dos novos planos de manutenção através do adequado cadastramento no sistema informatizado da manutenção, representado pelo aplicativo Gerência da Manutenção - GDMAN e a realização de um plano de comunicação às partes envolvidas, a exemplo de executores, inspetores e planejadores através dos indicadores propostos no sistema SORRISO, plataforma de documentação da norma ISO 9001 e medidos no sistema de Gestão Corporativa Integrada – GCI.

Além disso, as ações de melhoria recomendadas precisam ser devidamente executadas. Para tanto, esforços no sentido de planejamento e gestão de tarefas, recursos e prazos precisam ser empenhados e acompanhados através de Reuniões de Análise Crítica - RAC com o corpo gerencial.

O estudo de caso apresentado neste trabalho encontra-se na fase inicial da etapa de implementação e em virtude disto não será possível apresentar os resultados desta etapa. Entretanto, uma avaliação entre o plano de manutenção vigente e o plano de manutenção proposto será mostrada a seguir.

3.1.9 Etapa 8 – Acompanhamento e Realimentação

De forma geral o plano de manutenção, produto da aplicação MCC, é tecnicamente robusto e suas tarefas estão diretamente ligadas a evitar ou reduzir a probabilidade de falha no equipamento. A equipe técnica que participou de sua elaboração validou o resultado, ressaltando que a metodologia MCC conduz o grupo a propor ações de manutenção focadas nos modos de falha e seus efeitos, sem perder de vista as condições operacionais. A constatação de que cada tarefa de manutenção proposta possui um objetivo específico consolidou o conceito de

aplicabilidade da metodologia MCC na área de rede subterrânea da concessionária.

As percepções adquiridas ao longo de todo o período, desde a adequação do sistema até a implementação da metodologia de MCC ao SEP de redes subterrâneas, permite afirmar que os ganhos de confiabilidade, seja na proposição de mudanças na forma de executar manutenções com a aplicação de inspeção termográfica, ou na própria alteração na periodicidade desta manutenção, permitirão um melhor aproveitamento do recurso dispendido nesta área, bem como a possibilidade de atender maiores demandas com o mesmo contingente operacional.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

A recente proposta do governo em reduzir o valor das tarifas de energia elétrica em toda cadeia produtiva, a título de uma possível prorrogação dos períodos de concessão, promoverão uma reforma do modelo institucional do setor elétrico brasileiro trazendo novos desafios à gestão das concessionárias prestadoras de serviços de energia elétrica, em particular às distribuidoras, que auferem sua receita através da remuneração dos seus ativos, regulados pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

A penalização das concessionárias por indisponibilidade de seus ativos, despertam de imediato, a importância da elaboração de um plano de manutenção que considere o compromisso entre o custo de manutenção, que garante baixas taxas de indisponibilidade, e que mantenha sua receita pela correspondente indisponibilidade evitada.

No intuito de diminuir estas receitas, faz-se necessário a busca de novas técnicas que desenvolvam a cadeia produtiva de forma mais econômica, e neste sentido as concessionárias voltarão suas atenções para o setor de manutenção que passará a ter cada vez mais uma função estratégica dentro das organizações.

A eficácia da MCC depende do comprometimento das pessoas da equipe e da própria empresa. A MCC tende a modificar a rotina de manutenção da empresa e, portanto, quando prevista deve ser de fato implementada e as atividades propostas executadas de acordo com a forma e periodicidade definida.

O conceito apresentado de Manutenção Centrada em Confiabilidade – MCC, permitiu abordar os elementos principais dessa metodologia e as etapas para a sua implementação. A metodologia aplicada no estudo de caso de SEP de redes subterrâneas, permitiu identificar os principais subsistemas, funções, falhas

funcionais, componentes, modo de falha e efeitos da falha, possibilitando estabelecer tarefas periódicas de manutenção capazes de evitar que a falha aconteça e o desperdício do recurso alocado, diferentemente da prática atual, onde a manutenção tinha o enfoque preventivo de forma aperiódica sem um plano de manutenção estruturado.

As diversas reuniões provocadas com o corpo de manutenção, permitiram além do autoconhecimento, quebra de barreiras entre as equipes e um aumento no respeito, uma vez entendido que todos têm seu papel no processo 'manter' mesmo com finalidades distintas.

Por se tratar de um grupo experiente, a resistência às mudanças sempre se fez presente nas discussões, mas a liberdade de expressão permitiu tal vez a maior contribuição no processo, que foi a inclusão na atividade preventiva a inspeção termográfica, que reduzirá sobremaneira a indisponibilidade do sistema devida à falhas ocultas.

Finalmente, é importante ressaltar que neste novo ambiente institucional do setor elétrico brasileiro há várias oportunidades, mas que requerem uma revisão na postura gerencial tradicional das concessionárias, como por exemplo a coleta e tratamento adequado de registros operativos para a formação de base de dados que permitam a gestão apurada de suas funcionalidades, dentre elas a manutenção.

4.2 Sugestões de Trabalhos Futuros

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, algumas ações e novos temas de pesquisa são vislumbrados objetivando a complementação do que foi desenvolvido até o momento. Neste sentido, destacam-se as seguintes sugestões:

- Manutenção do modelo sugerido de aplicação da MCC através da constante revisão dos planos de manutenção que mais impactam no processo de gestão destes ativos.
- Desenvolvimento de uma sistemática para possíveis readequações dos intervalos iniciais das tarefas de manutenção obtidas pela MCC, através da análise dos indicadores criados;

- Revisão periódica do MIT de atividades com enfoque na MCC.
- Sugestão de acompanhamento da performance dos indicadores com a implantação do conceito de MCC como forma de validação da metodologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Confiabilidade e Manutenibilidade – Terminologia (NBR 5462). Rio de Janeiro, ABNT, 1994.

AURÉLIO Buarque de Holanda. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Lutterworth, Inglaterra, 3ª Edição, Editora Positivo, 2004.

CARDOSO, I. A. P.; “Elaboração de Políticas de Manutenção: Uma Abordagem Voltada à Análise de Confiabilidade”. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica/Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

FIDALGO, João Emanuel Los Reis. Maximização de receita de concessionária de transmissão de energia elétrica através da otimização da manutenção. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

IEC 60300-3-11, “Gestion de la sureté de fonctionnement Partie 3-11: Guide d’application – Manitenance basée sur la fiabilité”, Comission Electrotechinique internationale, Geneva, Switzerland.

KARDEC, Allan; XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2010.

MORTELARI, Denis; SIQUEIRA, Kleber; PIZZATI, Nei. O RCM na Quarta Geração da Manutenção de Ativos. RG Editores, 1ª Edição, 2011.

MOUBRAY, John. Manutenção Centrada em Confiabilidade. Lutterworth, Inglaterra, 2ª Edição, Aladon Ltd, 2000.

MOURA, R. L.; BALTAR, C. A. M.; ANDRADE, M. C.; MONTE, M. B. M. Comunicação Técnica elaborada para o livro Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil (CT2002-158-00). Rio de Janeiro, CETEM, 2002.

NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F.; “Reliability Centered Maintenance”. National Technical Information Service, EUA, Report n.AD/A066-579, 1978

NUNES, Enon Laércio, Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): Análise da Implantação em uma Sistemática de Manutenção Preventiva Consolidada. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2001.

RIGONI, Emerson. Metodologia para implantação da manutenção centrada na confiabilidade: uma abordagem fundamentada em Sistemas Baseados em Conhecimento e Lógica Fuzzy. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia, Florianópolis, 2009.

SAE International. SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Warrendale, USA, SAE Publication, 1999.

SAE International. SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard. Warrendale, USA, SAE Publication, 2002.

SAE International. SAE J1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA), and Potential Failure Mode and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA). Warrendale, USA, SAE Publication, 2002.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. Manutenção Centrada na Confiabilidade - Manual de Implementação. Rio de Janeiro, 1ª edição, Editora Qualitymark Ltda, 2005.

TAVARES, Lourival Augusto. CALIXTO, Marcos. POYDO, Paulo R. Manutenção Centrada no Negócio. Rio de Janeiro, 1ª edição, Novo Polo Publicações, 2005.



VAZ, José Carlos. Gestão da manutenção. in Gestão de operações (Org. José Celso Contador). Edgard Blücher, São Paulo, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ETAPA 1

MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

PREPARAÇÃO

 COPEL <i>Agora Energia</i>	 PARANÁ <small>GOVERNO DO PARANÁ</small>	ETAPA1 - MCC - PREPARAÇÃO
Responsável pela Análise	Equipe	Data:
Fabício Salmazo	Setor de Manutenção Subterrânea de Curitiba	06/08/2012

1. Equipe de Implantação

- Fabrício Salmazo (Supervisor do Setor)
- Kátia Cristina de Oliveira Dias (Eng^a de Manutenção)
- Daniel Guilherme Staben (Especialista em Equipamentos)
- Luiz Antonio Bonassoli (Especialista em Equipamentos)
- Alex Barboza Tabisz (Especialista em Manutenção de Redes)
- Osvaldo Gurski (Encarregado Operacional de Equipamentos)
- Carlos Roberto de Souza (Encarregado Operacional de Equipamentos)
- Carlos Roberto Schmitz (Encarregado Operacional de Redes)
- Augusto Chavez Gemba (Encarregado Operacional de Redes)

2. Facilitador

- Fabrício Salmazo (Supervisor da Manutenção Subterrânea)

3. Patrocinador

- Diego Augusto Corrêa (Gerente da Manutenção)

4. Estratégia de Implementação

- Projeto Piloto

5. Ativo Selecionado

- Sistema Elétrico de Potências – SEP de Redes Subterrâneas na cidade de Curitiba

6. Objetivos e Metas

- Elaborar um cronograma de manutenção a fim de evitar desperdícios de recursos alocados na função ‘manter’ dos ativos de rede subterrânea da concessionária.

7. Avaliação de Ganhos Potenciais

- Atender as necessidades de manutenção dos diversos ativos que estão entrando em operação em decorrência do crescimento econômico do país;
- Melhoria na estruturação das equipes para atendimento destas crescentes demandas;
- Evolução da técnica, no que diz respeito a procedimentos e implantação de manutenção instrumentalizada nas atividades das equipes.

8. Plano de Treinamento

- Público-alvo:

- Equipes – Introdução à MCC - 4 Horas
- Instrutor:
 - Facilitador Interno
- Local:
 - Sala da Supervisão
- Cronograma:
 - 30/07/2012 segunda-feira no período da tarde

9. Calendário de Reuniões de Preparação

- Segundas-feiras após reuniões técnico-administrativas da manhã.


10. Recursos Necessário

- Sala de Reuniões
- Projetor
- Disponibilidade da Equipe

11. Metodologia

- Elaboração do Manual de Instruções Técnicas – MIT de Implementação da MCC em SEP de Redes Subterrâneas

12. Cronograma de Implantação

 MCC NO SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS	Duração (dias)	Início	Término
Etapa 0 - Adequação da MCC	1	30/07/2012	30/07/2012
Etapa 1 - Preparação	1	06/08/2012	06/08/2012
Etapa 2 - Seleção do Sistema e Coleta de Informações	1	13/08/2012	13/08/2012
Etapa 3 - Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA	5	20/08/2012	17/09/2012
Etapa 4 - Seleção das Funções Significantes e Classificação de seus Modos de Falha	1	24/09/2012	24/09/2012
Etapa 5 - Seleção das Tarefas de Manutenção			
Etapa 6 - Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamentos das Tarefas de Manutenção	13	24/09/2012	06/10/2012
Etapa 7 - Redação do Manual e Implementação			
Etapa 7.1 - Elaboração do MIT			
Etapa 7.2 - Treinamento do Corpo Técnico	3	15/10/2012	29/10/2012
Etapa 7.3 - Implantação dos Novos Planos de Manutenção	50	01/11/2012	21/12/2012
Etapa 8 - Acompanhamento e Realimentação	355	10/01/2013	31/12/2013

APÊNDICE B – ETAPA 3

MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA, SEUS EFEITOS E SUA CRITICIDADE – FMECA



Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA - ETAPA 3

Unidade : SDL/DMSADL/VMACTA/MSMCTA		Facilitador: Fabricio Salmazo				Data:			Folha:												
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:				Data:			De:												
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão																					
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha O QUE	Efeito do Modo de Falha	Gravidade (G)	Frequência (F)	Detectabilidade (D)	NPR (G.F.D)	Causas do Modos de Falha PORQUE	Controles Atuais									
										Baixo (1 a 50)											
										Médio (50 a 100)											
										Alto (100 a 200)											
										Muito Alto (200 a 1000)											
1	Rede de Baixa Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 216/125 V	1	Condução	1	Condutor interrompido	Sobrecarga na malha	6	4	1	24	Acidental	Corretiva									
		1	Condução	1	Condutor com sobrecorrente	Deterioração prematura do material	6	4	1	24	Aumento de Carga	Preventiva									
		2	Sobrecarga	2	Fusível protetor de condutor queimado	Sobrecarga na malha	10	2	3	60	Aumento de Carga	Preventiva									
													3	Barramento com sobrecorrente - HICRAB	Deterioração prematura do material	7	4	1	28	Aumento de Carga	Preventiva
													4	Barramento com sobrecorrente - RDM	Deterioração prematura do material	7	4	1	28	Aumento de Carga	Preventiva
													1	Barramento com sobreaquecimento - HICRAB	Deterioração prematura do material	7	4	2	56	Aumento de Carga	Não Há
		3	Térmica	2	Barramento com sobreaquecimento - RDM	Deterioração prematura do material	6	4	2	48	Aumento de Carga	Não Há									
													3	Barramento com sobreaquecimento - MOLE	Deterioração prematura do material	6	3	2	36	Aumento de Carga	Não Há
													4	Terminação com sobreaquecimento	Deterioração prematura do material	7	4	2	56	Aumento de Carga	Não Há
		4	Mecânica	1	Terminação com sobretaxa de compressão	Deterioração prematura do material	6	2	7	84	Compressão com Matriz inadequada	Corretiva									
													2	Condutor com isolamento avariada	Deterioração prematura do material	5	2	7	70	Roedores, Rompimento de Tubulação ou Falha no lançamento do cabo	Corretiva
		5	Eletroquímica	1	Condutor interrompido por corrosão	Sobrecarga na malha	9	2	10	180	Ambiente Agressivo	Preventiva									
													2	Barramento interrompido por corrosão - RDM	Sobrecarga na malha	8	2	5	80	Ambiente Agressivo	Preventiva
3	Barramento interrompido por corrosão - HICRAB												Sobrecarga na malha	7	2	5	70	Ambiente Agressivo	Preventiva		
2	Rede de Média Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 13800 V	1	Condução	1	Condutor interrompido por formação de arborescência	Desligamento do Alimentador	7	2	10	140	Ambiente Agressivo	Corretiva									
													2	Condutor interrompido acidentalmente	Desligamento do Alimentador	7	4	1	28	Ambiente Agressivo	Corretiva
													3	Malha de aterramento descontinuada	Descarga Elétrica	6	4	7	168	Ambiente Agressivo	Preventiva
		2	Térmica	1	Terminação com sobreaquecimento	Deterioração prematura do material	5	4	2	40	Compressão com Matriz inadequada ou Degaste Natural do Terminal	Não Há									
													2	Terminação Desconectável com sobreaquecimento	Deterioração prematura do material	5	4	2	40	Compressão com Matriz inadequada ou Degaste Natural do Terminal	Não Há
		3	Mecânica	1	Terminação com sobretaxa de compressão	Deterioração prematura do material	5	2	10	100	Compressão com Matriz inadequada	Corretiva									
													2	Condutor com raio de curvatura inferior especificada	Deterioração prematura do material	4	2	4	32	Falha na Instalação	Corretiva
													3	Condutor com blindagem de aterramento avariada	Deterioração prematura do material	6	2	10	120	Transporte, Acondicionamento, Instalação ou Ambiente Agressivo	Corretiva
													4	Condutor com capa de proteção avariada	Deterioração prematura do material	4	2	7	56	Transporte, Acondicionamento, Instalação ou Ambiente Agressivo	Corretiva
		4	Eletroquímica	1	Terminação com vazamento elétrico por corrosão	Desligamento do Alimentador	6	2	4	48	Ambiente Agressivo	Corretiva									
													2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Descarga Elétrica	6	3	7	126	Ambiente Agressivo	Corretiva
													3	Desconectável com vazamento elétrico por corrosão	Desligamento do Alimentador	7	2	7	98	Ambiente Agressivo	Corretiva



Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA - ETAPA 3

Unidade : SDL/DMSDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo				Data:			Folha:					
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:				Data:			De:					
Subsistemas: (3) Transformador (4) Protetor de Rede de Baixa Tensão														
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha O QUE	Efeito do Modo de Falha	Gravidade (G)	Frequência (F)	Detectabilidade (D)	NPR (G.F.D)	Causas do Modos de Falha PORQUE	Controles Atuais		
										Baixo (1 a 50)			Médio (50 a 100)	Alto (100 a 200)	Muito Alto (200 a 1000)
3	Transformador - Rebaixar o nível de tensão de 13200 V para 216/125 V	1	Condução	1	Enrolamento curto-circuitado	Desligamento do Alimentador	6	2	10	120	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva		
				2	Enrolamento aberto	Desligamento do Alimentador	6	2	10	120	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva		
		2	Sobrecarga	1	Temperatura em nível crítico	Desligamento do Protetor	6	5	5	150	Sobrecarga	Preventiva		
				2	Autocall acionado	Desligamento do Protetor	7	4	10	280	Curto-circuito ou Sobrecarga	Preventiva		
		3	Térmica	1	Bucha poço com sobreaquecimento	Deterioração Prematura do Material	6	5	10	300	Sobrecarga	Não Há		
				2	Enrolamento sobreaquecido	Deterioração Prematura do Material	6	5	10	300	Sobrecarga	Não Há		
		4	Mecânica	1	Guarnições degradadas	Perda de Óleo Isolante	6	5	10	300	Degradação Natural do Material	Preventiva		
				2	Vazamento de óleo pela bucha poço	Perda de Óleo Isolante	6	5	10	300	Degradação Natural do Material	Preventiva		
				3	Termômetro avariado	Sinalização no Supervisório	2	5	1	10	Degradação Natural do Material	Corretiva		
		5	Eletroquímica	1	Casco com corrosão	Deterioração Prematura do Material	3	5	5	75	Ambiente Agressivo	Preventiva		
				2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Deterioração Prematura do Material	3	5	5	75	Degradação Natural do Material	Preventiva		
				3	Malha de aterramento descontinuada	Descarga Elétrica	4	4	7	112	Ambiente Agressivo	Preventiva		
		4	Protetor - Manter de forma equipotencial a tensão do sistema reticulado nos níveis de 216/125V e isolar os potenciais de baixa tensão entre o reticulado a o transformador	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Desligamento do Protetor	5	4	5	100	Sobrecarga	Corretiva
						2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Desligamento do Protetor	5	4	5	100	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva
						3	Relés de controle e proteção interrompidos	Desligamento do Protetor	5	4	5	100	Sobrecarga	Corretiva
4	Relés de controle e proteção curto-circuitados					Desligamento do Protetor	5	4	5	100	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva		
5	Barreiras de Isolação com baixa resistência					Deterioração Prematura do Material	7	4	5	140	Degradação Natural do Material	Preventiva		
6	Transformadores de Corrente interrompidos					Protetor fica Inoperável	5	4	5	100	Degradação Natural do Material	Preventiva		
7	Transformadores de Corrente curto-circuitados					Protetor fica Inoperável	5	4	5	100	Curto-circuito ou Sobrecarga	Preventiva		
8	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento interrompidos					Protetor fica Inoperável	5	4	5	100	Curto-circuito ou Sobrecarga	Preventiva		
9	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento curto-circuitados					Protetor fica Inoperável	5	4	5	100	Curto-circuito ou Sobrecarga	Preventiva		
2	Sobrecarga			1	Fusível Geral queimado por sobrecorrente	Desligamento do Protetor	5	2	5	50	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva		
				2	Fusíveis Auxiliares queimados por sobrecorrente	Desligamento do Protetor	5	2	5	50	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva		
3	Mecânica			1	Monejos Emperrados	Protetor fica Inoperável	3	2	5	30	Degradação Natural do Material	Preventiva		
				2	Freio centrífugo do motor de acionamento de mola não aciona	Protetor fica Inoperável	5	2	5	50	Degradação Natural do Material	Preventiva		
4	Eletroquímica			1	Casco com corrosão	Deterioração Prematura do Material	2	2	5	20	Ambiente Agressivo	Preventiva		



Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA - ETAPA 3

Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabricio Salmazo				Data:			Folha:									
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:				Data:			De:									
Subsistemas: (5) Chaves de Média Tensão Isolados a Óleo (6) Chaves e Interruptores Isolados a SF6 (7) Supervisório																		
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha O QUE	Efeito do Modo de Falha	Gravidade (G)	Frequência (F)	Detectabilidade (D)	NPR (G.F.D)	Causas do Modos de Falha PORQUE	Controles Atuais						
										Baixo (1 a 50)								
										Médio (50 a 100)								
										Alto (100 a 200)								
										Muito Alto (200 a 1000)								
5	Chaves Isoladas a Óleo - Seccionar e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Desligamento do Protetor	6	2	10	120	Sobrecarga	Corretiva						
					2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Desligamento do Protetor	6	2	10	120	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva					
		2	Térmica	1	Buchas com sobreaquecimento	Deterioração Prematura do Material	6	2	10	120	Sobrecarga	Não Há						
					3	Mecânica	1	Guarnições degradadas	Perda de Óleo Isolante	6	2	5	60	Degradação Natural do Material	Preventiva			
							2	Monejos Emperrados	Chave fica Inoperável	3	2	5	30	Degradação Natural do Material	Preventiva			
		4	Eletroquímica	3	Nível do meio isolante baixo	1	Casco com corrosão	Deterioração Prematura do Material	3	5	5	75	Ambiente Agressivo	Preventiva				
						2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Deterioração Prematura do Material	3	5	5	75	Degradação Natural do Material	Preventiva				
						3	Malha de aterramento descontinuada	Descarga Elétrica	4	4	7	112	Ambiente Agressivo	Preventiva				
						6	Chaves e Interruptores Isolados a SF6 - Seccionar, proteger e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Desligamento da Chave / Interruptor	6	2	10	120	Sobrecarga	Corretiva
											2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Desligamento da Chave / Interruptor	6	2	10	120	Curto-circuito ou Sobrecarga	Corretiva
3	Mecânica	1	Buchas com sobreaquecimento	1	Buchas com sobreaquecimento	Deterioração Prematura do Material	6	2	10	120	Sobrecarga	Não Há						
					2	Mecânica	1	Monejos Emperrados	Chave fica Inoperável	3	2	5	30	Degradação Natural do Material	Preventiva			
							2	Nível do SF6 baixo	Perda de Gás	6	2	5	60	Degradação Natural do Material	Preventiva			
					4	Eletroquímica	1	Casco com corrosão	1	Casco com corrosão	Deterioração Prematura do Material	3	5	3	45	Ambiente Agressivo	Preventiva	
2	Malha de aterramento descontinuada	Descarga Elétrica	4	4						7	112	Ambiente Agressivo	Preventiva					
7	Supervisório - Supervisionar o sistema reticulado informando status dos equipamentos	1	Condução	1	1	Fibra óptica interrompida	Perda de Comunicação	5	4	4	80	Acidental ou Ambiente Agressivo	Corretiva					
					2	Cabos de par metálicos interrompidos	Perda de Comunicação	5	4	4	80	Acidental ou Ambiente Agressivo	Corretiva					
					3	Remotas queimadas	Perda de Comunicação	3	4	4	48	Degradação Natural do Material	Corretiva					
					4	Modens queimados	Perda de Comunicação	3	4	4	48	Degradação Natural do Material	Corretiva					
					5	Conversores de Rede queimados	Perda de Comunicação	3	4	4	48	Degradação Natural do Material	Corretiva					
		2	Eletroquímica	1	Caixa da remora oxidada	1	Caixa da remora oxidada	Perda de Comunicação	3	4	4	48	Ambiente Agressivo	Corretiva				

APÊNDICE C – ETAPA 4



MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

SELEÇÃO DAS FUNÇÕES SIGNIFICANTES E CLASSIFICAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS MODOS DE FALHA



Seleção das Funções Significantes e Classificação das Consequências dos Modos de Falha - ETAPA 4

Unidade : SDL/DMASDL/MACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo		Data:		Folha:								
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:		Data:		De:								
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão														
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	Modo de Falha Evidente ou Oculto ?		Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente ?		Modo de Falha tem Consequências Econômicas e/ou Operacionais ?		CATEGORIAS		
						Evidente	Oculto	SIM	NÃO	SIM	NÃO		SIM	NÃO
1	Rede de Baixa Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 216/125 V	1	Condução	1	Condutor interrompido acidentalmente	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
				1	Condutor com sobrecorrente	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
		2	Sobrecarga	2	Fusível protetor de condutor queimado por sobrecorrente	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
				3	Barramento com sobrecorrente - HICRAB	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				4	Barramento com sobrecorrente - RDM	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				1	Barramento com sobreaquecimento - HICRAB	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
		3	Térmica	2	Barramento com sobreaquecimento - RDM	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				3	Barramento com sobreaquecimento - MOLE	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				4	Terminação com sobreaquecimento	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				1	Terminação com sobretaxa de compressão	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
		4	Mecânica	2	Condutor com isolamento avariada	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				1	Condutor interrompido por corrosão	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				2	Barramento Interrompido por corrosão - RDM	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				3	Barramento Interrompido por corrosão - HICRAB	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
		2	Rede de Média Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 13800 V	1	Condução	1	Condutor interrompido por formação de arborescência	Oculto		NÃO		SIM		OEO
						2	Condutor interrompido acidentalmente	Evidente		NÃO		SIM		EEO
3	Malha de aterramento descontinuada					Evidente		NÃO		SIM		EEO		
2	Térmica			1	Terminação com sobreaquecimento	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				2	Terminação Desconectável com sobreaquecimento	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
3	Mecânica			1	Terminação com sobretaxa de compressão	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				2	Condutor com raio de curvatura inferior especificada	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
				3	Condutor com blindagem de aterramento avariada	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				4	Condutor com capa de proteção avariada	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
4	Eletroquímica			1	Terminação com vazamento elétrico por corrosão	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				3	Desconectável com vazamento elétrico por corrosão	Oculto		NÃO		SIM		OEO		

  Seleção das Funções Significantes e Classificação das Consequências dos Modos de Falha - ETAPA 4														
Unidade : SDL/DMSDL/MACTA/SMSCTA				Facilitador: Fabrício Salmazo				Data:		Folha:				
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:				Data:		De:				
Subsistemas: (3) Transformador (4) Protetor de Rede de Baixa Tensão														
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	Modo de Falha Evidente ou Oculto ?		Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente ?		Modo de Falha tem Consequências Econômicas e/ou Operacionais ?		CATEGORIAS		
						Evidente	Oculto	SIM	NÃO	SIM	NÃO		OSA - Oculto Segurança Ambiente	EEO - Evidente Econômico	ESA - Evidente Segurança Ambiente	OEO - Oculto Econômico Operacional
3	Transformador - Rebaixar o nível de tensão de 13200 V para 216/125 V	1	Condução	1	Enrolamento curto-circuitado	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
				2	Enrolamento aberto	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
		2	Sobrecarga	1	Temperatura em nível crítico	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
				2	Autocall acionado	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
		3	Térmica	1	Bucha poço com sobreaquecimento	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				2	Enrolamento sobreaquecido	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
		4	Mecânica	1	Guarnições degradadas	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				2	Vazamento de óleo pela bucha poço	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				3	Termômetro avariado	Evidente		NÃO		SIM		EEO		
		5	Eletroquímica	1	Casco com corrosão	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				3	Malha de aterramento descontinuada	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
		4	Protetor - Manter de forma equipotencial a tensão do sistema reticulado nos níveis de 216/125V e isolar os potenciais de baixa tensão entre o reticulado a o transformador	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Oculto		NÃO		SIM		OEO
						2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Oculto		NÃO		SIM		OEO
						3	Relés de controle e proteção interrompidos	Oculto		NÃO		SIM		OEO
4	Relés de controle e proteção curto-circuitados					Oculto		NÃO		SIM		OEO		
5	Barreiras de Isolação com baixa resistência					Oculto		SIM		NÃO		OSA		
6	Transformadores de Corrente interrompidos					Oculto		SIM		NÃO		OSA		
7	Transformadores de Corrente curto-circuitados					Oculto		SIM		NÃO		OSA		
8	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento interrompidos					Oculto		SIM		NÃO		OSA		
9	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento curto-circuitados					Oculto		SIM		NÃO		OSA		
2	Sobrecarga			1	Fusível Geral queimado por sobrecorrente	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
				2	Fusíveis Auxiliares queimados por sobrecorrente	Oculto		NÃO		SIM		OEO		
3	Mecânica			1	Guarnições degradadas	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
				2	Monejos emperrados	Evidente		SIM		NÃO		ESA		
3	Mecânica			1	Freio centrífugo do motor de acionamento de mola não aciona	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
				3	Freio centrífugo do motor de acionamento de mola não aciona	Oculto		SIM		NÃO		OSA		
4	Eletroquímica			1	Casco com corrosão	Evidente		SIM		NÃO		ESA		



Seleção das Funções Significantes e Classificação das Consequências dos Modos de Falha - ETAPA 4

Unidade : SDL/DMASDL/MACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo				Data:		Folha:					
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:				Data:		De:					
Subsistemas: (5) Chaves de Média Tensão Isolados a Óleo (6) Chaves e Interruptores Isolados a SF6 (7) Supervisório													
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	Modo de Falha Evidente ou Oculto ?		Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente ?		Modo de Falha tem Consequências Econômicas e/ou Operacionais ?		CATEGORIAS	
						Evidente	Oculto	SIM	NÃO	SIM	NÃO	OSA - Oculto Segurança Ambiente	OEO - Oculto Econômico Operacional
												ESA - Evidente Segurança Ambiente	EEO - Evidente Econômico Operacional
5	Chaves Isoladas a Óleo - Seccionar e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Oculto		NÃO		SIM			OEO
				2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Oculto		NÃO		SIM		OEO	
		2	Térmica	1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento	Oculto		SIM		NÃO			OSA
				1	Guarnições degradadas	Evidente		SIM		NÃO		ESA	
				2	Monejos emperrados	Evidente		SIM		NÃO		ESA	
		3	Mecânica	3	Nível do meio isolante baixo	Evidente		NÃO		SIM			EEO
				1	Casco com corrosão	Evidente		SIM		NÃO		ESA	
				2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Oculto		SIM		NÃO		OSA	
		4	Eletroquímica	3	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Oculto		SIM		NÃO			OSA
1	Solenóides de controle e proteção interrompidos			Oculto		NÃO		SIM		OEO			
2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados			Oculto		NÃO		SIM		OEO			
6	Chaves e Interruptores Isolados a SF6 - Seccionar, proteger e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento	Oculto		SIM		NÃO		OSA	
				2	Monejos emperrados	Evidente		SIM		NÃO		ESA	
		3	Mecânica	2	Nível do SF6 baixo	Evidente		NÃO		SIM		EEO	
				1	Casco com corrosão	Evidente		SIM		NÃO		ESA	
		4	Eletroquímica	2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Oculto		SIM		NÃO		OSA	
				1	Fibra óptica interrompida	Oculto		SIM		NÃO		OEO	
7	Supervisório - Supervisionar o sistema reticulado informando status dos equipamentos	1	Condução	2	Cabos de par metálicos interrompidos	Oculto		SIM		NÃO		OEO	
				3	Remotas queimadas	Oculto		SIM		NÃO		OEO	
				4	Modens queimados	Oculto		SIM		NÃO		OEO	
				5	Conversores de Rede queimados	Oculto		SIM		NÃO		OEO	
				1	Caixa da remora oxidada	Evidente		SIM		NÃO		EEO	
		2	Eletroquímica	1	Caixa da remora oxidada	Evidente		SIM		NÃO		EEO	

APÊNDICE D – ETAPA 5

MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

SELEÇÃO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO APLICÁVEIS E EFETIVAS

Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas - ETAPA 5

Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo		Data:		Folha:																																							
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:		Data:		De:																																							
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão																																													
M_Função	Função	M_Falha_Funcional	Falha Funcional	M_Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Tarefas Possíveis							M_Tarefa	Tarefa Proposta																														
							ESAs	EEO	OSA	OEO	Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva			Substituição Preventiva	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto	Reparo Funcional																										
1	Rede de Baixa Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 216/125 V	1	Condução	1	Condutor interrompido acidentalmente	Baixo	EEO	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva																													
		2	Sobrecarga	1	Condutor com sobrecorrente	Baixo	ESA	S	N	S	N	S	N	N	N	N	510	Preventiva																											
																			2	Fusível protetor de condutor queimado por sobrecorrente	Médio	EEO	N	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva													
																																	3	Barramento com sobrecorrente - HICRAB	Baixo	ESA	S	N	N	S	S	N	N	510	Preventiva
		3	Térmica	1	Barramento com sobreaquecimento - HICRAB	Médio	OSA	S	S	N	N	S	N	N	N	N	102	Inspeção Termográfica																											
																			2	Barramento com sobreaquecimento - RDM	Baixo	OSA	S	S	N	N	S	N	N	N	102	Inspeção Termográfica													
																																	3	Barramento com sobreaquecimento - MOLE	Baixo	OSA	S	S	N	N	S	N	N	102	Inspeção Termográfica
		4	Mecânica	1	Terminação com sobretaxa de compressão	Médio	OEO	S	S	N	N	S	N	N	N	102/510	Combinada																												
																		2	Condutor com isolação avariada	Médio	OEO	S	N	N	N	N	N	N	510	Preventiva															
		5	Eletroquímica	1	Condutor interrompido por corrosão	Alto	OSA	S	N	N	N	N	N	N	N	N	510	Preventiva																											
																			2	Barramento interrompido por corrosão - RDM	Médio	OSA	S	N	N	N	N	N	N	510	Preventiva														
																																3	Barramento interrompido por corrosão - HICRAB	Médio	OSA	S	N	N	N	N	N	510	Preventiva		
		2	Rede de Média Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 13800 V	1	Condução	1	Condutor interrompido por formação de arborescência	Alto	OEO	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva																											
																			2	Condutor interrompido acidentalmente	Baixo	EEO	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva														
3	Malha de aterramento descontinuada																															Alto	EEO	S	N	N	N	N	N	S	500/502	Combinada			
2	Térmica			1	Terminação com sobreaquecimento	Baixo	OEO	S	S	N	S	S	N	S	102/500	Combinada																													
																	2	Terminação Desconectável com sobreaquecimento	Baixo	OEO	S	S	N	S	S	N	S	102/500	Combinada																
3	Mecânica			1	Terminação com sobretaxa de compressão	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	N	S	500/502	Combinada																											
																			2	Condutor com raio de curvatura inferior especificada	Baixo	EEO	S	N	N	N	S	N	S	500/502	Combinada														
																																3	Condutor com blindagem de aterramento avariada	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	500/502	Combinada	
																																													4
4	Eletroquímica			1	Terminação com vazamento elétrico por corrosão	Baixo	OEO	S	S	S	S	S	S	N	S	102/500	Combinada																												
																		2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	500/502	Combinada															
																															3	Desconectável com vazamento elétrico por corrosão	Médio	OEO	S	S	S	S	S	N	S	102/500	Combinada		

Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas - ETAPA 5

Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo		Data:		Folha:												
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:		Data:		De:												
Subsistemas: (3)Transformador (4) Protetor de Rede de Baixa Tensão																		
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Tarefas Possíveis							Id_Tarefa	Tarefa Proposta			
							ESAs	EEO	OSA	OEO	Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva			Substituição Preventiva	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto	Reparo Funcional
3	Transformador - Rebaixar o nível de tensão de 13200 V para 216/125 V	1	Condução	1	Enrolamento curto-circuitado	Alto	EEO	N	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva	
				2	Enrolamento aberto	Alto	EEO	N	N	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva
		2	Sobrecarga	1	Temperatura em nível crítico	Alto	EEO	N	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva	
				2	Autocall acionado	M.Alto	EEO	N	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva	
		3	Térmica	1	Bucha poço com sobreaquecimento	M.Alto	OSA	S	S	S	S	S	N	S	102/520	Combinada		
				2	Enrolamento sobreaquecido	M.Alto	OSA	S	S	N	N	S	N	N	102/520	Combinada		
		4	Mecânica	1	Guarnições degradadas	M.Alto	ESA	S	N	N	S	S	N	N	520	Preventiva		
				2	Vazamento de óleo pela bucha poço	M.Alto	ESA	S	N	N	S	S	N	N	520	Preventiva		
				3	Termômetro avariado	Baixo	EEO	S	N	N	N	S	S	N	S	502/520	Combinada	
		5	Eletroquímica	1	Casco com corrosão	Médio	ESA	S	N	S	N	S	N	N	520	Preventiva		
				2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Médio	OSA	S	N	S	S	S	N	N	520	Preventiva		
				3	Malha de aterramento descontinuada	Alto	OSA	S	N	S	S	S	N	N	520	Preventiva		
		4	Protetor - Manter de forma equipotencial a tensão do sistema reticulado nos níveis de 216/125V e isolar os potenciais de baixa tensão entre o reticulado a o transformador	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Médio	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/582	Combinada
						2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Médio	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/582	Combinada
						3	Relés de controle e proteção interrompidos	Médio	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/582	Combinada
4	Relés de controle e proteção curto-circuitados					Médio	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/582	Combinada		
5	Barreiras de Isolação com baixa resistência					Alto	OSA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
6	Transformadores de Corrente interrompidos					Médio	OSA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
7	Transformadores de Corrente curto-circuitados					Médio	OSA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
8	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento interrompidos					Médio	OSA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
9	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento curto-circuitados					Médio	OSA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
2	Sobrecarga			1	Fusível Geral queimado por sobrecorrente	Baixo	OEO	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva		
				2	Fusíveis Auxiliares queimados por sobrecorrente	Baixo	OEO	N	N	N	N	N	N	S	502	Corretiva		
3	Mecânica			1	Guarnições degradadas	Baixo	ESA	S	N	N	S	S	N	N	582	Preventiva		
				2	Monejos emperrados	Baixo	ESA	S	N	N	N	N	N	N	582	Preventiva		
3	Mecânica			3	Freio centrífugo do motor de acionamento de mola não aciona	Baixo	OSA	S	N	S	N	S	N	N	582	Preventiva		
				1	Casco com corrosão	Baixo	ESA	S	N	S	N	S	N	N	582	Preventiva		



Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas - ETAPA 5

Unidade : SDL/DMSADL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo			Data:		Folha:											
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:			Data:		De:											
Subsistemas: (5) Chaves de Média Tensão Isoladas a Óleo (6) Chaves e Interruptores Isoladas a SF6 (7) Supervisório																		
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Tarefas Possíveis						Id. Tarefa	Tarefa Proposta				
							Categorias		Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva	Substituição Preventiva			Manutenção Combinada	Mudança de Projeto	Reparo Funcional	
							ESA	EEO										
							OSA	OEO										
5	Chaves Isoladas a Óleo - Seccionar e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/527	Combinada		
				2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/527	Combinada		
		2	Térmica	1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento	Alto	OSA	S	S	N	S	S	N	N	102/527	Combinada		
				3	Mecânica	1	Guarnições degradadas	Médio	ESA	S	N	N	S	S	N	N	527	Preventiva
						2	Monejos emperrados	Baixo	ESA	S	N	N	N	N	N	N	527	Preventiva
		4	Eletroquímica	3	Nível do meio isolante baixo	Médio	EEO	S	N	S	S	S	N	N	527	Preventiva		
				1	Eletroquímica	1	Casco com corrosão	Médio	ESA	S	N	S	N	S	N	N	527	Preventiva
						2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Médio	OSA	S	N	S	S	S	N	N	527	Preventiva
						3	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Alto	OSA	S	N	S	S	S	N	N	527	Preventiva
				6	Chaves e Interruptores Isoladas a SF6 - Seccionar, proteger e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Alto	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/527	Combinada
2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Alto	OEO					S	N	N	N	S	N	S	502/527	Combinada		
2	Térmica	1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento			Alto	OSA	S	S	N	S	S	N	N	102/527	Combinada		
		3	Mecânica			1	Monejos emperrados	Baixo	ESA	S	N	N	N	N	N	527	Preventiva	
2	Nível do SF6 baixo					Médio	EEO	S	N	S	S	S	N	N	527	Preventiva		
4	Eletroquímica	1	Casco com corrosão			Baixo	ESA	S	N	S	N	S	N	N	527	Preventiva		
		2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão			Alto	OSA	S	N	S	S	S	N	N	527	Preventiva		
		7	Supervisório - Supervisionar o sistema reticulado informando status dos equipamentos			1	Condução	1	Fibra óptica interrompida	Médio	OEO	S	N	N	N	S	N	S	502/548	Combinada
2	Cabos de par metálicos interrompidos			Médio	OEO			S	N	N	N	S	N	S	502/548	Combinada		
3	Remotas queimadas			Baixo	OEO			S	N	N	N	S	N	S	502/548	Combinada		
4	Modens queimados	Baixo	OEO	S	N			N	N	S	N	S	502/548	Combinada				
5	Conversores de Rede queimados	Baixo	OEO	S	N			N	N	S	N	S	502/548	Combinada				
2	Eletroquímica	1	Caixa da remora oxidada	Baixo	EEO	S	N	N	S	S	S	N	548	Preventiva / Mudança de Projeto				

APÊNDICE E – ETAPA 6

MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

DEFINIÇÃO DE INTERVALOS INICIAIS DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO

  Definição de Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção - ETAPA 6																																
Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA			Facilitador: Fabrício Salmazo			Data:		Folha:																								
Sistema: SEP Redes Subterrâneas			Auditor:			Data:		De:																								
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão																																
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias			Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento das Tarefas	Equipe Responsável																			
							ESA	EEO	OSA					OEO																		
							Id. Tarefa																									
1	Rede de Baixa Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 216/125 V	1	Condução	1	Condutor interrompido acidentalmente	Baixo	EEO	502		Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais	Manutenção de BT e MT																			
		2	Sobrecarga	1	Condutor com sobrecorrente	Baixo	ESA	510			Preventiva	Bianual	Revisão de BT	Manutenção de BT e MT																		
															2	Fusível protetor de condutor queimado por sobrecorrente	Médio	EEO	502			Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais								
																									3	Barramento com sobrecorrente - HICRAB	Baixo	ESA	510			Preventiva
		3	Térmica	1	Barramento com sobreaquecimento - HICRAB	Médio	OSA	102			Inspeção Termográfica	Bianual	Inspeção Instrumental	Manutenção de BT e MT																		
															2	Barramento com sobreaquecimento - RDM	Baixo	OSA	102			Inspeção Termográfica										
																							3	Barramento com sobreaquecimento - MOLE	Baixo	OSA	102			Inspeção Termográfica		
																															4	Terminação com sobreaquecimento	Médio	OSA	102			Inspeção Termográfica
		4	Mecânica	1	Terminação com sobretaxa de compressão	Médio	OEO	102/510			Combinada	Bianual	Revisão de BT	Manutenção de BT e MT																		
															2	Condutor com isolação avariada	Médio	OEO	510				Preventiva									
		5	Eletroquímica	1	Condutor interrompido por corrosão	Alto	OSA	510			Preventiva	Bianual	Revisão de BT	Manutenção de BT e MT																		
															2	Barramento interrompido por corrosão - RDM	Médio	OSA	510				Preventiva									
																								3	Barramento interrompido por corrosão - HICRAB	Médio	OSA	510				Preventiva
		2	Rede de Média Tensão - Prover energia elétrica para o sistema reticulado com tensão no nível de 13800 V	1	Condução	1	Condutor interrompido por formação de arborescência	Alto	OEO	502		Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais	Manutenção de BT e MT																	
2	Condutor interrompido acidentalmente															Baixo	EEO	502				Corretiva										
																							3	Malha de aterramento descontinuada	Alto	EEO	500/502				Combinada	
2	Térmica			1	Terminação com sobreaquecimento	Baixo	OEO	102/500			Combinada	Bianual	Inspeção Instrumental	Manutenção de BT e MT																		
															2	Terminação Desconectável com sobreaquecimento	Baixo	OEO	102/500				Combinada									
3	Mecânica			1	Terminação com sobretaxa de compressão	Alto	OEO	500/502			Combinada	Bianual	Revisão de MT	Manutenção de BT e MT																		
															2	Condutor com raio de curvatura inferior especificada	Baixo	EEO	500/502				Combinada									
																								3	Condutor com blindagem de aterramento avariada	Alto	OEO	500/502				Combinada
4	Eletroquímica			1	Terminação com vazamento elétrico por corrosão	Baixo	OEO	102/500			Combinada	Bianual	Revisão de MT	Manutenção de BT e MT																		
															2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Alto	OEO	500/502				Combinada									
																								3	Desconectável com vazamento elétrico por corrosão	Médio	OEO	102/500				Combinada



Definição de Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção - ETAPA 6

Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo			Data:		Folha:					
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:			Data:		De:					
Subsistemas: (3) Transformador (4) Protetor de Rede de Baixa Tensão												
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias		Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento das Tarefas	Equipe Responsável
							ESA	EEO					OSA	OEO
								Id. Tarefa				
3	Transformador - Rebaixar o nível de tensão de 13200 V para 216/125 V	1	Condução	1	Enrolamento curto-circuitado	Alto	EEO	502	Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais	Manutenção de Equipamentos
				2	Enrolamento aberto	Alto	EEO	502	Corretiva			
		2	Sobrecarga	1	Temperatura em nível crítico	Alto	EEO	502	Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais	Manutenção de Equipamentos
				2	Autocall acionado	M.Alto	EEO	502	Corretiva			
		3	Térmica	1	Bucha poço com sobreaquecimento	M.Alto	OSA	102/520	Combinada	Bianual	Revisão de Transformador	Manutenção de Equipamentos
				2	Enrolamento sobreaquecido	M.Alto	OSA	102/520	Combinada			
		4	Mecânica	1	Guarnições degradadas	M.Alto	ESA	520	Preventiva	Bianual	Revisão de Transformador	Manutenção de Equipamentos
				2	Vazamento de óleo pela bucha poço	M.Alto	ESA	520	Preventiva			
				3	Termômetro avariado	Baixo	EEO	502/520	Combinada			
		5	Eletrouímica	1	Casco com corrosão	Médio	ESA	520	Preventiva	Bianual	Revisão de Transformador	Manutenção de Equipamentos
2	Óleo isolante com alteração de presença de gases			Médio	OSA	520	Preventiva					
3	Malha de aterramento descontinuada			Alto	OSA	520	Preventiva					
4	Protetor - Manter de forma equipotencial a tensão do sistema reticulado nos níveis de 216/125V e isolar os potenciais de baixa tensão entre o reticulado a o transformador	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Médio	OEO	502/582	Combinada	Bianual	Revisão de Protetor	Manutenção de Equipamentos
				2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Médio	OEO	502/582	Combinada			
				3	Relés de controle e proteção interrompidos	Médio	OEO	502/582	Combinada			
				4	Relés de controle e proteção curto-circuitados	Médio	OEO	502/582	Combinada			
				5	Barreiras de Isolação com baixa resistência	Alto	OSA	582	Preventiva			
				6	Transformadores de Corrente interrompidos	Médio	OSA	582	Preventiva			
				7	Transformadores de Corrente curto-circuitados	Médio	OSA	582	Preventiva			
				8	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento interrompidos	Médio	OSA	582	Preventiva			
				9	Enrolamento de Motores de Abertura e Fechamento curto-circuitados	Médio	OSA	582	Preventiva			
		2	Sobrecarga	1	Fusível Geral queimado por sobrecorrente	Baixo	OEO	502	Corretiva	Imediato	Serviços Emergenciais	Manutenção de Equipamentos
				2	Fusíveis Auxiliares queimados por sobrecorrente	Baixo	OEO	502	Corretiva			
		3	Mecânica	1	Guarnições degradadas	Baixo	ESA	582	Preventiva	Bianual	Revisão de Protetor	Manutenção de Equipamentos
				2	Monejos emperrados	Baixo	ESA	582	Preventiva			
				3	Freio centrífugo do motor de acionamento de mola não aciona	Baixo	OSA	582	Preventiva			
		4	Eletrouímica	1	Casco com corrosão	Baixo	ESA	582	Preventiva	Bianual	Revisão de Protetor	Manutenção de Equipamentos



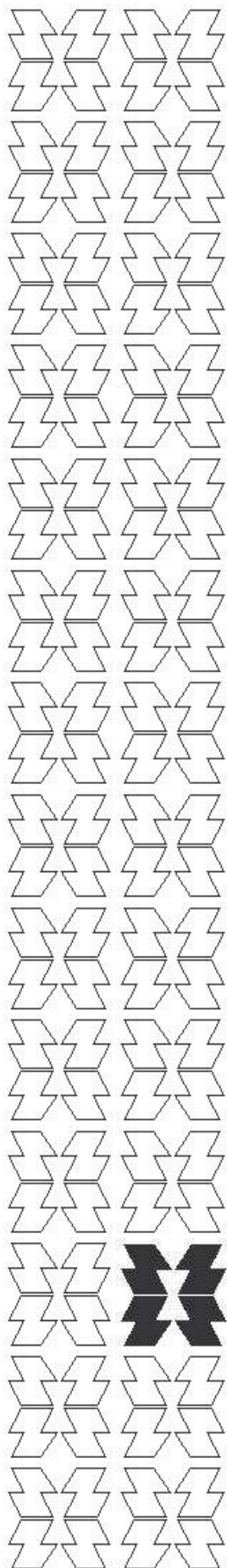
Definição de Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção - ETAPA 6

Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA		Facilitador: Fabrício Salmazo				Data:		Folha:					
Sistema: SEP Redes Subterrâneas		Auditor:				Data:		De:					
Subsistemas: (5) Chaves de Média Tensão Isolados a Óleo (6) Chaves e Interruptores Isolados a SF6 (7) Supervisório													
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias		Id. Tarefa	Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento das Tarefas	Equipe Responsável
							ESA	EEO						OSA	OEO
5	Chaves Isoladas a Óleo - Seccionar e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Alto	OEO	502/527	Combinada	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados	Alto	OEO	502/527	Combinada				
		2	Térmica	1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento	Alto	OSA	102/527	Combinada	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				1	Guarnições degradadas	Médio	ESA	527	Preventiva				
		3	Mecânica	2	Monejos emperrados	Baixo	ESA	527	Preventiva	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				3	Nível do meio isolante baixo	Médio	EEO	527	Preventiva				
				1	Casco com corrosão	Médio	ESA	527	Preventiva				
		4	Eletroquímica	2	Óleo isolante com alteração de presença de gases	Médio	OSA	527	Preventiva	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				3	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Alto	OSA	527	Preventiva				
		6	Chaves e Interruptores Isolados a SF6 - Seccionar, proteger e manobrar a média tensão do sistema reticulado	1	Condução	1	Solenóides de controle e proteção interrompidos	Alto	OEO	502/527	Combinada	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos
2	Solenóides de controle e proteção curto-circuitados					Alto	OEO	502/527	Combinada				
2	Térmica			1	Buchas ou Bucha poço com sobreaquecimento	Alto	OSA	102/527	Combinada	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				1	Monejos emperrados	Baixo	ESA	527	Preventiva				
3	Mecânica			2	Nível do SF6 baixo	Médio	EEO	527	Preventiva	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				1	Casco com corrosão	Baixo	ESA	527	Preventiva				
4	Eletroquímica			2	Malha de aterramento descontinuada por corrosão	Alto	OSA	527	Preventiva	Bianual	Revisão de Chaves	Manutenção de Equipamentos	
				1	Fibra óptica interrompida	Médio	OEO	502/548	Combinada				
7	Supervisório - Supervisionar o sistema reticulado informando status dos equipamentos	1	Condução	2	Cabos de par metálicos interrompidos	Médio	OEO	502/548	Combinada	Bianual	Automação - Manutenção	Manutenção de Equipamentos	
				3	Remotas queimadas	Baixo	OEO	502/548	Combinada				
				4	Modens queimados	Baixo	OEO	502/548	Combinada				
				5	Conversores de Rede queimados	Baixo	OEO	502/548	Combinada				
				1	Caixa da remora oxidada	Baixo	EEO	548	Preventiva / Mudança de Projeto				Bianual	Automação - Manutenção	Manutenção de Equipamentos

APÊNDICE F – ETAPA 7

MCC SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

REDAÇÃO DO MANUAL E IMPLEMENTAÇÃO



COPEL

SED – SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO

**MANUAL DE
INSTRUÇÕES
TÉCNICAS**

MINUT

TÍTULO : MANUTENÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO
SUBTERRÂNEAS

MÓDULO : ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO DE REDES
SUBTERRÂNEAS – ENFOQUE NA MANUTENÇÃO
CENTRADA NA CONFIABILIDADE - MCC

ÓRGÃO EMISSOR : SED/DOMS **NÚMERO:** 163808

DATA DA ATUALIZAÇÃO: 13/06/2011

NOTA IMPORTANTE

Tendo em vista nossa política de melhorias contínuas, reservamo-nos o direito de alterar sem aviso prévio as informações constantes deste documento.

As recomendações deste manual não invadiram qualquer código que sobre o assunto estiver em vigor ou for criado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou outros órgãos competentes.

Todavia, em qualquer ponto onde por ventura surgirem divergências entre este manual e os mencionados códigos, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

1 OBJETIVO

Descrever os procedimentos e estabelecer regras básicas para execução de manutenção, bem como definir diretrizes e orientar a atuação das equipes de manutenção no processo de seleção e priorização de ações de prevenção a falhas potenciais que possam impactar significativamente na operação das redes subterrâneas de distribuição da COPEL.

2 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

As orientações contidas neste MIT aplicam-se a todos os profissionais envolvidos na tarefa de manutenção das redes subterrâneas de distribuição.

Este MIT abrange todas as atividades que envolvem o atendimento a novos consumidores no sistema de rede subterrânea de distribuição, a manutenção da qualidade de energia elétrica fornecida e à correção de possíveis defeitos detectados pelas inspeções preventivas e / ou corretivas. Todas essas atividades são executadas pelas equipes de manutenção da rede subterrânea de distribuição das superintendências regionais da diretoria de distribuição da COPEL.

3 CONCEITOS

RDS

Rede de Distribuição Subterrânea.

UNIDADE CONSUMIDORA - UC

Todo consumidor ligado à RDS.

SMA – Setor de Manutenção

Órgão, subordinado ao departamento de serviços e manutenção(DSM) da superintendência regional(SD), responsável pela manutenção das redes de distribuição aéreas.

SMS – Setor de Manutenção Subterrânea

Órgão, subordinado ao departamento de serviços e manutenção(DSM) da superintendência regional (SR), responsável pela manutenção das redes de distribuição subterrâneas.

LIGAÇÃO DE CONSUMIDORES EM REGIME SUBTERRÂNEO

Conjunto de materiais e acessórios necessários para o fornecimento de energia elétrica através deste sistema. Apresentam particularidades em sua concepção, haja vista sua necessidade de proteção mecânica e submersível.

- Hycrab

Conector múltiplo - Barramento de equipotencialização de BT. Tem como função básica distribuir circuitos de alimentação no sistema reticulado.



- Mole

Conector suporte do transformador subterrâneo - Barramento de BT. Tem como função básica distribuir circuitos de alimentação para os HYCRAB instalados nas caixas subterrâneas do sistema reticulado.



- RDM

Conector múltiplo isolado. Tem como função básica conectar ao sistema reticulado as cargas (ramais dos consumidores).



- Conectores subterrâneos de BT

Fazem a conexão dos ramais alimentadores das UCs a RDS. Apresentam proteção bimetálica e recebem uma blindagem termocontrátil para evitar a corrosão.



- Conectores subterrâneos de MT - Desconectáveis

Fazem a conexão dos ramais alimentadores das UCs a RDS. Apresentam proteção adequada e podem ser submetidos a submersão.



- Condutores subterrâneos

Fazem a condução de corrente elétrica em ambiente subterrâneo. Apresentam característica construtiva adequada para o ambiente com isolamento extrudado de polietileno termofixo (XLPE) ou isolamento extrudado de borracha etilenopropileno (EPR).

- Fusível protetor de Cabo

Protegem o cabo subterrâneo contra curtos circuitos. Este tipo de proteção é aplicada apenas na BT.



CAIXA SUBTERRÂNEA

Espaço confinado onde estão dispostos cabos e acessórios da rede de distribuição subterrânea. Esta caixa poderá ter as seguintes configurações:

- Caixa de MT – Média Tensão

Contém acessórios exclusivos para operação em média tensão.



- Caixa Mista – Média e Baixa Tensão

Contém acessórios para operação em média e baixa tensão.



- Caixa de BT – Baixa Tensão

Contém acessórios exclusivos para operação em baixa tensão.



- Caixa de EG – Entrada Geral - Caixa de passagem de BT

Caixa de passagem localizada na entrada de serviço em BT do consumidor, podendo estar conectada a uma rede subterrânea ou a um poste de transição entre a rede aérea e subterrânea. Tampão padrão de 60x60cm.



- Caixa de EG – Entrada ou Descida Subterrânea - Caixa de passagem de MT

Caixa de passagem localizada na entrada de serviço em MT do consumidor, podendo estar conectada a uma rede subterrânea ou a um poste de transição entre a rede aérea e subterrânea. Tampão padrão de 80x80cm.



CÂMARA SUBTERRÂNEA

Espaço confinado onde estão dispostos equipamentos, cabos e acessórios da rede de distribuição subterrânea. Esta câmara poderá ter as seguintes configurações:

- Câmara Transformadora – Sistema Reticulado

Contém transformadores, protetores, chaves de MT e comandos de bombas submersíveis.



- Câmara Transformadora – Sistema Radial

Contém transformadores, interruptores de MT e comandos de bombas submersíveis.



- Câmara EC – Estação de Chaveamento

Contém chaves submersíveis de transferência manual ou automática de MT.



- Câmara SPOT

Contém transformadores, protetores, chaves de MT e comandos de bombas submersíveis no interior de uma unidade consumidora.



EQUIPAMENTOS DE REDE SUBTERRÂNEA

São os equipamentos com características especiais aplicáveis a ambientes submersíveis ou não e destinados a transformação, proteção e interrupção.

- Transformador Submersível

Equipamento com características de operação em regime submerso.



- Transformador a Seco

Equipamento utilizado em locais abrigados e protegidos de umidade (Câmara SPOT)



- Protetor de Rede Submersível

Equipamento destinado a proteger o sistema subterrâneo reticulado de correntes reversas e colocar em operação transformadores quando solicitar em virtude de baixo de potencial na malha em que este atue.



- Protetor de Rede Ventilado

Equipamento utilizado em locais abrigados e protegidos de umidade (Câmara SPOT)



- Chave Submersível

Equipamento destinado a manobra e seccionamento de circuitos de MT, podendo ser manual ou automática.



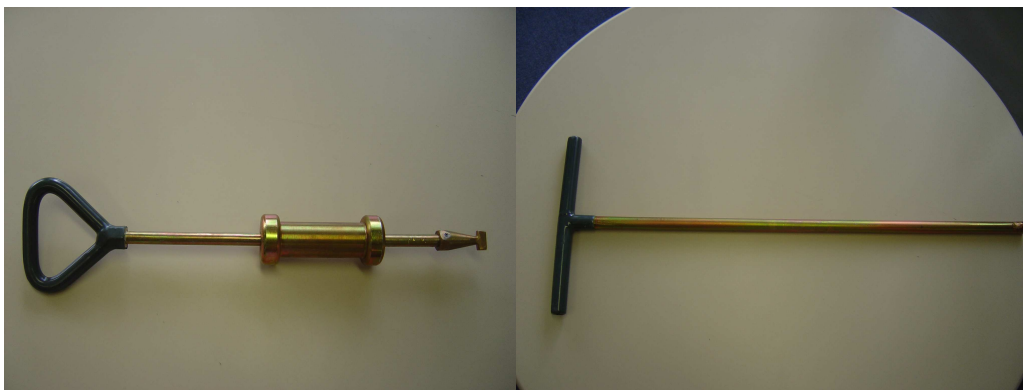
- Interruptor Submersível

Equipamento destinado a seccionamento de circuitos de MT, podendo ser manual ou automática.

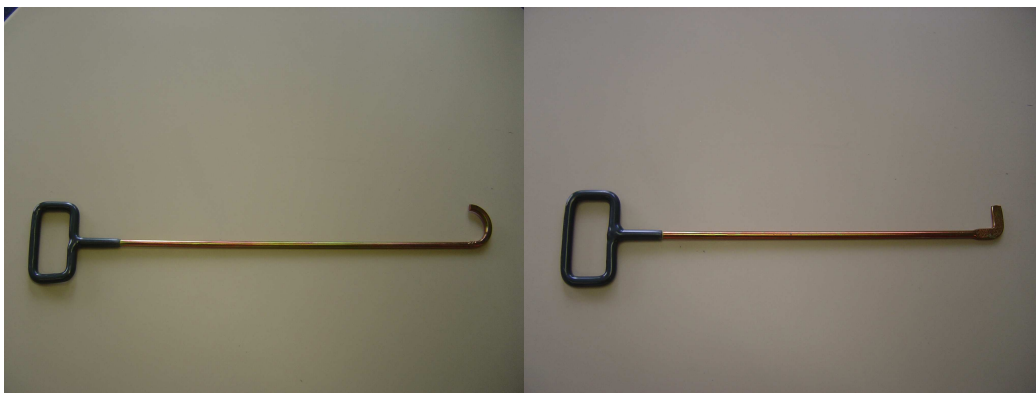


FERRAMENTAIS DE REDE SUBTERRÂNEA

São as ferramentas desenvolvidas para auxiliar na abertura e acesso aos espaços confinados da rede subterrânea.



Chave Martelo para abertura de Caixas e Chave abertura de grades das Câmaras



Chave de retirada de telas de proteção e Chave de abertura de caixa EG

4 MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE - MCC

4.1 Definições

Manutenção: Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas em manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenção pode incluir uma modificação de um item.

Função Manter: A Função Manter é definida como o conjunto de responsabilidades necessárias para garantir a disponibilidade, a confiabilidade e os custos de um parque de ativos específico, seguindo uma estratégia de produção de curto, médio e longo prazo.

Função Requerida: Conjunto de condições de funcionamento para o qual o equipamento foi projetado, fabricado ou instalado.

Defeito: Alteração física ou química no estado de funcionamento de um equipamento que não o impede de desempenhar sua função requerida, podendo o mesmo operar com restrições.

Falha: É a interrupção da função desempenhada por um equipamento, componente ou sistema. Pode ser entendida também como a incapacidade do ativo satisfazer a um padrão de desempenho esperado (função requerida) levando-o invariavelmente à indisponibilidade.

Vida Útil: Período de vida onde o equipamento produz em condições normais, a um custo razoável, e pode ser mantido em operação. O termo é aplicado também a componentes para designar o período em que as condições de utilização são preservadas.

Disponibilidade (Availability): Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado. O termo “disponibilidade” é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade.

Confiabilidade (Reliability): Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo.

FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis): Análise do Modo de Falhas, seus Efeitos e sua Criticidade é a técnica FMEA quando a análise leva em conta a Criticidade da Falha.

RCM (Reliability Centered Maintenance): Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional.

5 CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES

5.1 Atividades de Natureza Civil

São as atividades que têm por finalidade possibilitar construir ou manter as estruturas que alojam os equipamentos, cabos e os acessórios específicos da RDS.

5.2 Atividades de Natureza Elétrica

São as atividades que têm como finalidade manter, em caráter programado ou emergencial, as condições elétricas de operação da RDS, para permitir a continuidade e confiabilidade de fornecimento de energia elétrica ao consumidor. Estas atividades abrangem especificamente, a manutenção dos cabos, acessórios, terminações, conexões, emendas, RDM, bombas submersíveis e componentes afins.

5.3 Atividades de Natureza Elétrica - Equipamentos

São as atividades de manutenção elétrica dos equipamentos que compõem a RDS: chaves seccionadoras, transformadores de força e protetores de rede, além de englobar, também, os ensaios e testes de rigidez dielétrica.

6 RESPONSABILIDADES

6.1 SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO – SED

- Coordenar o processo de tratamento preventivo de falhas potenciais;
- Selecionar equipe de implantação;
- Elaborar o plano de implantação;
- Estabelecer os planos de manutenção;
- Dar suporte a treinamentos internos e externos.

6.2 SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE DISTRIBUIÇÃO – SR

- Implementar os planos de manutenção e registrar no GDMAN – Gerência da Manutenção;
- Participar ativamente na elaboração dos plano de trabalhos através de GTs - Grupos de Trabalho coordenados pela SED;
- Treinar equipes próprias.

7 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

7.1 ATIVIDADES DE NATUREZA CIVIL

Código	Descrição	un	US a instalar	US a retirar
043	CAIXAS DE PASSAGEM – CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA – SUBT A atividade consiste na construção ou reparo de caixa de entrada tipo EG em alvenaria de tijolos (incluindo material, mão de obra e ferramentas). Construção do fundo em concreto com resistência mínima de 180 kgf/cm ² , levantamento de paredes de tijolos e revestimento interno com chapisco e reboco com argamassa de cimento e areia, traço 1:4, espessura de 10 mm, acabamento áspero, de acordo com norma COPEL NTC 901100 de 02/2009, item 10.13, e limpeza de caixa.	m	7,00	0,00
050	REPOSIÇÃO DE GUIA EM GRANITO – SUBT A atividade compreende a reposição de guia de granito danificado durante a execução de qualquer das atividades constantes desta relação, de maneira uniforme e já existente quanto à aplicação de material e técnica construtiva. Inclui o fornecimento de material faltante e danificado durante o levantamento de pavimentação, todo transporte e ferramental necessários.	m ³	2,00	0,00
060	ABERTURA DE VALA/ INSTALAÇÃO DE DUTOS – SUBT A atividade consiste no corte de pavimento, demolição mecânica ou manual de pavimento asfáltico e/ ou calçamento em pedra/ lajota de concreto/ cimentado, escavação, regularização de fundo da vala, compactação rochosa, assentamento de dutos Ø 100mm conforme especificação, envolvimento dos dutos por concreto, tendo altura de 10cm acima da parte superior de eletroduto, locação de fita alerta sobre a proteção. Fechamento da vala com reaproveitamento do material escavado, re-execução do pavimento/ calçada.	m ³	3,67	0,00
072	PREPARAÇÃO DE CONCRETO MANUAL – SUBT A atividade compreende o fornecimento de material, mão de obra e transporte para preparo, colocação e adensamento, no local das obra, de concreto estrutural simples com resistência mínima de 180kgf/cm ² , durante qualquer uma das atividades de construção e manutenção de rede subterrânea, quando necessário.	m ³	10,00	0,00
517	ESCOAMENTO DE CAIXAS – SUBT A atividade compreende em escoar a água depositada nas caixas, devido às intempéries ou vazamentos, através da utilização de motobombas.	un	2,00	0,00
536	GRADES - INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para instalação e retirada das grades de caixas de passagem e câmaras.	un	3,00	0,00
540	OBRAS EM REDES SUBTERRÂNEAS A atividade consiste no acompanhamento da execução de serviços realizados pelas equipes terceirizadas na rede subterrânea.	hxh	1,00	0,00
542	IDENTIFICAÇÃO – PINTURA DE NUMERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS/ CAIXAS – SUBT A atividade consiste na pintura de numeração de equipamentos, caixas e câmaras na rede subterrânea, com tinta à base de esmalte e gabarito com numeração e letras.	un	0,48	0,00
543	LEVANTAMENTO DE DADOS PARA CADASTRO – SUBT A atividade consiste no levantamento físico dos dados da rede subterrânea para atualização no sistema.	hxh	1,00	0,00

544	TRAVAS – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para instalação e retirada das travas nas grades de câmaras de transformador. A tarefa consiste no desprendimento das travas, retirada das grades, limpeza das cantoneiras para remoção da sujeira, instalação e/ ou retiradas das travas danificadas, execução dos nichos de concreto (5X5X3cm), colocação das grades e reaperto das travas.	un	1,00	0,00
550	DEMOLIÇÃO MANUAL DE CONCRETO – SUBT A atividade consiste na demolição mecânica e/ ou manual de parede de alvenaria ou concreto, bota-fora de material, requadro e acabamento em argamassa e limpeza do local. O destino do bota-fora é de responsabilidade da empresa contratada.	m³	6,80	0,00
552	LIMPEZA DE CAIXA – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios, mão de obra para remoção e bota-fora do material não aproveitável, entulhos, caliças, resíduos de cimento, areia, argamassa, poeira, pó e sujeiras do interior das caixas de passagem em alvenaria, e demais serviços necessários à completa execução. O destino do bota-fora deve ser responsabilidade da empresa contratada.	un	6,00	0,00
553	LIMPEZA DE CÂMARA – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios, mão de obra para remoção e bota-fora do material não aproveitável, entulhos, caliças, resíduos de cimento, areia, argamassa, poeira, pó e sujeiras do interior das câmaras do transformador em alvenaria, e demais serviços necessários à completa execução. O destino do bota-fora deve ser responsabilidade da empresa contratada.	un	6,00	0,00
554	LIMPEZA DE TELAS – SUBT A atividade consiste na abertura das travas da grade da câmara, retirada da tela para limpeza, retirada de detritos, recolocação e fechamento da mesma. O destino do bota-fora deve ser feito em local apropriado.	un	2,00	0,00
555	CAIXAS AT/ BT – REGULARIZAÇÃO DE COLARINHO – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, mão de obra e demais serviços necessários à completa execução. A tarefa consiste no corte do pavimento (a espessura varia de acordo com o formato da caixa), demolição de pavimento e concreto armado junto ao chassi, profundidade de 16cm, ou até desprendimento total do chassi, remoção do chassi, limpeza e preparo da superfície, vedação para requadro do gargalo, alinhamento e nivelamento do novo chassi, aplicação de micro-concreto, isolamento da área e desmobilização.	m²	4,41	0,00
557	RECOMPOSIÇÃO DE CALÇADA – SUBT A atividade consiste no corte, demolição do calçamento danificado, meio-fio e recomposição da calçada. O destino do bota-fora é responsabilidade da empresa contratada.	m²	1,03	0,00
558	CAIXAS/CÂMARAS – INSTALAÇÃO/RETIRADA DE ACESSÓRIOS – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para instalação dos acessórios (suportes para cabo, caixas de comando,...) no interior das caixas de passagem e/ ou câmaras.	un	0,62	0,00
559	REMOÇÃO DE MATERIAL A GRANEL – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para remoção e bota-fora do material a granel, entulhos, caliças, areia, brita e demais serviços necessários à completa execução da tarefa.	m³	3,00	0,00

561	<p>CÂMARAS – FIXAÇÃO DE CANTONEIRAS – SUBT</p> <p>A atividade consiste no corte de pavimento (espessura de acordo com o material da fixação – concreto ou pavimento), demolição de pavimento e concreto armado junto às cantoneiras até desprendimento total dos perfis e exposição da armadura, remoção das cantoneiras, limpeza e preparo de superfície, fornecimento de armadura, vedação do requadro, alinhamento e nivelamento das novas cantoneiras, aplicação de micro-concreto (conforme especificação), isolamento da área e desmobilização. Deverá ser previsto junta entre tampão e cabeceira das câmara quando da execução da fixação e levantamento das cantoneiras, a fim de manter as estruturas independentes prevendo possíveis içamentos dos tampões. Tanto a armadura quanto as cantoneiras deverão ser soldadas na armadura da parede e tampão de concreto.</p>	un	9,20	0,00
562	<p>CAIXAS DE PASSAGEM – INSTALAÇÃO/RETIRADA ARO/TAMPA – SUBT</p> <p>A atividade consiste na demolição, mecânica e/ ou manual, da caixa de passagem, para desprendimento do aro danificado, na execução de forma para requadro, argamassa para assentamento e nivelamento. Ela compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra necessários para substituição do aro/ tampa danificados.</p>	un	2,00	0,00
563	<p>PREPARAÇÃO DE CONCRETO E BETONEIRA – SUBT</p> <p>A atividade consiste na preparação de concreto com o uso de betoneira. O concreto será composto de cimento Portland de alta resistência inicial, água, aditivos se for o caso, pigmento de cor preta, agregado miúdo e agregado graúdo, na dosagem compatível com o fck de projeto. Deverão ser utilizadas masseiras, tabuleiros ou estrados com superfícies plana impermeáveis. A mistura do concreto deverá ser efetuada em betoneira de eixo vertical, que possibilita maior uniformidade e rapidez na mistura. As betoneiras utilizadas no preparo do concreto, deverão ter capacidade suficiente para o traço correspondente a um saco de cimento, no mínimo. O concreto deverá satisfazer a NBR-6118 em tudo que lhe for aplicável.</p>	m ³	2,00	0,00
564	<p>EXECUÇÃO DE FORMA/ ARMADURA – SUBT</p> <p>1. Execução de forma: A atividade compreende todos os serviços de montagem, nivelamento, fixação e escoramento das formas, limpeza e preparação das mesmas para receber o concreto, desmoldantes, descimbramento, bem como todos os materiais e demais serviços necessários à perfeita execução das mesmas. A execução das formas deverá obedecer a NBR-6118, empregando-se tábuas de pinus ou chapas compensadas resinadas, com espessura mínima de 12mm. As formas deverão ser estanques e não poderão apresentar deformações sob ação de cargas, sendo mantidas fixas por meio de elementos (gravatas) com resistência adequada e em número suficiente. As juntas não poderão apresentar fendas e nos casos das peças em concreto aparente deverão ser calafetadas com massa plástica. Na preparação para concretagem as formas deverão ser limpas e abundantemente molhadas até a saturação, porém observando que a água em excesso seja expelida através de orifícios previamente abertos na forma, e depois vedados. Os escoramentos deverão ser executados para resistir aos esforços atuantes e deverão manter as formas rigidamente em suas posições. O descimbramento obedecerá às prescrições da NBR-6118 no prazo mínimo para retirada das formas de 1 dia.</p> <p>2. Execução de armadura: A atividade compreende o fornecimento, corte, dobramento, montagem, fixação por solda, colocação nas formas, posicionamento, escovação se necessário, caranguejos, bem como todos os materiais e serviços necessários à perfeita execução deste item. As armaduras são executadas de acordo com o projeto, observando-se exatamente o número e espaçamento das barras longitudinais e estribos, bem como fazendo-se perfeitas amarrações de maneira que os ferros sejam mantidos em suas posições durante a concretagem. Deverão obedecer rigorosamente a NBR-7480. Para as armaduras negativas deverá ser previsto um sistema de barras de distribuição e suportes (caranguejos) dispostos de maneira a permitir receber o peso de pessoas ou equipamentos que ocasionalmente transitem sobre as mesmas. Não é permitido a dobragem de ferros por meio de calor. Materiais que diminuam a aderência das barras, tais como óleos, graxas, etc., não poderão ter contato com as armaduras.</p>	m ²	1,00	0,00

565	PINTURA – SUBT A atividade compreende o fornecimento de material, mão de obra especializada, assim como todos os demais serviços necessários à perfeita execução desse item. Todas as superfícies a pintar deverão ser firmes, secas, limpas, sem poeira, gordura, sabão, limo e ferrugem, se necessário substituir elemento (em parte ou inteiro) para que se obtenha superfícies ideais e convenientemente preparadas para receber o tipo de pintura a ela destinadas. Não respingar tinta em superfícies não destinadas à pintura. A pintura deve apresentar uniformidade de cor, textura, tonalidade e brilho. O reboco em desagregação deverá ser removido e aplicado novo reboco, e os buracos de maior porte deverão ser preenchidos com massa para reboco. Pequenas rachaduras e furos devem ser estucados com massa correspondente à tinta a ser aplicada, ou seja, massa acrílica. Partes soltas ou crostas deverão ser eliminadas com espátula. Deverão ser retiradas e lixadas, antes de qualquer tipo de pintura, as rebarbas da solda, de galvanização, etc.	m ²	1,30	0,00
566	REBOCO – SUBT A atividade consiste no fornecimento de materiais, preparo e aplicação da argamassa (calfino), andaimes, balancis, limpeza e todos os demais serviços necessários à perfeita execução deste item. Só será iniciado após a completa pega de emboço, com a superfície limpa e suficientemente molhada. Deverá ser regularizado e desempenado com desempenadeira metálica e de feltro, e apresentar aspecto uniforme com parâmetros perfeitamente planos, não sendo tolerada qualquer ondulação ou desigualdade de alinhamento de superfície.	m ²	1,30	0,00
570	CAIXAS AT/ BT – TROCA DE TAMPAS (QUEBRADA/AVARIADA) – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para substituição de tampas danificadas. A tarefa consiste na retirada da tampa danificada e colocação da tampa nova verificando o perfeito nivelamento entre tampa e aro.	un	0,15	0,00
574	VISTORIA E LEVANTAMENTO DE MATERIAL – SUBT A atividade consiste na realização de vistoria e de levantamento de materiais, conforme normas, para a execução de serviços.	un	0,62	0,00
589	TELAS – CONFECÇÃO – SUBT A atividade consiste em medir e cortar aramado de aço galvanizado, nas dimensões: 1,80X0,63m, e fixar esta tela em 2 barras de ferro ¾”.	hxh	1,00	0,00
590	GRADES E TAMPAS – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste em realizar serviços de solda e desbaste, refazer nichos e gavetas, fixação com parafusos, piche, etc., reaperto de travas e parafusos.	hxh	1,00	0,00
591	TELAS – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade compreende todas as ferramentas, equipamentos, acessórios e mão de obra para instalação e retirada das grades de telas de proteção nas câmaras de transformador. A tarefa consiste no desprendimento das travas, retirada das grades, limpeza das cantoneiras, retirada e/ ou instalação das telas, solda de ganchos nas cantoneiras para fixação das telas, colocação das grades e reaperto das travas.	un	0,21	0,00
592	SERVIÇO DE SOLDA – SUBT A atividade consiste em soldar ganchos em cantoneiras de câmaras e gavetas, e efetuar reparos em grades.	hxh	1,00	0,00
593	SERVIÇO EM OFICINA – SUBT A atividade consiste em cortar materiais para utilização em manutenção, confecção de ganchos para telas, esmerilhar, grades e tampas de EG, testar/ recuperar equipamentos substituídos.	hxh	1,00	0,00
594	SISTEMA DE RECALQUE – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade compreende a troca e reparo do mangote, limpeza do duto, colocação de válvula e substituição de cesto.	hxh	1,00	0,00

595	CORTE E FERRAGENS EM POSTE – SUBT A atividade consiste no corte das ferragens dos postes abalroados com a utilização do maçarico.	hxh	1,00	0,00
596	IDENTIFICAÇÃO – CONFEÇÃO DE PLAQUETAS – SUBT A atividade consiste na confecção da identificação de consumidores da rede subterrânea através da gravação em baixo relevo de plaquetas em latão em gabaritos.	un	0,31	0,00
597	INSUFLADOR/ EXAUSTOR – SUBT A atividade consiste na montagem e ligação do equipamento insuflador/ exaustor para retirada de gases nocivos do ambiente, melhorar a ventilação, etc.	un	0,21	0,00
598	TRIPÉ – INSTALAÇÃO – SUBT A atividade consiste na montagem do tripé de salvamento para trabalho em espaço confinado.	un	0,31	0,00
600	TESTE DE GÁS EM ESPAÇO CONFINADO – SUBT A atividade consiste em testar os níveis de gases existentes dentro dos padrões da NR33, através da utilização do detector multigás.	un	0,31	0,00
603	CAMINHÃO DE LIMPEZA – DESCARGA DE TANQUE NA ETE – SUBT A atividade consiste no transporte e despejo de resíduos líquidos na ETE.	un	9,00	0,00
604	CAMINHÃO DE LIMPEZA – LIMPEZA DE TANQUE DE SUÇÃO – SUBT A atividade consiste na limpeza do tanque de sucção (reservatório) do caminhão no local do despejo.	un	6,00	0,00
605	LIMPEZA DE PAREDES E CALÇADAS – SUBT A atividade consiste na limpeza de paredes e calçadas com a utilização de caminhão de jateamento e/ ou materiais de limpeza.	m ²	0,08	0,00
606	LIMPEZA DE DUTOS – SUBT A atividade consiste da utilização de caminhão de hidrojateamento para limpeza dos dutos independentes da bitola.	m	0,17	0,00
607	ORGANIZAR FERRAMENTAL E VEÍCULO – SUBT A atividade consiste na organização de materiais, tais como ferramentas, equipamentos e acessórios, de acordo com a necessidade diária, nos veículos das equipes da manutenção.	un	6,15	0,00
608	FIXAÇÃO DE ELETRODUTO POR FITA – SUBT A atividade consiste em fixar o eletroduto no poste com a utilização de fita e/ ou fecho de aço.	un	1,54	0,00
692	OUTRAS ATIVIDADES – SUBT A atividade compreende todos os serviços realizados na rede subterrânea que não são contemplados nos demais itens.	hxh	1,00	0,00
863	DESLOCAMENTO PESSOAL LOCAL DO SERVIÇO – SUBT A atividade consiste nos deslocamentos de pessoal, componentes de uma turma de manutenção até o local da execução dos serviços. A fórmula utilizada para cálculo é: Deslocamento = 0,066XD (Distância)	km	0,066	0,00

7.2 ATIVIDADES DE NATUREZA ELÉTRICA

Código	Descrição	un	US a instalar	US a retirar
102	INSPEÇÃO INSTRUMENTAL COM TERMOVISOR – SUBT A atividade consiste na inspeção realizada com instrumento termográfico em cabos, equipamentos, terminações e painéis, e da emissão de relatórios para possibilitar diagnóstico dos pontos vistoriados.	un	0,20	0,00
500	REVISÃO DE MEIA TENSÃO – MT - SUBT A atividade consiste na atualização de arranjo nas caixas de MT e inspeção visual nos cabos e conexões.	un	2,00	0,00
501	ATERRAMENTO – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na instalação/ retirada do cabo de aterramento em câmaras, caixas, mufas e acessórios desconectáveis.	un	3,00	0,00
502	SERVIÇOS EMERGENCIAIS – DEFEITOS – SUBT A atividade consiste na localização de defeitos em atendimentos emergenciais em UCs, na abertura de caixas, inspeção de seccionadoras, teste de fusíveis e inspeção visual dos cabos.	hxx	1,00	0,00
503	ACABAMENTO DE CAIXAS – SUBT A atividade consiste em procedimentos para preservação da estética do arranjo (colocação do cabo em suporte, troca de sela de isolamento, amarração, etc.).	un	2,00	0,00
504	TERMINAÇÕES – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste em corrigir o funcionamento de terminais MT, mufas, acessórios desconectáveis e emendas, visando a vedação e isolamento dos mesmos.	un	2,00	0,00
505	MANOBRA EM ALIMENTADORES – SUBT A atividade compreende todo e qualquer serviço de manobra do sistema reticulado em regime de contingência: operação de chaves de MT em sistema reticulado, abertura de acessórios desconectáveis, manobra dos protetores de rede.	hxx	1,00	0,00
510	REVISÃO DE BAIXA TENSÃO – SUBT A atividade consiste na atualização de arranjo nas caixas de BT e inspeção visual nos cabos e conexões, e medição de cargas das UCs e cabos de rede.	un	3,00	0,00
511	CONDUTORES DE MT/BT – LANÇAMENTO/ RETIRADA, MXCTO – SUBT A atividade consiste na organização de equipes e equipamentos para o lançamento/ retirada dos cabos MT/ BT.	mXcto	0,50	0,00
512	CONDUTORES DE MT/BT – PREPARAÇÃO – SUBT A atividade consiste em estalar bobinas para retirada dos cabos, medir, cortar e fasear.	hxx	1,00	0,00
513	CONEXÕES E EMENDAS EM BT – POR CONEXÃO – SUBT A atividade consiste na utilização de conectores de compressão para terminação em cabos, incluindo sua isolamento e vedação.	un	0,66	0,00
514	RDM – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na instalação/ retirada do RDM, incluindo os conectores de compressão, sua vedação e isolamento.	un	4,00	0,00
515	CONDUTORES DE MT/ BT – LANÇAMENTO/ RETIRADA, MXCABOS – SUBT A atividade consiste na organização de equipes e equipamentos para o refaseamento dos cabos quando do lançamento/ retirada dos cabos MT/ BT.	mXcabo	0,15	0,00
516	HYCRAB – INSTALAÇÃO/ RETIRADA - SUBT A atividade consiste na instalação/ retirada do HYCRAB, incluindo os conectores de compressão, isolamento e vedação.	un	0,99	0,33

524	MOLE – INSTALAÇÃO/ EXTENSÃO – SUBT 1. INSTALAÇÃO: Consiste na colocação de barramento na saída BT (MOLE) do trafo, incluindo faseamento, vedação e isolamento e o barramento do neutro. 2. EXTENSÃO: Preparação e furação do barramento e seu devido acoplamento, incluindo isolamento e vedação do barramento.	un	4,00	0,00
525	MOLE – LIGAÇÃO P/ CONEXÃO – SUBT A atividade consiste na colocação de soquetes e conectores de compressão nos cabos para ligação no MOLE, utilizando -se ou não fusível, incluindo a isolamento e vedação dos mesmos.	un	2,00	0,00
530	BOMBA SUBMERSIVEL – INSPEÇÃO GERAL – SUBT A atividade consiste na inspeção de caixa de força, caixa de comando, sensor de nível e conexões.	un	1,33	0,00
531	BOMBA SUBMERSIVEL – INSPEÇÃO VISUAL – SUBT A atividade consiste na inspeção das câmaras visualmente sem acessá-las.	un	0,15	0,00
532	BOMBA SUBMERSIVEL – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste em instalar/ retirar a bomba submersível com suas conexões (elétricas e hidráulicas).	un	3,00	0,00
533	BOMBA SUBMERSIVEL – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na limpeza, verificação de funcionamento (elétrico e hidráulico) e manutenção da bomba submersível.	un	2,00	0,00
537	CHAVE DE PARTIDA – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na abertura/ fechamento de caixa de força e comando para troca de chave de partida.	un	1,00	0,00
538	RELÉ CONTROLADOR – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na abertura/ fechamento de caixa de força e comando para troca do relé controlador.	un	1,00	0,00
539	SENSOR DE NÍVEL – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na abertura/ fechamento de caixa de força e comando para troca do sensor de nível e do respectivo cabo.	un	0,50	0,00
545	CENTRO DE IP – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na abertura/ fechamento da caixa CENTRO DE IP, realizando a devida manutenção nos contadores, relés e fusíveis.	hxh	1,00	0,00
567	ATERRAMENTO – INSTALAÇÃO DE HASTE – SUBT A atividade consiste na instalação de haste de aterramento em câmaras e caixas.	un		
568	ATERRAMENTO – CONEXÕES DE MALHA – SUBT A atividade consiste na conexão do cabo de aterramento à haste, aos acessórios desconectáveis e ao MOLE.	un		
571	CONDUTORES DE MT/ BT – REFASEAMENTO – SUBT A atividade consiste na identificação e/ou substituição de fitas de identificação dos circuitos, mecânica e eletricamente.	hxh	1,00	0,00
572	LIGAÇÃO DE EUC EM RDA, P/ CTO – SUBT A atividade de ligação de EUC em RDA, quando não há necessidade de desligamento da rede consiste em: vistoria do local (rede civil e E.S), separação do material necessário à execução da tarefa, preparação dos cabos (corte e faseamento), lançamento dos cabos e ligação no barramento de BT do transformador ou na rede de BT aérea da UC. Se houver necessidade de desligamento da rede, acresce-se ao já mencionado, a tarefa de solicitar o mesmo através da PDE.	un	2,05	0,00

573	LIGAÇÃO DE EUC EM RDS, P/ CTO – SUBT A atividade de ligação de EUC em RDS consiste em: vistoria do local (E.S e vaga no MOLE ou RDM), separação do material necessário à execução da tarefa, preparação dos cabos (corte e faseamento), lançamento dos cabos e ligação do MOLE ou RDM à seccionadora.	un	6,15	0,00
575	LIGAÇÃO DE CABO ARMADO EM RDS, P/ CTO – SUBT A atividade de ligação de EUC em RDS consiste em: : vistoria do local (E.S e vaga no RDM), separação do material necessário à execução da tarefa, preparação do cabo armado (corte e faseamento), lançamento do cabo e ligação do RDM à seccionadora.	un	2,05	0,00
576	LIGAÇÃO TEMPORÁRIA – SUBT A atividade de consiste em fazer a ligações provisórias nas caixas e câmaras para atendimento a eventos, construções/ reformas, etc.	hxh	1,00	0,00
577	SECCIONADORA – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na escovação, limpeza e aperto da base fusível e da conexão dos terminais componentes da chave seccionadora.	hxh	1,00	0,00
578	TERMINAÇÕES INSTALAÇÃO ATÉ 70Mm² - SUBT A atividade consiste na confecção e instalação de acessórios desconectáveis e terminações em cabo isolado até 70mm ² .	un	2,67	0,00
579	TERMINAÇÕES INSTALAÇÃO ACIMA DE 70Mm² - SUBT A atividade consiste na confecção e instalação de acessórios desconectáveis e terminações em cabo isolado acima de 70 mm ² .	un	4,40	0,00
580	TESTE EM CABOS – SUBT A atividade consiste em testar os cabos isolados com equipamentos específicos de acordo com a necessidade.	hxh	1,00	0,00
581	CAIXA DE FORÇA OU COMANDO – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na abertura/ fechamento da caixa de força ou comando realizando a manutenção nos fusíveis e conexões.	hxh	1,00	0,00
599	DESCONECTÁVEIS ACOPLAMENTO/ DESACOPLAMENTO – SUBT A atividade consiste em acoplar/ desacoplar os acessórios desconectáveis.	un	0,31	0,00
693	ABERTURA E FECHAMENTO DO GLV – SUBT A atividade consiste na abertura e fechamento do grampo de linha viva para execução de serviços na rede aérea.	un	0,15	0,19
694	SUBSTITUIÇÃO DE PORTA FUSÍVEL OU ELO – SUBT A atividade consiste na substituição de porta fusível ou elo fusível e a sua regulagem.	un	0,25	0,32
811	ATERRAMENTO TEMPORÁRIO DE PROTEÇÃO COLETIVA BT – SUBT A atividade consiste no aterramento do circuito BT através de conjunto de aterramento.	un	0,38	0,00
814	ATERRAMENTO TEMPORÁRIO DE PROTEÇÃO COLETIVA MT – SUBT A atividade compreende o acesso à câmara, teste e aterramento de transformadores indicados da rede subterrânea através da chave acoplada ao mesmo.	un	1,01	0,00
881	OPERAÇÃO DE CHAVES – SUBT A atividade consiste na abertura e fechamento de chaves para execução de serviços, independente do tipo de rede (monofásica ou trifásica).	un	0,35	0,00

7.3 ATIVIDADES DE NATUREZA ELÉTRICA - EQUIPAMENTOS

Código	Descrição	un	US a instalar	US a retirar
506	CHAVE DE MT – SUBSTITUIR/ FILTRAR ÓLEO – SUBT A atividade consiste em substituir ou filtrar o óleo isolante da chave de rede primária (13,2kV) acoplada em transformador submersível.	un	6,00	0,00
507	CHAVE DE MT – COMPLETAR NÍVEL DO ÓLEO – SUBT A atividade consiste em completar o nível do óleo isolante da chave de rede primária (13,2kV) acoplada em transformador submersível.	un	3,00	0,00
508	CHAVE DE MT – COLETA DE AMOSTRA DE ÓLEO – SUBT A atividade consiste em retirar amostra do óleo isolante da chave de rede primária (13,2kV) acoplada do transformador submersível para a realização do ensaio físico-químico.	un	1,00	0,00
509	CHAVE DE MT – SUBSTITUIÇÃO DE ACESSÓRIOS – SUBT A atividade consiste em substituir os acessórios integrantes da chave de rede primária (13,2kV) acoplada em transformador submersível que apresentem defeitos.	un	6,00	0,00
519	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL - INSPEÇÃO ACESSÓRIOS/ INSTRUMENTOS – SUBT A atividade consiste em inspecionar os acessórios e instrumentos dos transformadores submersíveis e se necessário efetuar a substituição dos que apresentarem defeitos.	un	2,00	0,00
520	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – REVISÃO – SUBT A atividade consiste na verificação do nível de óleo e do estado de conservação do transformador submersível além da checagem de todos os acessórios e equipamentos que o integram.	un	6,00	0,00
521	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – INSTALAÇÃO/RETIRADA – SUBT A atividade consiste na instalação e/ou retirada do transformador submersível. Observe-se que quando da retirada o casco do protetor de rede com as buchas de BT deve permanecer no local.	un	16,00	0,00
522	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – COLETA DE AMOSTRA DE ÓLEO – SUBT A atividade consiste em retirar amostra do óleo isolante do transformador submersível para a realização de ensaio físico-químico e gás cromatografia.	un	2,00	0,00
523	PROTETOR DE REDE – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na instalação e/ou retirada do protetor de rede.	un	12,00	4,00
526	CHAVE DE MT – INSTALAÇÃO/ RETIRADA – SUBT A atividade consiste na instalação e/ou retirada da chave submersível – isolada a gás – SF6.	un	12,00	4,00
527	CHAVE DE MT – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na manutenção dos acessórios integrantes das chave submersível – isolada a gás – SF6.	hxh	1,00	0,00
528	AUTOMAÇÃO – INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS – SUBT A atividade consiste na instalação de equipamentos e acessórios necessários ao monitoramento dos transformadores da rede subterrânea.	un	4,00	0,00
534	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na manutenção dos acessórios e componentes internos do transformador submersível.	hxh	1,00	0,00
535	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – SUBSTITUIR/ FILTRAR ÓLEO – SUBT A atividade consiste em substituir ou filtrar o óleo isolante do transformador submersível.	un	18,00	0,00
546	TRANSFORMADOR SUBMERSÍVEL – COMPLETAR NÍVEL DE ÓLEO – SUBT A atividade consiste em completar o nível de óleo do transformador submersível.	un	3,00	0,00
547	AUTOMAÇÃO – LANÇAMENTO DE CABOS/ FIBRA – SUBT A atividade consiste no lançamento de cabos ou fibra óptica para interligar os equipamentos a serem monitorados.	m	0,08	0,00
548	AUTOMAÇÃO – MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTO – SUBT A atividade consiste na manutenção dos acessórios integrantes do sistema de monitoramento.	hxh	1,00	0,00
549	AUTOMAÇÃO – PREPARAÇÃO DE EQUIPAMENTO – SUBT A atividade consiste na fixação do rack, furação das caixas e preparação para a fiação para os quadros das unidades de aquisição.	un	3,00	0,00

582	PROTETOR DE REDE – REVISÃO – SUBT A atividade consiste na revisão do protetor de rede com testes e ensaios realizados com equipamentos específicos.	un	8,00	0,00
583	PROTETOR DE REDE – INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS – SUBT A atividade consiste na instalação de novos acessórios que atuarão em conjunto com o protetor de rede.	un	3,00	0,00
584	PROTETOR DE REDE – TESTE MECÂNICO – SUBT A atividade consiste em testar com equipamentos específicos a performance da parte mecânica do protetor de rede.	un	3,00	0,00
585	PROTETOR DE REDE – TESTE DE ESTANQUEIDADE – SUBT A atividade consiste na injeção de gás nitrogênio super seco para verificar possíveis vazamentos no protetor de rede.	un	3,00	0,00
587	PROTETOR DE REDE – SUBSTITUIÇÃO/ CALIBRAÇÃO DE RELÉ – SUBT A atividade consiste em substituir ou calibrar o relé de comando do protetor de rede através de equipamento específico.	un	3,00	0,00
588	PROTETOR DE REDE – MANUTENÇÃO – SUBT A atividade consiste na manutenção dos acessórios e componentes internos do protetor de rede.	hxx	1,00	0,00
601	ENSAIO DE EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO – SUBT A atividade consiste em ensaiar equipamentos de laboratório para testar as condições físicas e técnicas para posterior instalação na rede.	hxx	1,00	0,00
602	TESTE DE RIGIDEZ DIELETRICA – SUBT A atividade consiste na realização, através de equipamentos específicos, em amostra coletada de óleo isolante, do teste de rigidez dielétrica.	hxx	1,00	0,00

8 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DA MCC NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA – SEP DE REDES SUBTERRÂNEAS

Este MIT tem como objetivo orientar as equipes de manutenção no processo de seleção e priorização de ações de prevenção a falhas potenciais, através da aplicação da MCC, devendo estar em conformidade com as normas que fazem referência a esta metodologia e que estabelecem os requisitos mínimos para sua implementação, descrevendo o sequenciamento de etapas, sugerindo formulários de registro de informações, bem como a aplicação da técnica de análise de modos de falha, seus efeitos e sua criticidade – FMECA.

Durante a elaboração deste manual, através de pesquisa de referências bibliográficas, verificou-se existir variações metodológicas de implementação MCC entre as normas SAE JA1011, SAE JA1012 e SAE J1739 e os autores estudados (Siqueira, 2005; Moubroy, 2000 e Rigoni, 2009). As diferenças detectadas residiam principalmente na lógica de seleção da tarefa de manutenção, sem causar prejuízos ao atendimento às normas SAE. Em virtude disto, optou-se por adotar a implementação da MCC segundo as orientações de Rigoni (2009), devido sua atualidade e criticidade.

Com aderência a norma ISO 9001, já implantada na Copel Distribuição, a proposta de criação dos principais itens de performance fornecerão subsídios em decisões de gestão e poderão ser acompanhados através de Reuniões de Análise Crítica – RAC, em todos os níveis gerenciais desde a presidência até as divisões de manutenção.

As etapas do procedimento de referência para implantação da MCC podem ser resumidas através do diagrama apresentado na figura 8.1.

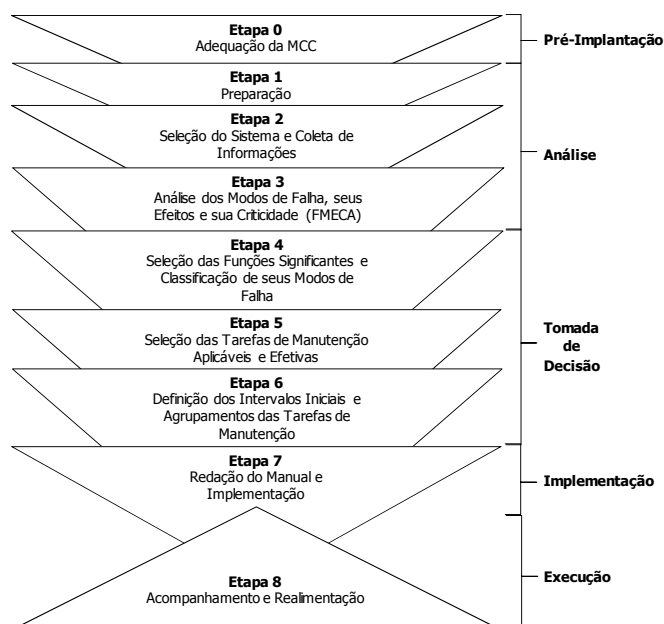


Figura 8.1 – Procedimento de Referência para Implantação da MCC

8.1 Etapa 0 – Adequação da MCC

A etapa de adequação parte do princípio de que a manutenção está fundamentada na MCC, com seus requisitos e características metodológicas e filosóficas. Por se tratar de um piloto na área de concessionária de energia, muitos dos conceitos e nomenclaturas são adaptados a realidade do setor, sendo que a proposta básica é fazer uma analogia de um sistema único, a exemplo de um equipamento, com o sistema elétrico como um todo, com sua gama de equipamentos e subsistemas.

Entende-se que o produto desta etapa seja a identificação da aderência deste SEP às necessidades e exigências de um programa de MCC.

8.2 Etapa 1 – Preparação ou Planejamento Inicial

A etapa de planejamento tem como premissa a definição do grupo de trabalho e consequente elaboração do planejamento estratégico para implantação da MCC. O documento gerado desta etapa encontra-se no anexo A, onde pode ser avaliado em maiores detalhes.

De acordo com a metodologia adotada como referência, nesta etapa elege-se o corpo técnico e as figuras do facilitador e do patrocinador. O facilitador tem como principais características possuir os conhecimentos necessários da metodologia MCC e ter habilidades em coordenar grupos de trabalho: estruturar as reuniões, administrar o tempo e gerenciar conflitos. O patrocinador deve ser, preferencialmente, o gerente responsável pelo desempenho do equipamento analisado, pois sua principal função é de mobilizar recursos (humanos e financeiros) necessários ao bom andamento dos trabalhos. Este apoio gerencial é de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto, principalmente nos momentos de concorrência de prioridades na realização de atividades na área operacional.

O bom nível de conhecimento sobre o sistema e a experiência de trabalho são preponderantes na definição do corpo técnico selecionado, onde a diversidade de pontos de vista garante a formação desta equipe de caráter multifuncional. A seleção deve contemplar pessoas que participam ativamente dos processos de manutenção e operação dos ativos: mantenedores, operadores, inspetores e especialistas.

8.3 Etapa 2 – Seleção do Sistema e Coleta de Informações

A seleção do sistema submetido à análise e implantação da MCC e a coleta de informações são os objetivos desta etapa. O produto gerado é a reunião de todas as informações técnicas sobre o ativo, cujo objetivo é de delimitar e identificar suas fronteiras.

A pesquisa de campo tem papel fundamental na construção deste conhecimento sobre o sistema, servindo como complemento ao planejado pelo grupo de implantação. A descrição deste contexto operacional deve ser elaborada, detalhando as informações referentes à identificação dos subsistemas e componentes, diagramas esquemáticos, diagramas de blocos, diagrama funcional, diagrama lógico e descrição das fronteiras. Toda documentação técnica referente ao ativo deve ser relacionada, indicando o ponto de acesso ou disponibilizando como anexo.

8.3.1 Descrição do Sistema

Embora a metodologia apresentada neste MIT para a implantação de MCC esteja voltada ao sistema reticulado da cidade de Curitiba, poderá perfeitamente ser implementada a qualquer sistema que compreenda Redes Subterrâneas.

Atualmente esta tipologia de rede já se faz presente nas cidades de Ponta-Grossa, São José dos Pinhais, Maringá, Londrina, Foz do Iguaçu e outras cidades históricas como Lapa, Morretes e Castro.

O modelo adotado como exemplo está representado pelo Sistema Elétrico de Potência – SEP de redes subterrâneas da cidade de Curitiba, que além das principais capitais brasileiras como: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte e Porto Alegre, destaca-se de forma glamorosa, possibilitando investimentos por parte da administração municipal em paisagismo e em um ambiente livre de obstruções aéreas como postes e fiações.

Esta rede subterrânea é classificada como um tipo de rede de distribuição de energia elétrica de grande confiabilidade pois, comparada aos sistemas aéreos, apresentam menor grau de suscetibilidade à defeitos, além do que, possuem uma configuração onde a ocorrência de defeitos dificilmente compromete a continuidade do fornecimento de energia.

A Rede Subterrânea na Copel Distribuição foi implantada inicialmente em 1973, através da transferência com 560 edificações ligadas no sistema Aéreo para o sistema Subterrâneo. Em 1978 foi executada uma extensão da rede onde foram acrescentadas 123 novas edificações e, finalmente, entre Janeiro de 1981 e Maio de 1982 o projeto foi concluído com a construção da segunda etapa quando foram acrescentadas mais 897 edificações. Em 2003 foi anexada à rede mais um trecho compreendendo as Ruas Barão do Serro Azul e Comendador Araújo.

Atualmente, existem cerca de 16 mil consumidores, com diferentes características. A rede estende-se sob as ruas, avenidas e praças do centro, totalizando aproximadamente 1,1 km², definido pela área compreendida entre as Ruas Visconde de Nacar, André de Barros, João Negrão, Alfredo Bufrem, Prof. Moreira Garcês, Largo da Ordem e Augusto Stellfeld, além dos outros

trechos relativos as Ruas Barão do Serro Azul e Comendador Araújo conforme ilustra a figura 8.2.

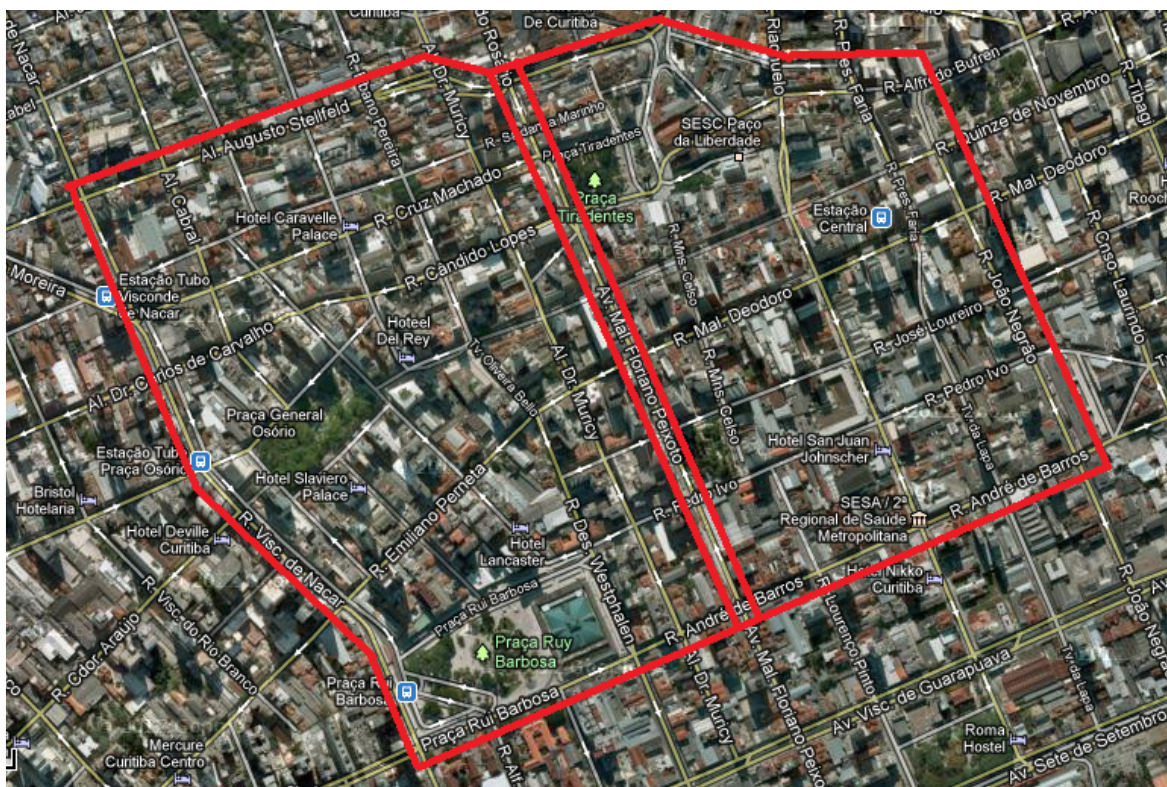


Figura 8.2 – Localização da Rede Subterrânea na Cidade de Curitiba

Esta rede é atendida à partir da Subestação Centro, localizada na Rua Visconde de Nacar esquina com Rua Augusto Stelfeld, onde estão instalados dois transformadores trifásicos de 41 MVA, que alimentam a dois barramentos de 13,8 kV que, então, atendem os circuitos alimentadores primários. A subestação, por sua vez, é alimentada por duas linhas de 69 kV provenientes das Subestações Pilarzinho e Campo Comprido, pertencentes ao anel de transmissão da cidade.

A rede subterrânea de Curitiba é formada por dois sistemas, denominados Amarelo e Vermelho divididos pela Avenida Marechal Floriano Peixoto. Cada sistema é composto de cinco (5) alimentadores radiais simples em 13,8 kV, conectados no barramento da subestação através de disjuntores.

Os alimentadores estendem-se através de tubulações e caixas, sob as Ruas, até os transformadores situados em Câmaras ou Spot's. Estes, por sua vez, interligam-se através da rede de baixa tensão formando uma imensa malha reticulada, também conhecida como 'network'.

8.3.1.1 Dados da Área Atendida

- Área do centro da cidade atendida pela rede subterrânea 1,1 km²
- Sistema Amarelo 0,55 km²

- Sistema Vermelho 0,55 km²
- Os sistemas Amarelo e Vermelho são divididos pela Av. Mal Floriano.
- Número de consumidores:
 - Residenciais 6806
 - Comerciais 9404
 - Industriais 171

8.3.1.2 Dados da Subestação

- Dois Transformadores de 69/13,8 kV - 41 MVA
- Potência total instalada 82 MVA

8.3.1.3 Dados da Rede Subterrânea

As figuras 7.3 e 7.4 representam topologias da redes de média e baixa tensão utilizada no SEP de redes subterrâneas reticuladas respectivamente.

Rede de Alta Tensão:

- Circuito alimentador tronco c/ cabo AL 750 MCM - 15/20 kV 13,31 km
- Ramais de derivação/ cabo AL 1/0 AWG - 15/20 kV 19,72 km
- Total rede de Alta Tensão 15 kV 33,03 km

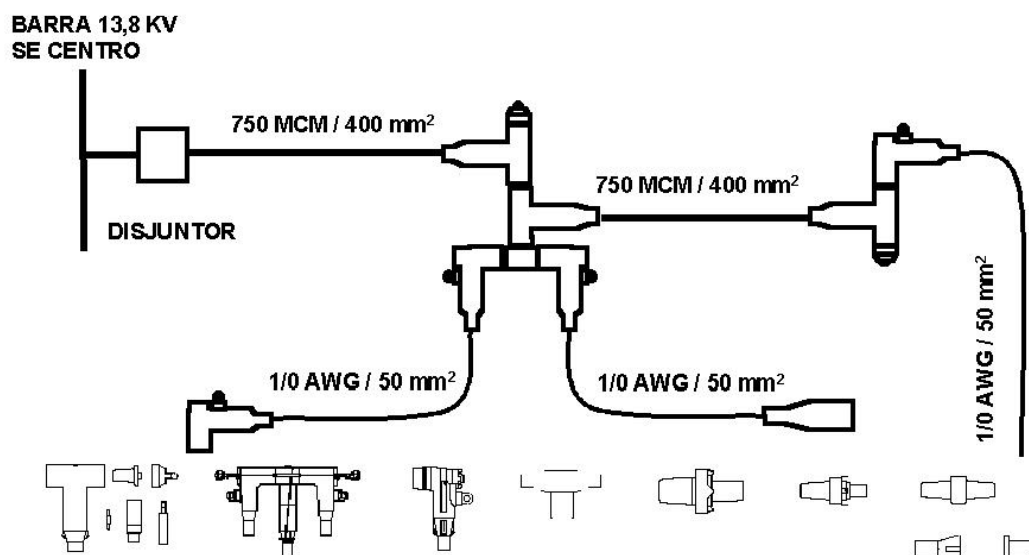


Figura 8.3 – Diagrama representativo de uma rede de média tensão

Rede Elétrica de Baixa Tensão:

- Tipo Reticulada (cabo AL 4/0 AWG 0,6-1kV XLPE)

438,245 km

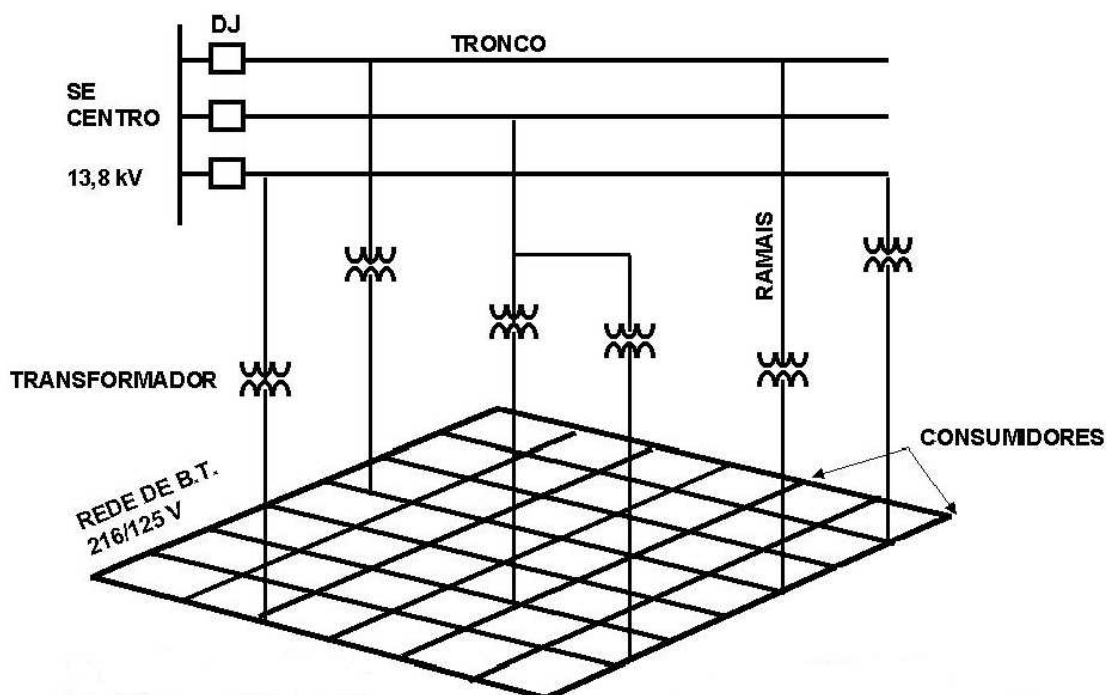


Figura 8.4 – Diagrama representativo de uma rede de média e baixa tensão

8.3.1.4 Definição das Fronteiras do Sistema

As fronteiras, além de delimitarem os sistemas, servem para identificar as interfaces entre eles, as quais estão normalmente associadas às suas funções principais. A figura 8.5 representa os subsistemas definidos dentro do SEP.

 Froteiras do SEP de Redes Subterrâneas			
Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/MSCTA			
Sistema: SEP Redes Subterrâneas			
Id_Sistema	Sistema	Id_Sub_Sistema	Subsistemas
1	SEP de Redes Subterrâneas	1	Rede de Baixa Tensão
		2	Rede de Média Tensão
		3	Transformadores
		4	Protetores de Rede
		5	Chaves Isoladas a Óleo
		6	Chaves e Interruptores Isolados a SF6
		7	Supervisório

Figura 8.5 – Definição de Fronteiras do Sistema

8.4 Etapa 3 – Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos a sua Criticidade (FMECA)

Na etapa de FMECA objetivo é identificar e documentar todas as funções do sistema selecionado, as falhas funcionais, seus respectivos os modos de falha, os efeitos adversos, as causas do modo de falha e, por fim, fazer uma avaliação da criticidade. O produto desta etapa (planilha FMECA) encontra-se no anexo B, onde pode ser avaliado.

A grande dificuldade na realização desta etapa está justamente em conseguir reunir a equipe. Por se tratar de um processo minucioso em que são necessários alguns encontros de trabalho da equipe, a concorrência de prioridades com outras atividades ocorre com certa frequência. Neste momento evidencia-se a importância do gerente patrocinador do projeto, negociando com as áreas envolvidas, estabelecendo compromissos mútuos e priorizando as atividades a serem executadas. Segue modelo da planilha adotada como referência conforme figura 8.6.


 Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade - FMECA												
Unidade : SDL/DMSDL/VMACTA/SMSCSTA				Facilitador: Fabricio Salmazo			Data:		Folha:			
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:			Data:		De:			
Subsistemas:												
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha O QUE	Efeito do Modo de Falha	Gravidade (G)	Frequência (F)	Detectabilidade (D)	NPR (G.F.D)	Causas do Modos de Falha PORQUE	Controles Atuais
										Baixo (1 a 50)		
										Médio (50 a 100)		
										Alto (100 a 200)		
										Muito Alto (200 a 1000)		

Figura 8.6 – Exemplo da Planilha de FMECA adotada

8.5 Etapa 4 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos seus Modos de Falha

O objetivo desta etapa é determinar se a falha funcional tem efeito significativo, e caso afirmativo, classificar seus modos de falha levando em conta os impactos nos aspectos pilares da MCC: segurança, meio ambiente, operação e economia do processo. O produto da etapa de classificação das consequências encontra-se no anexo C, onde pode ser avaliado.

O desenvolvimento desta etapa tem como base os efeitos de cada modo de falha descritos na etapa de FMECA como: ESA – Evidente com Efeito na Segurança ou Ambiente; OSA – Oculto com Efeito na Segurança ou Ambiente; EEO – Evidente com Efeito Econômico ou Operacional; OEO – Oculto com Efeito Econômico ou Operacional.

A etapa de classificação das consequências é de fundamental importância para a etapa posterior, pois a seleção das tarefas de manutenção depende da classificação do modo de falha, conforme figuras 8.7 e 8.8 de seleção das funções com sua classificação de modos e a planilha adotada.

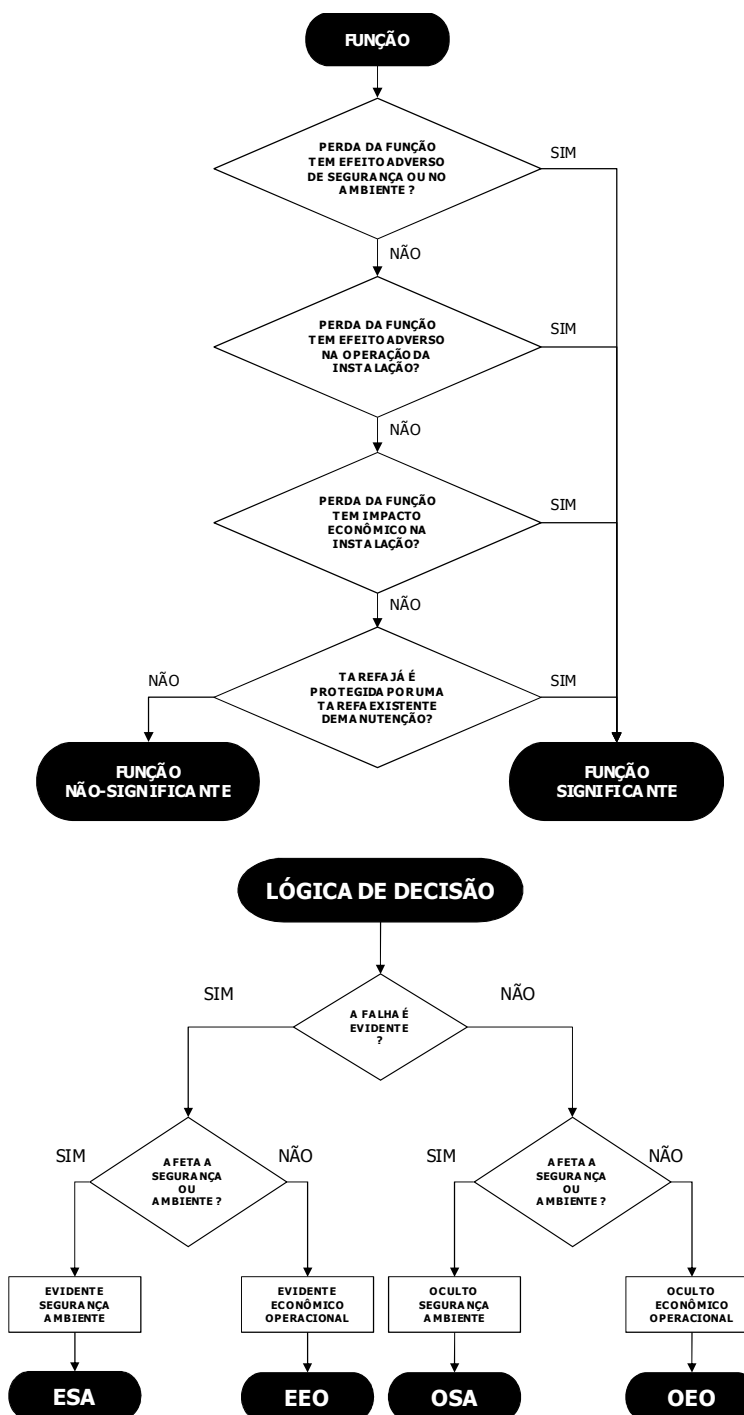


Figura 8.7 – Seleção das Funções Significantes e Classificação dos Modos de Falha

 Seleção das Funções Significantes e Classificação das Consequências dos Modos de Falha - ETAPA 4											
Unidade : SDL/DMSADL/MACTA/SMSCTA				Facilitador: Fabrício Salmazo			Data:		Folha:		
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:			Data:		De:		
Subsistemas:											
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha Evidente ou Oculto ?		Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente ?		Modo de Falha tem Consequências Econômicas e/ou Operacionais ?		CATEGORIAS
					Evidente	Oculto	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
											ESA - Evidente Segurança Ambiente EEO - Evidente Econômico Operacional OSA - Oculto Segurança Ambiente OEO - Oculto Econômico Operacional

Figura 8.8 – Exemplo da Planilha adotada

8.6 Etapa 5 - Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas

Na etapa de Seleção das Tarefas de Manutenção o objetivo é determinar quais as tarefas de manutenção são aplicáveis e efetivas para cada uma das funções significantes identificadas e caracterizadas na Etapa 4 – Classificação da Consequências. O produto desta etapa encontra-se no anexo D.

A oportunidade do corpo de manutenção refletir sobre a forma com que se conduz os ativos da companhia, fica evidenciada nesta etapa como a mais importante, uma vez que a aplicação da metodologia da MCC sistematiza a análise em selecionar as melhores tarefas aplicáveis e efetivas e a partir da avaliação de cada modo de falha, identificar seus efeitos e suas consequências.

As tarefas de manutenção estabelecidas a partir de suas necessidades, garantem através da lógica de decisão da MCC sua objetividade, ao mesmo tempo em que estabelece um sentido direto da importância da tarefa para o processo.

A lógica de seleção da atividade de manutenção aplicáveis e efetivas utilizada como composição do procedimento de referência e a planilha adotada, seguem conforme figura 8.9 e 8.10 adaptadas de IEC 60300-3-11 e de Kardec e Xavier, 2010.

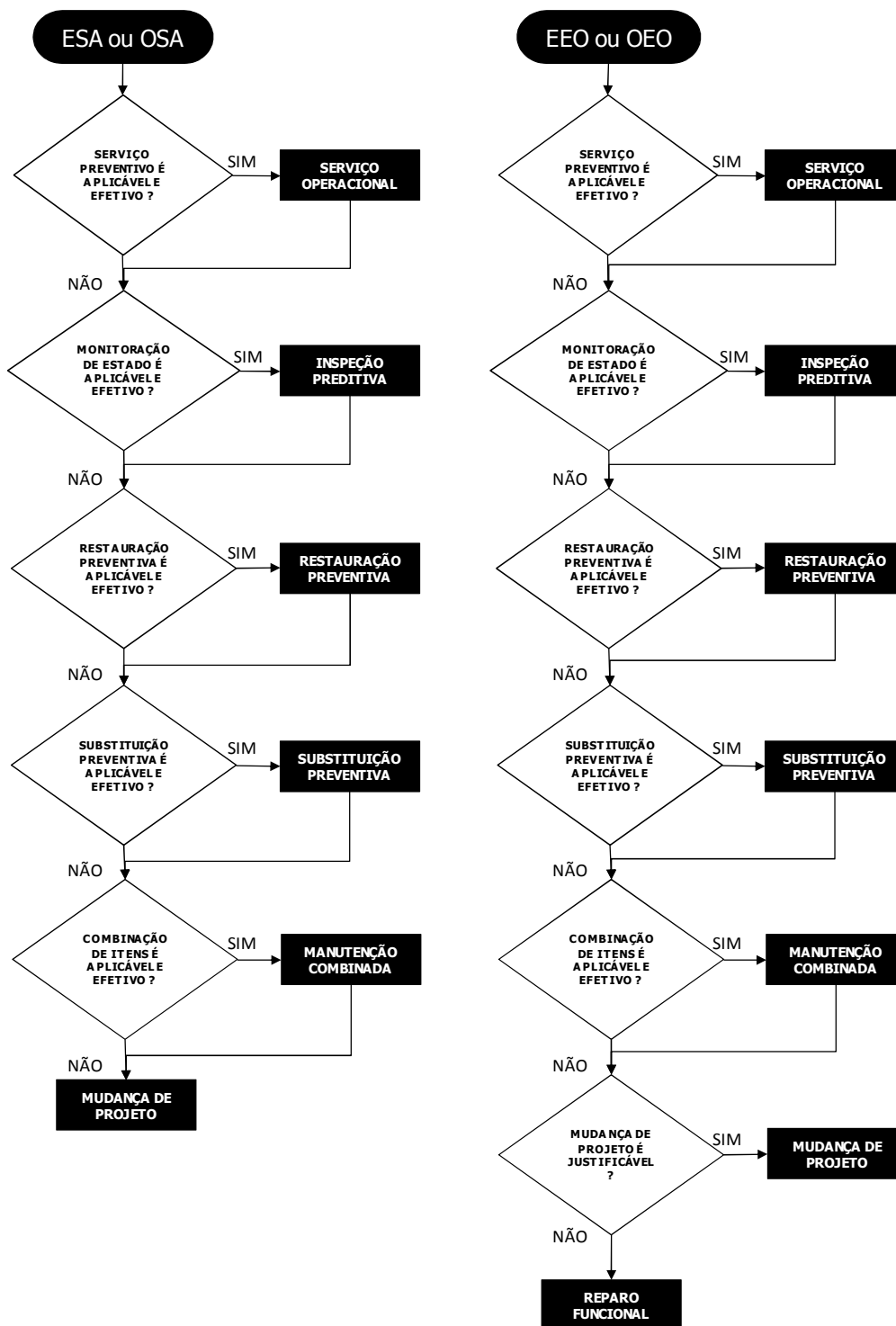


Figura 8.9 – Seleção da Tarefas de Manutenção

  Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas - ETAPA 5																		
Unidade : SDL/DMASDL/VMACTA/SMSC				Facilitador: Fabricio Salmazo				Data:				Folha:						
Sistema: SEP Redes Subterrâneas				Auditor:				Data:				De:						
Subsistemas: (1) Rede de Baixa Tensão e (2) Rede de Média Tensão																		
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias				Tarefas Possíveis						Id. Tarefa	Tarefa Proposta
							ESA	EEO	OSA	OEO	Serviço Operacional	Inspecção Preditiva	Restauração Preventiva	Substituição Preventiva	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto			Reparo Funcional

Figura 8.10 – Exemplo da Planilha adotada

8.7 Etapa 6 - Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção

O objetivo desta etapa é definir a periodicidade inicial das atividades de manutenção selecionadas na Etapa 5 e agrupar estas atividades de forma estratégica para otimizar as ações da equipe de manutenção. O produto da etapa de definição dos intervalos Iniciais encontra-se no anexo E.

A atividade de definição dos intervalos iniciais pode ser facilitada quando, na seleção da tarefa e definição de sua periodicidade de execução, for considerada as experiências e referências técnicas fornecidas por normas e fabricantes.

Após a conclusão da definição dos intervalos iniciais da atividade de seleção das tarefas de manutenção é possível fazer uma consolidação dos dados de forma a garantir o agrupamento das tarefas de manutenção em intervalos que otimizem as ações das equipes de manutenção dentro de sua capacidade produtiva.

O documento gerado nesta etapa serve de orientação à área de engenharia de planejamento para implementação das modificações necessárias no processo da função “manter”, bem como fornecer subsídios para adequação do corpo funcional diante da demanda de serviços levantada.

O modelo que define os intervalos iniciais e o agrupamento das tarefas de manutenção estão representados através da planilha da figura 8.11 adaptada de Kardec e Xavier, 2010.



  Definição de Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção - ETAPA 6														
Unidade: SDL/DMASDL/VMACTA/SMSCTA			Facilitador: Fabricio Salmazo			Data:		Folha:						
Sistema: SEP Redes Subterrâneas			Auditor:			Data:		De:						
Subsistemas:														
Id. Função	Função	Id. Falha Funcional	Falha Funcional	Id. Modo de Falha	Modo de Falha	NPR	Categorias			Id. Tarefa	Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento das Tarefas	Equipe Responsável
							ESA	EEO	OSA						OEO

Figura 8.11 – Exemplo da Planilha adotada

8.8 Etapa 7 – Redação do Manual e Implementação

O objetivo desta etapa é redigir o manual inicial de manutenção e implementar as ações propostas pela MCC com base nas conclusões das etapas anteriores, neste caso representado pelo presente Manual de Instruções Técnicas – MIT.

O ponto fundamental deste manual é a garantia da sistematização dos novos planos de manutenção através do adequado cadastramento no sistema informatizado da manutenção, representado pelo aplicativo Gerência da Manutenção - GDMAN e a realização de um plano de comunicação às partes envolvidas, a exemplo de executores, inspetores e planejadores através dos indicadores propostos no sistema SORRISO, plataforma de documentação da norma ISO 9001 e medidos no sistema de Gestão Corporativa Integrada – GCI.

Além disso, as ações de melhoria recomendadas precisam ser devidamente executadas. Para tanto, esforços no sentido de planejamento e gestão de tarefas, recursos e prazos precisam ser empenhados e acompanhados através de Reuniões de Análise Crítica - RAC com o corpo gerencial.

8.9 Etapa 8 – Acompanhamento e Realimentação

De forma geral o plano de manutenção, produto da aplicação MCC, é tecnicamente robusto e suas tarefas estão diretamente ligadas a evitar ou reduzir a probabilidade de falha no equipamento. Através da implantação desta metodologia, pode-se conduzir as equipes a propor ações de manutenção focadas nos modos de falha e seus efeitos, sem perder de vista as condições operacionais. A constatação de que cada tarefa de manutenção proposta possui um objetivo específico consolida o conceito de aplicabilidade da metodologia MCC nas de Redes Subterrâneas da Concessionária.

As percepções das áreas adquiridas ao longo dos anos, desde as primeiras abordagens de manutenções até a implementação da metodologia de MCC ao SEP de Redes Subterrâneas, permitem afirmar que os ganhos de

confiabilidade, seja na proposição de mudanças na forma de executar manutenções com a aplicação de inspeção termográfica, ou na própria alteração na periodicidade desta manutenção, permitirão um melhor aproveitamento do recurso dispendido nesta área, bem como a possibilidade de atender maiores demandas com o mesmo contingente operacional.

9 ANEXOS

Intranet

Distribuição

Engenharia

Normas técnicas de distribuição

Subterrânea

Manutenção Centrada na Confiabilidade - MCC

Modelo de Planilhas

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Confiabilidade e Manutenibilidade – Terminologia (NBR 5462). Rio de Janeiro, ABNT, 1994.

AURÉLIO Buarque de Holanda. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Lutterworth, Inglaterra, 3ª Edição, Editora Positivo, 2004.

CARDOSO, I. A. P.; “Elaboração de Políticas de Manutenção: Uma Abordagem Voltada à Análise de Confiabilidade”. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica/Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

FIDALGO, João Emanuel Los Reis. Maximização de receita de concessionária de transmissão de energia elétrica através da otimização da manutenção. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

IEC 60300-3-11, “Gestion de la sureté de fonctionnement Partie 3-11: Guide d’application – Manitenance basée sur la fiabilité”, Comission Electrotechnique internationale, Geneva, Switzerland.

KARDEC, Allan; XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2010.

MOUBRAY, John. Manutenção Centrada em Confiabilidade. Lutterworth, Inglaterra, 2ª Edição, Aladon Ltd, 2000.

MOURA, R. L.; BALTAR, C. A. M.; ANDRADE, M. C.; MONTE, M. B. M. Comunicação Técnica elaborada para o livro Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil (CT2002-158-00). Rio de Janeiro, CETEM, 2002.

NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F.; “Reliability Centered Maintenance”. National Technical Information Service, EUA, Report n.AD/A066-579, 1978

NUNES, Enon Laércio, Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): Análise da Implantação em uma Sistemática de Manutenção Preventiva Consolidada. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2001.

RIGONI, Emerson. Metodologia para implantação da manutenção centrada na confiabilidade: uma abordagem fundamentada em Sistemas Baseados em Conhecimento e Lógica Fuzzy. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia, Florianópolis, 2009.

SAE International. SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered

Maintenance (RCM) Processes. Warrendale, USA, SAE Publication, 1999.

SAE International. SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard. Warrendale, USA, SAE Publication, 2002.

SAE International. SAE J1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA), and Potential Failure Mode and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA). Warrendale, USA, SAE Publication, 2002.

SALMAZO, Fabrício. PROPOSTA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: estudo de caso no SEP de Redes Subterrâneas em Curitiba, 2012. Monografia submetida ao Curso de Pós-Graduação em Gerência da Manutenção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para obtenção do Grau de Especialista

SIQUEIRA, Iony Patriota de. Manutenção Centrada na Confiabilidade - Manual de Implementação. Rio de Janeiro, 1ª edição, Editora Qualitymark Ltda, 2005.

TAVARES, Lourival Augusto. CALIXTO, Marcos. POYDO, Paulo R. Manutenção Centrada no Negócio. Rio de Janeiro, 1ª edição, Novo Polo Publicações, 2005.

VAZ, José Carlos. Gestão da manutenção. in Gestão de operações (Org. José Celso Contador). Edgard Blücher, São Paulo, 1998.

11 APROVAÇÃO

Visto:

Eduardo Otto Filho

Aprovado:

Christóvão C. da V. Pessoa Jr.

COLABORADORES QUE PARTICIPARAM DAS ELABORAÇÃO DESTE MIT

Registro	Nome	Área
20.009	Daniel Guilherme Staben	SDL
22.642	Kátia C O Dias	SED
23.263	Maria Helena M Paiva	SDL
24.491	Alex B Tabisz	SDL
25.060	Carlos A Jensen	SDL
25.800	Fabício Salmazo	SDL
47.900	Hugo R M Vidmontas	SDL