

Revitalização de Circuitos de Distribuição

J.A.Cipoli, B.E.M.Ferreira, M.A.de Marco, L.P.Pasqua, C.E.Persinotti

RESUMO

Este documento apresenta os resultados obtidos no 1º. Ciclo do projeto de P&D CMS / MACKENZIE - "Desenvolvimento de Software, Métodos, Processos e Tecnologias para a Redução do FEC e do DEC".

Este projeto busca desenvolver uma ferramenta para o gerenciamento da manutenção de sistemas de distribuição de energia elétrica, considerando os índices de qualidade e de confiabilidade necessários ao atendimento do mercado e também a satisfação e fidelização do cliente.

Esta ferramenta contempla as fases de planejamento, organização, coordenação, desenvolvimento de ferramentas e equipamentos, controle e avaliação dos serviços de manutenção, levando em consideração os aspectos técnicos, econômicos e de mercado.

Para cada tipo de atividade são estabelecidos procedimentos específicos visando assegurar a objetividade e efetividade das ações desenvolvidas visando a redução do FEC e do DEC.

É importante destacar, que o projeto "Desenvolvimento de Software, Métodos, Processos e Tecnologias para a Redução do FEC e do DEC", enfoca prioritariamente a redução do FEC, pois com o aprimoramento da manutenção e dos materiais e equipamentos, o número de ocorrências no sistema elétrico será reduzido sensivelmente, reduzindo diretamente o FEC. Como consequência o DEC também será reduzido e ainda ocorrerá uma diminuição na quantidade de solicitações de ressarcimento de danos em equipamentos elétricos de consumidores.

PALAVRAS CHAVE

DEC, Desempenho, Distribuição, FEC, Qualidade.

I. INTRODUÇÃO

Este informe foi preparado a partir dos estudos e das pesquisas desenvolvidas no Projeto de P&D "Desenvolvimento de Software, Métodos, Processos e Tecnologias para a Redução do FEC e do DEC", que está sendo realizado pela Universidade Mackenzie para as empresas da CMS Energy.

O projeto de P&D tem por objetivo desenvolver uma ferramenta (metodologia e software) para o gerenciamento da manutenção de sistemas de distribuição de energia elétrica, considerando os índices de qualidade e de confiabilidade necessários ao atendimento do mercado e também a satisfação e fidelização do cliente.

J. A.Cipoli - engenheiro eletricitista EPUSP/69, atualmente é professor e pesquisador da Universidade Mackenzie, cipoli@lexxa.com.br.

B.E.M.Ferreira - engenheiro eletricitista FEB/75, atualmente é pesquisador da Universidade Mackenzie.

M.A.de Marco - engenheiro eletricitista EFEL/75, atualmente é pesquisador da Universidade Mackenzie.

L.P.Pasqua - técnico eletricitista, atualmente é pesquisador da Universidade Mackenzie.

C.E.Persinotti - engenheiro eletricitista, EFEL, atualmente é engenheiro do Planejamento e Manutenção da CMS.

O desenvolvimento das pesquisas se fundamentaram em:

- Necessidade da busca por uma qualidade crescente do serviço prestado;
- Carência de estudos e pesquisas voltados à otimização da inspeção e da manutenção da distribuição;
- A manutenção eficaz leva a uma redução direta do FEC. Com a redução das falhas o DEC será consequentemente reduzido;
- Aumento da segurança das instalações e dos serviços realizados nas redes de distribuição;
- Redução dos custos de manutenção (e de operação) com o objetivo de aumentar a competitividade da empresa;
- Através dos registros eficazes da manutenção, efetuar a consolidação de informações que levem a melhoria da qualidade dos materiais e equipamentos da distribuição;
- Desenvolvimento de equipamentos para melhorar/facilitar a manutenção.

II. INFORMAÇÕES BÁSICAS NECESSÁRIAS PARA O ESTABELECIMENTO DAS AÇÕES

Para que um plano de ações possa ser eficiente é necessário que se disponha, no mínimo, das seguintes informações:

- Características do Sistema Elétrico : tensão; redes trifásicas e/ou monofásicas; tipos de dispositivos de proteção, de regulação e de compensação de reativos utilizados; filosofia de proteção adotada; etc..
- Relatórios detalhados das Ocorrências no Sistema Elétrico englobando : tempos envolvidos; tipo de ocorrência : acidental / programada; área afetada; dispositivos operados; manobras efetuadas; consumidores atingidos; material utilizado; causa da ocorrência; etc..
- Composição das equipes responsáveis pela Operação e Manutenção englobando : quantidade de eletricitistas por tipo de equipe; veículo utilizado por cada tipo de equipe; adaptações no veículo visando facilitar a execução das tarefas; etc..
- Ferramental e Equipamentos disponíveis para a execução das tarefas de Operação e de Manutenção de rede.
- Tipos de serviço executados por cada tipo de equipe.

A partir dessas informações é possível se estabelecer um plano de ações bastante eficiente.

III. DETALHAMENTO DOS TIPOS DE AÇÕES

A - Análise De Ocorrências

A análise das ocorrências permite estabelecer, priorizar e direcionar as ações de forma que as mesmas sejam o mais eficiente possível.

Além do mais a análise sistemática desses dados possibilita acompanhar a evolução e as mudanças das características dos tipos de ocorrência permitindo uma modificação dinâmica e eficiente das ações prioritárias e seus reais efeitos na melhoria do processo, pois a realimentação do processo é dinâmica.

Para tanto tais análises englobam:

1 - Causas mais frequentes

- a) Na rede primária
- b) Na rede secundária

É necessário que se efetuem levantamentos envolvendo as ocorrências observadas no período de análise visando determinar as causas de interrupções que ocorreram com maior frequência e que afetam diretamente o FEC e também aquelas que responderam pelos maiores tempos de interrupção.

A partir destes dados é possível priorizar ações, tais como:

- Elaborar estudos de coordenação da proteção de um trecho de rede, de um alimentador ou até de uma subestação;
- Instalar espaçadores em redes secundárias que sofrem interferência de árvores;
- Elaborar estudos de flexibilidade operativa da rede primária visando promover a necessária separação das cargas com atendimento prioritário das demais quando da ocorrência de interrupções programadas ou não;

2 - Materiais e Equipamentos com maior índice de falhas

- a) Na rede primária
- b) Na rede secundária

Com a implantação, em todas as áreas da empresa, da metodologia de acompanhamento do desempenho de matérias e equipamentos e do Relatório de Irregularidades em Materiais e Equipamentos da Distribuição (RIME) é possível estabelecer se o problema de desempenho apresentado por determinado material e/ou equipamento é devido a defeito de fabricação ou se é devido a problemas de instalação e/ou manuseio.

A partir daí a solução a ser adotada para a eliminação/minimização destes tipos de ocorrência é rápida, objetiva e eficiente e, o mais importante é rapidamente estendido a toda a Empresa e os benefícios para o FEC e o DEC também se aplicam na mesma velocidade.

3 - Análise do desempenho das equipes de Operação e de Manutenção

- a) Atendimentos na rede primária
- b) Atendimentos na rede secundária

A análise do desempenho da equipe e da sua forma de atuação em cada tipo de ocorrência é importante ferramenta para a redução do DEC envolvido em uma ocorrência.

Porém, numa análise mais profunda podemos observar que o desempenho das citadas equipes é muito mais importante do que possa parecer a primeira vista, pois se as mesmas não atuarem de forma adequada no atendimento na regularização da rede envolvida ou não em uma ocorrência, seja ela primária ou secundária, ela potencializará um futuro ponto de defeito no sistema elétrico e que terá como consequência uma nova e desnecessária interrupção.

Logo, o desempenho das equipes pode se constituir num fator gerador de interrupções influenciando diretamente no FEC e no DEC apurados para uma dada região ou alimentador ou transformador.

Portanto, o acompanhamento do desempenho das equipes de Operação e de Manutenção se constitui em importante ferramenta de controle de interrupções no sistema elétrico.

É muito importante notar que os problemas de desempenho da equipe são facilmente resolvidos com :

- Reciclagem / treinamento ou,
- Adoção de ferramental / equipamento adequado a tarefa,

E seus resultados positivos são observados imediatamente após sua efetivação e seus benefícios para o FEC e o DEC também.

4 - Taxa de falhas

- a) Por km de rede primária e de secundária
- b) Por tipo de equipamentos

O estabelecimento de taxas de falhas por quilometro para o caso de redes e por tipo para o caso de equipamentos se constitui em rápida, importante e objetiva ferramenta de supervisão e de direcionamento de ações de correção por parte dos responsáveis pela operação e pela manutenção de redes.

Ao se observar trechos de rede ou equipamentos que apresentem Taxa de Falha superior aos limites aceitáveis para cada caso em específico é possível direcionar, de imediato, equipe àquele trecho de rede ou equipamento para localizar e eliminar o ponto "fraco" do sistema recompondo-o.

5 - Determinação do DEC e do FEC

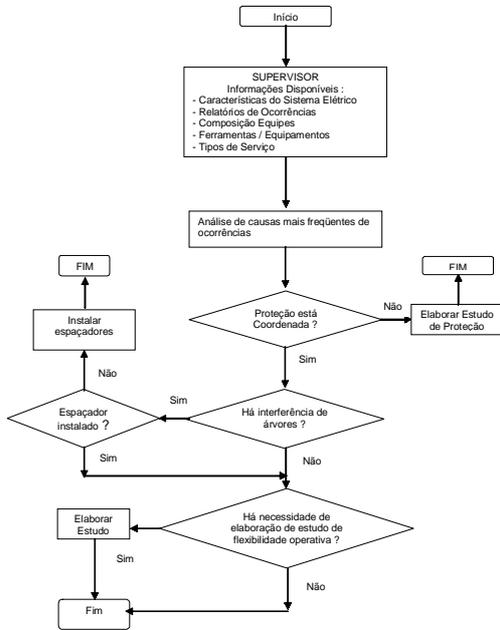
- a) Na rede primária
- b) Na rede secundária

A determinação e análise do DEC e do FEC de um alimentador, subestação, localidade ou mesmo Empresa se constitui em importante ferramenta para o direcionamento de ações de caráter macro, tais como :

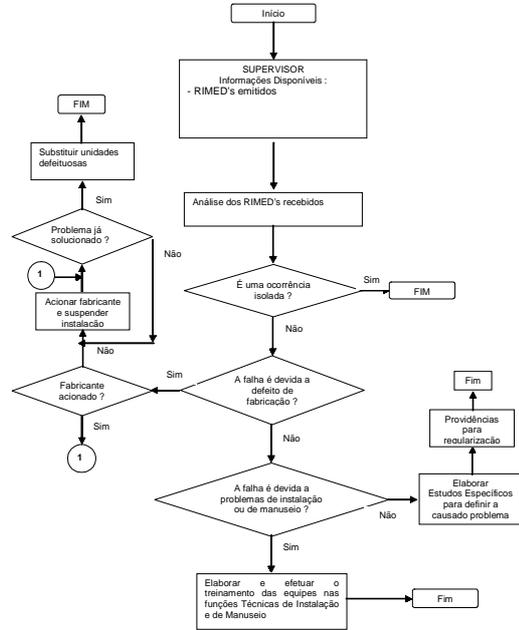
- Em que região é necessário que concentremos esforços neste momento;
- Em que segmento do sistema elétrico os benefícios serão mais intensamente sentidos e os resultados beneficiarão mais significativamente o DEC e o FEC;

Os fluxogramas da figura 1 a seguir fornecem uma idéia das interligações entre ações ao se observar um problema de desempenho no sistema elétrico.

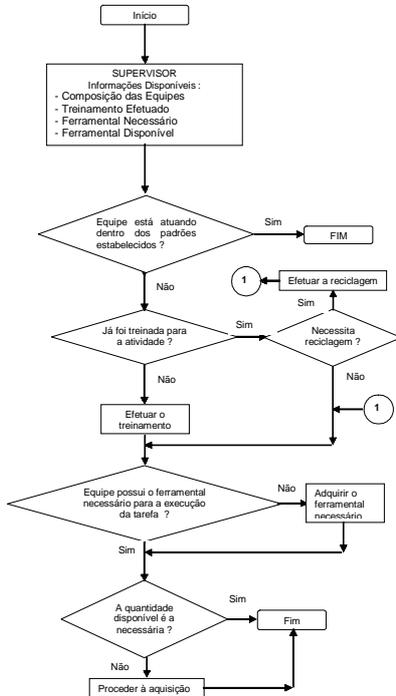
ANÁLISE DE CAUSAS MAIS FREQUENTES - REDES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS



ANÁLISE DOS MATERIAIS/EQUIPAMENTOS COM MAIOR ÍNDICE DE FALHAS



ANÁLISE DO DESEMPENHO DAS EQUIPES DE OPERAÇÃO E DE MANUTENÇÃO



ANÁLISE DA TAXA DE FALHA POR KM DE REDE E POR TIPO DE EQUIPAMENTO

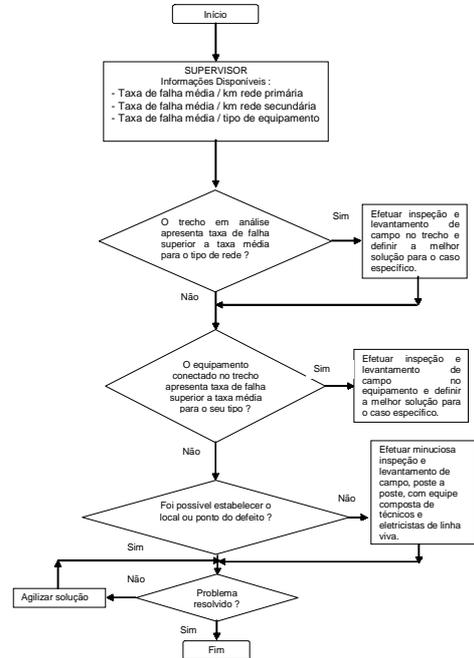


FIGURA 1. Fluxograma da análise de desempenho do sistema elétrico

IV. REVITALIZAÇÃO DE CIRCUITOS

A. Estratégia

A estratégia que foi empregada neste projeto passa pela apresentação imediata de ações para redução do FEC e DEC do sistema CMS Energy, que fazem parte as empresas CJE - Cia Jaguari de Eletricidade, CSPE - Cia Sul Paulista de Energia, CPEE - Cia Paulista de Energia Elétrica e CLFM - Cia Luz e Força de Mococa.

Ao conjunto de ações propostas para melhoria imediata do FEC e DEC, denominou-se "REVITALIZAÇÃO DE CIRCUITOS".

Esta técnica é empregada em um circuito prioritário da empresa, denominado "circuito piloto", que é escolhido em função de seus indicadores de qualidade e desempe-

nho, características técnicas e importância. Uma vez escolhido o circuito piloto, são realizados detalhadamente todos os estudos e pesquisas necessários para a tomada de decisão e implantação do plano de ações. Os resultados alcançados no "circuito piloto", são então aplicados em toda a empresa.

B. Técnica De Revitalização De Circuitos

1 - Base de Dados do Circuito:

- Características do Sistema Elétrico
- Ocorrências do Sistema Elétrico
- Composição das equipes responsáveis pela Operação e a Manutenção
- Equipamentos disponíveis para execução das tarefas de Operação e de Manutenção.
- Serviços Executados

2 - Análise de Ocorrências Visando Priorização de Ações:

- a) Determinação do DEC e do FEC
 - Na rede primária
 - Na rede secundária
- b) Causas mais frequentes
 - Na rede primária
 - Na rede secundária
- c) Materiais e Equipamentos mais problemáticos
 - Na rede primária
 - Na rede secundária
- d) Taxa de falhas
 - Por km de rede primária e de secundária
 - Por tipo de equipamentos
- e) Análise do desempenho das equipes
 - Atendimentos na rede primária
 - Atendimentos na rede secundária

3 - Medição na Saída e em Pontos Estratégicos do Circuito para Consolidação de Informações:

- Tensão
- Corrente
- Fator de Potência
- Transformadores Sobrecarregados
- Transformadores Sub-carregados
- Circuitos secundários com Queda de Tensão acima de X %.

4 - Análise do Planejamento do Circuito e suas Interligações

- Visão do circuito nos próximos 5 anos
- Pontos de manobra : no próprio circuito e com circuitos adjacentes.

5 - Estudo de Proteção do Alimentador

6 - Ações na Rede Primária

- Critérios de inspeção.
- Instalação de chaves de proteção e de manobra.
- Plano de manobras para emergências.
- Instalação de chaves repetidoras.
- Trabalhos em redes energizadas.
- Métodos de manutenção de falhas mais frequentes.
- Gerenciamento da manutenção do sistema de aterramento

7 - Ações na Rede Secundária

- Critérios para inspeção.
- Plano de manobras em emergência.
- Métodos de manutenção de falhas mais frequentes.

8 - Valoração dos Recursos Aplicados Na Revitalização

V. CIRCUITO PILOTO NA CMS ENERGY

Após visita à área de manutenção da CJE - Companhia Jaguari de Eletricidade e análise estatística da base de dados de ocorrências na rede de distribuição da empresa, foi escolhido o circuito Alimentador 07 - Jaguariúna, para servir de piloto para detalhamento das pesquisas, utilizando a técnica de Revitalização de Circuitos.

Em novembro/2002 foi feita a primeira inspeção visual em alguns trechos do circuito que apresentavam ocorrências mais significativas para conhecimento das instalações e análise da situação.

A avaliação dos relatórios estatísticos do Alimentador 07 permitiu verificar, tanto na rede secundária como na rede primária, uma significativa influência da vegetação e de descargas atmosféricas no desempenho da rede. (figura 2)

A análise estatística estratificada indicou a área dos transformadores 522 e 523 e chave seccionadora 200 como as mais problemáticas.

Foi sugerida pelo Mackenzie, em função deste resultado, a instalação imediata de espaçadores de PVC naquela rede, que foi identificada como a área do condomínio Sta Helena.

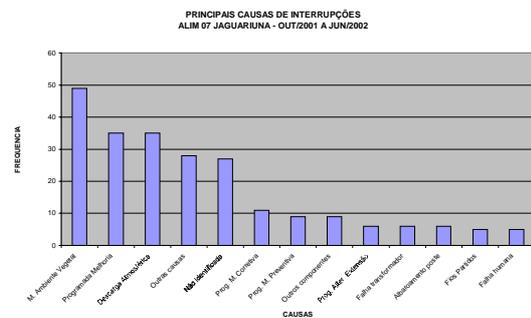


FIGURA 2. Causas de Interrupções no Alim 07

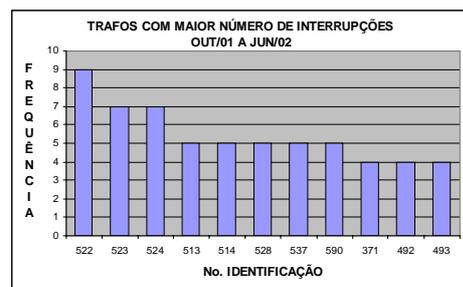


FIGURA 3. Número de Interrupções em trafos do Alim 07

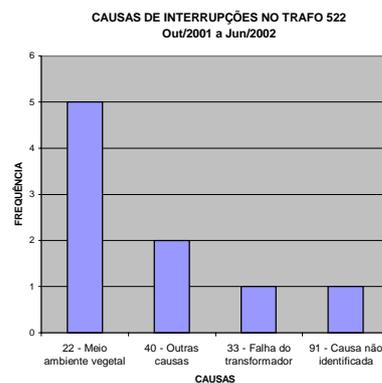


Figura 4. Causas de Interrupções no trafó 522 do Alim 07



FIGURA 5. Instalação de Espaçadores

A análise das interrupções ocorridas no alimentador 07 de Jaguariúna, verificadas em Janeiro de 2003, encaminhadas pela CMS, foram destacados os seguintes assuntos e sugestões:

- Troca de elo fusível - Sugere-se a substituição dos 3 elos quando da queima de qualquer deles;
- Tempos da ocorrência - Sugere-se a verificação e padronização de anotações de tempos de ações programadas e a necessidade de padronização de procedimentos de manutenção;
- Troca de tap de transformadores - Sugere-se verificar a padronização de procedimentos;
- Retorno de plantão ao mesmo local - Sugere-se analisar os procedimentos de manutenção ligados aos eventos deste tipo.

VI. RESULTADOS

Os resultados da utilização da técnica de REVITALIZAÇÃO DE CIRCUITOS, permitiram a implantação imediata nas empresas da CMS Energy, de várias ações de sucesso, com conseqüente redução do FEC e DEC, quais foram:

A. Utilização de Espaçadores de PVC

Os benefícios esperados com a utilização de espaçadores de PVC na rede de distribuição, são:

- Redução de interrupções na baixa tensão (melhoria do DEC e do FEC),
- Disponibilização das equipes de plantão para outras atividades,
- Redução da ocorrência de cabos partidos (aumento da segurança),
- Redução da queima de transformadores,
- Redução da queima de aparelhos dos consumidores (durante o curto ocorrem sobretensões nos consumidores)
- Redução na queima de elos fusíveis (a queima de um só elo provoca subtensões em alguns trechos da rede, podendo causar falhas nos equipamentos dos consumidores).



FIGURA 6. Instalação de Espaçadores

B. Utilização de Chaves Fusíveis Religadoras

Os benefícios esperados com a utilização das chaves fusíveis religadoras (3 tiros) são :

- Redução de interrupções transitórias na média tensão (melhoria do DEC e do FEC),
- Disponibilização das equipes de plantão para outras atividades,
- Redução da queima de aparelhos dos consumidores (a queima de um só elo provoca subtensões em alguns trechos da rede, podendo causar falhas nos equipamentos dos consumidores).
- A instalação de religadores automáticos é sempre recomendada do ponto de vista técnico. Porém, em função do alto custo em certos locais a instalação de chaves fusíveis religadoras é uma alternativa viável.



FIGURA 7. Chave Fusível Religadora

C. Utilização de Loadbuster

O Loadbuster é um equipamento leve e portátil, usado para abertura em carga de chaves fusíveis, chaves seccionadoras unipolares tipos faca e chaves montadas em cabine blindada, desde que tenham o gancho de engate para a adaptação do Loadbuster.

A utilização deste equipamento evita a ocorrência de arcos na abertura de chaves em carga e suas conseqüências, e elimina a necessidade de "piscas" para manobras.



FIGURA 8. Equipamento Loadbuster

D. Treinamento em Técnicas de Serviço com a Rede Energizada

O estudo e pesquisa das ocorrências no sistema da CMS e a análise dos procedimentos e métodos de trabalho, identificou a necessidade de implantação de técnicas de serviço com a rede energizada.

Algumas das ações desenvolvidas foram:

- Instalação de Espaçadores de PVC Foram realizados treinamentos em todas as empresas da CMS.

- Substituição de postes da rede secundária O Mackenzie apresentou à CMS uma lista com 19 tipos de serviços em linha viva na rede de distribuição, para escolha e definição do tipo de treinamento a ser fornecido.

Em função do grau de dificuldade foi escolhido o serviço "troca de postes" e definido o treinamento em "Troca de postes em tangente utilizando poste novo no alinhamento do velho com rede secundária e primária".

E. Procedimentos de Controle de Desempenho de Materiais e Equipamentos

O estudo e pesquisa das ocorrências no sistema da CMS e a análise dos procedimentos e métodos de trabalho, identificou a necessidade de otimizar a metodologia de controle do desempenho de materiais e equipamentos, em função das informações recebidas do campo.

Com este objetivo foi implantado o relatório RIME - RELATÓRIO DE IRREGULARIDADES EM MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO, conforme descrito a seguir:

1 - FINALIDADE

O presente procedimento tem por objetivo sistematizar a obtenção de informações relativas ao desempenho insatisfatório de materiais e equipamentos de distribuição.

2 - ÂMBITO DE APLICAÇÃO

- 2.1 - Eletricistas
- 2.2 - Pessoal de Almoxarifado
- 2.3 - Empreiteiros
- 2.4 - Técnicos
- 2.5 - Engenheiros
- 2.6 - Departamento de Engenharia

3 - CONCEITOS BÁSICOS

- 3.1 - Relatório de Irregularidades em Materiais e Equipamentos de Distribuição (RIME) Formulário destinado a transmitir informações sobre o material ou equipamento que apresentar falha que impeça sua instalação ou, se estiver instalado, obrigue sua retirada.
- 3.2 - Emitente do RIME Toda e qualquer pessoa ou área da Empresa, em qualquer nível, que de forma direta ou indireta lide, manuseie, instale, conserve, etc. materiais e equipamentos utilizados nas redes de distribuição deverá participar do processo de controle de desempenho destes bens.
- 3.3 - Forma de Comunicação O canal de comunicação entre o emitente e o órgão central de coordenação (área do Departamento de Engenharia) é o relatório RIME.
- 3.4 - Responsabilidade das Gerências Caberá às gerências dos órgãos envolvidos instruírem seus funcionários diretamente ligados à :
 - Utilização e ao armazenamento dos materiais e equipamentos
 - Supervisão de serviços executados pelas Empreiteiras quanto à importância de serem relatadas todas as falhas que forem detetadas através do preenchimento do RIME.
- 3.5 - Triagem do RIME É importante, para o bom funcionamento do sistema de controle pretendido, que as Regionais não façam triagem dos problemas detetados para emitir o RIME. Pois um dos principais objetivos é que

essa triagem seja efetuada por um órgão centralizador das informações recebidas via RIMED.

4 - PROCEDIMENTOS GERAIS

4.1 - Eletricistas, Pessoal de Almoxarifado, Empreiteiros, Técnicos e Engenheiros Constatado qualquer tipo de irregularidade em materiais e/ou equipamentos deverá ser providenciada a imediata emissão do relatório RIME, em 03 vias, com a seguinte distribuição :

- 1a. e 2a. vias : enviar para a Divisão Técnica Regional
- 3a. via : arquivo do órgão do emitente.

4.2 - Divisão Técnica Regional

A Divisão Técnica, ao receber do órgão emissor as 02 vias do RIME, deverá proceder como indicado a seguir :

- Arquivar a 2a. via
- Enviar, de imediato, a 1a. via ao Departamento de Engenharia

NOTAS IMPORTANTES

- 1 - Na ocasião do encaminhamento do RIMED a o Departamento de Engenharia deverá ser informado se é um caso isolado ou se houveram outras ocorrências do mesmo tipo na área de atuação da Divisão Técnica, desde que seja de conhecimento da mesma.
- 2 - Caso a Divisão Técnica seja o próprio emitente o RIME deve ser emitido em 02 vias com o mesmo encaminhamento.
- 3 - A nível de Regional, a Divisão Técnica deverá coordenar o recebimento de todos os RIME's emitidos.
- 4.3 - Numeração Deverá ser efetuada a numeração seqüencial por órgão emitente.
- 5 - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ABRANGIDOS PELO RIME Deverá ser emitido Relatório de Irregularidade (RIME) para todos os materiais e equipamentos utilizados em redes de distribuição.
- 6 - ÓRGÃO CENTRAL DE COORDENAÇÃO - Departamento de Engenharia É de responsabilidade do órgão central efetuar a análise dos RIME's recebidos e coordenar as providências necessárias para a solução dos problemas apontados.

Trimestralmente, o órgão central emitirá um Relatório detalhando o andamento das providências relativas aos RIME's recebidos.

Anualmente serão escolhidos os 10 (dez) RIME's de maior relevância para as Empresas e, os seus autores receberão Certificado de Colaboradores Especiais para a Melhoria da Qualidade da Empresa.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIVROS:

- [1] J. A. Cipoli, "Engenharia de Distribuição", Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993, capítulo 7

RELATÓRIOS TÉCNICOS:

- [2] Eletrobrás, Informação Técnica - "CMD - Centro de Manutenção da Distribuição"
- [3] Abradee, CODI SCOM 18-01, 18-02, 18-03, 21-01 e 21-02, referentes à Turmas, Ferramentas e Viaturas de Manutenção
- [4] A. K. Pinto, "Manutenção - Novos Rumos para o Ano 2000, Abramam
- [5] M. Y. Shibasaki, "Gerenciamento da Manutenção", Abramam
- [6] R. Esdras, "PQUEN - Programa de Qualidade na Engenharia de Manutenção"
- [7] L. M. Piotto, "Manutenção Preditiva - Implantação e Resultados obtidos"
- [8] IEEE, "Applied Reliability Assessment in Electric Power System", 1994