



21 a 25 de Agosto de 2006

Belo Horizonte - MG

Boas Práticas de Manutenção para a Melhoria dos Indicadores de Qualidade de Serviço

Enga. Maria do Socorro Pontes - COELCE
spontes@coelce.com.br

Engo. Carlos Roberto Rebouças - COELCE
rreboucas@coelce.com.br

RESUMO

Com a crescente exigência do mercado consumidor de energia elétrica pela qualidade e continuidade do fornecimento, aliado a fiscalização dos órgãos reguladores, faz-se necessário, cada vez mais a melhoria dos indicadores de qualidade de energia elétrica. Estes indicadores representados através do DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e do FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) são os maiores desafios para os órgãos de manutenção das empresas concessionárias de energia elétrica.

No caso de Fortaleza, estes indicadores têm melhorado continuamente com a aplicação de boas praticas de manutenção, baseadas em um plano de manutenção e planos de ações sistemáticos, abrangendo as instalações das redes de media e baixa tensão do sistema elétrico.

Dentre essas praticas, temos a Engenharia de Manutenção subsidiando um conjunto de ações que podemos dividir em três etapas: etapa de análise, plano de ação e etapa de execução. Na análise verificamos: as ocorrências significativas no período , as ocorrências reiteradas em chaves de ramal e transformadores, evolução dos indicadores Dec e Fec por alimentador e conjunto, na etapa do plano de ação organizamos estas análise e selecionamos onde e como atuar, enquanto que, na etapa de execução realizamos as intervenções necessárias através de instalação de defensas, limpeza da rede com vara de manobra, instalação de chaves fusíveis em ramais , espaçadores de baixa tensão , lavagem de isoladore , poda de arvores, dentre outras.

Portanto, apresentaremos soluções simples, que demandam menor custo com o retorno de bons resultados para a melhoria dos indicadores de qualidade de serviço.

PALAVRAS-CHAVE

DEC, FEC, Indicadores, Manutenção, Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o sistema elétrico de distribuição da COELCE no município de Fortaleza é um sistema radial, possuindo cerca de 1.374 km de linhas aéreas em média tensão (13,8kV), distribuídas em 109 alimentadores, 5088 transformadores de distribuição, atendendo a 800.000 clientes, com uma potência instalada de 672 MVA.

O município de Fortaleza localiza-se em área litorânea com grande concentração de carga e clientes, é afetada por forte influência da maresia, fenômeno considerado agressivo no que se refere aos componentes de uma rede de distribuição de energia elétrica, exigindo maiores cuidados por parte da manutenção.

As instalações elétricas do sistema Coelce, no âmbito da distribuição de 13,8kV, para aplicação das estratégias de manutenção estão classificadas em:

- Linhas Aéreas de Média Tensão (MT): É definida desde a posição de média tensão de saída da subestação (Religador) até o elemento de proteção no lado de média tensão do centro de transformação, incluindo os dispositivos de manobra e proteção.
- Centros de Transformação (Transformador de Distribuição): Instalados na rede de distribuição Coelce urbana e rural, com potências padronizadas de 5kVA até 300kVA. Em Fortaleza há predominância de transformadores com potências de 45kVA, 75kVA, 112,5kVA, 150kVA, 225kVA e 300kVA.
- Linhas Aéreas de Baixa Tensão (BT): Entende-se pela rede aérea de Baixa Tensão (BT) desde os fusíveis de BT dos Centros de Transformação até o ponto de derivação da rede de Baixa Tensão para os clientes (ramal de ligação).

1.1. Nível das Instalações

- Nível A: Aquele que por seu requerimento de disponibilidade, durante uma falha de fornecimento tem maior repercussão em seus indicadores de qualidade de serviço e opinião pública (Sedes de governo, centrais de comunicação, canais de televisão, hospitais, grandes clientes ou clientes convencionais, etc).
- Nível B: É aquele que diante de uma falha de fornecimento, tem um menor impacto nos indicadores de qualidade de serviço, não afetando grandes clientes ou clientes convencionais.
- Nível C: É aquele com menor quantidade de defeitos ou desconexões e baixo custo de interrupção.

Em Fortaleza, devido a concentração de clientes e tipologia da rede temos a maioria dos alimentadores com classificação tipo A.

2. INDICADORES DE QUALIDADE DE FORNECIMENTO

De acordo com a Resolução ANEEL 024/2000 que estabelece as disposições relativas à continuidade da distribuição de energia elétrica às unidades consumidoras, através dos indicadores de DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), podemos acompanhar o desempenho do sistema elétrico e através das metas de continuidade definidas por esta resolução, conseqüentemente prestar um melhor serviço aos clientes.

Por determinação desta Resolução ANEEL 024/2000, a continuidade da distribuição de energia elétrica deverá ser supervisionada, avaliada e controlada por meio de indicadores que expressem os

valores vinculados a conjuntos de unidades consumidoras e as unidades consumidoras individualmente consideradas.

Em Fortaleza temos 04 conjuntos: Fortaleza Centro, Fortaleza Leste, Fortaleza Oeste e Fortaleza Sul. No âmbito da Coelce além do acompanhamento por conjunto, temos o acompanhamento por Departamento de Manutenção, que no nosso caso corresponde a abrangência de todo o município de Fortaleza.

2.1. Desempenho dos Indicadores DEC e FEC de Fortaleza – 2004

Em 2004 tivemos um ano com desempenho dos indicadores não satisfatório, as atipicidades climáticas e acréscimo das ocorrências, resultaram numa contribuição significativa do DEC FEC da Media Tensão.

Este fato nos chamou a atenção para a necessidade de um trabalho mais voltado para a gestão da manutenção, pois o desafio seria melhorar o desempenho do sistema, com a otimização dos recursos materiais, financeiros e pessoal.

A partir daí, iniciamos o nosso trabalho na busca das melhores práticas de manutenção, visando a melhoria de desempenhos desses indicadores.

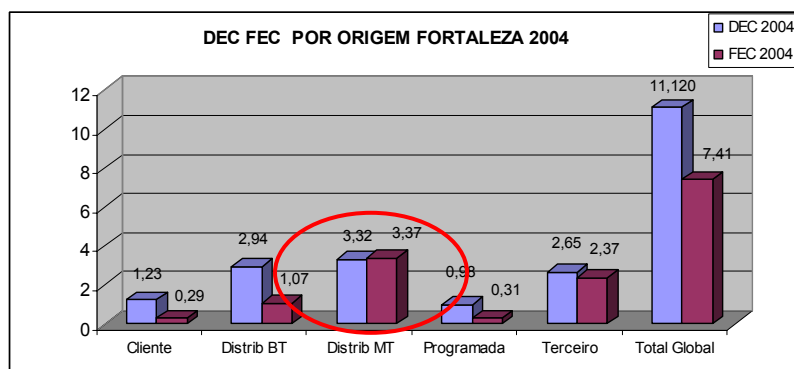


GRÁFICO 1 - DEC / FEC - Contribuição Por Origem Fortaleza

3. TIPOS DE MANUTENÇÃO NA COELCE

De acordo com as Estratégias de Manutenção da Coelce, as atividades derivadas da manutenção se agrupam com base em três funções gerais: Revisar, Adequar e Reparar, associando estas funções aos tipos de manutenção temos:

- **Revisar (Manutenção Preditiva):** É a manutenção efetuada nas instalações e a seu redor, para verificar seu estado (baseada na condição das instalações), oferece as garantias necessárias para a continuidade do fornecimento de energia em condições de segurança não afetando o meio ambiente. Esta manutenção inclui: Inspeções periódicas expedita e minuciosa, revisões termográficas, medições gráficas (SAGA 4000) e inspeções para poda de árvore.
- **Adequar (Manutenção Preventiva):** É a manutenção realizada nas instalações e em seu redor para recuperar suas condições regulamentares, melhorar a funcionalidade delas devido ao seu envelhecimento (baseada no tempo), a agressão dos elementos externos, incorporar modificações do tipo técnico e melhoras para a prevenção de riscos e adaptação para o meio. Esta manutenção inclui: correção dos defeitos observados em todos os tipos de revisões, poda de árvores, lavagem de isoladores, instalação de defensas, espaçadores de BT, instalação de chaves fusíveis para melhorar a seletividade, recondução e coberturas.

▪ Reparar (Manutenção Corretiva) : E a manutenção originada por danos que afetam os serviços ou as instalações que estão em condições inadmissíveis de uso. Esta manutenção inclui a substituição de postes ,transformadores e condutores avariados.

3.1. Engenharia de Manutenção

Na busca de melhorias da gestão da manutenção, encontramos a engenharia de manutenção como alternativa e quebra de paradigmas, visto que a utilização deste tipo de manutenção significa uma mudança cultural, ou seja, deixar de consertar continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, dar feedback ao projeto e contribuir tecnicamente nas compras.

Então trazendo para o nosso dia a dia, simplificamos inicialmente, dividindo as nossas ações em três etapas: a etapa de análise, plano de ação e etapa de execução , que descreveremos a seguir :

▪ Etapa de análise: Nesta etapa realizamos diariamente, o acompanhamento e análise das ocorrências de baixa e média tensão, formando uma base de dados, cujas informações resultarão em relatórios que irão subsidiar os Líderes de Processos de Manutenção na tomada de decisão (Planos de Ação). São eles:

-Relatório de acompanhamento por Conjunto: Evolução dos indicadores DEC e FEC por alimentador e conjunto, nos últimos três meses e no ano (Dados retirados do Relatório de PEM NPEM – SDA);

-Relatório de Contribuição por origem no DEC FEC;

-Relatório das Causas das ocorrências por alimentador;

-Análise das ocorrências significativas ($DEC > 0,01$);

-Relatório das ocorrências reiteradas de chave de ramal MT;

-Relatório das ocorrências reiteradas em transformadores ;

▪ Planos de Ação: São realizados a partir da análise dos Relatórios, verificamos os três alimentadores que apresentaram pior desempenho nos últimos três meses. As ações implementadas resultam nas intervenções de manutenção que serão executadas conforme a causa identificada como origem do problema;

▪ Etapa de Execução (Intervenções): Nesta etapa realizamos as intervenções (execução das ações) conforme o cumprimento do Plano de Ação, podem ser : Instalação de defensas. Instalação de espaçadores de BT, instalação de chaves fusíveis em ramais de MT (blindagem) verificando a coordenação e seletividade, poda de árvore, lavagem de isoladores e limpeza da rede com vara de manobra etc.. depende da causa que for de maior evidência.

4. MELHORES PRÁTICAS UTILIZANDO A ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A fim de visualizarmos alguns resultados destas intervenções, mostraremos o trabalho realizado com a instalação de defensas e limpeza da rede com vara de manobra, seguindo um fluxo de trabalho: utilizando as etapas de análise , plano de ação e execução ou intervenção :

4.1. Instalação de Defensas

▪ Etapa de análise: Análise do Relatório de Acompanhamento por conjunto, onde identificamos os 03 (três) piores alimentadores no desempenho do DEC FEC; a título de exemplo escolhemos o Conjunto Fortaleza Sul, que tem uma contribuição de 39% nos indicadores de DEC FEC do Departamento de Manutenção de Fortaleza.

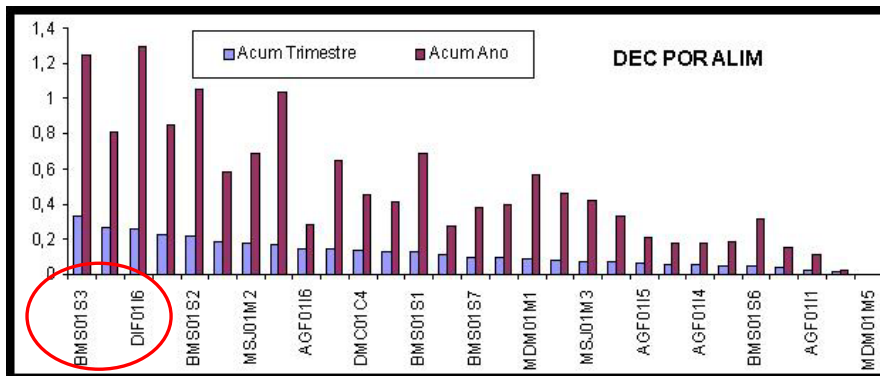


GRÁFICO 2 - DEC Acumulado – Por Alimentador do Conjunto Fortaleza Sul

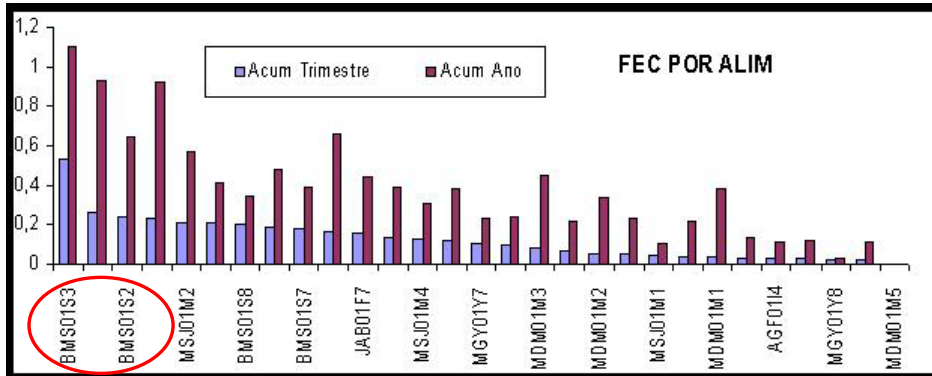


GRÁFICO 3 - FEC Acumulado – Por Alimentador do Conjunto Fortaleza Sul

Nesta análise do Conjunto Fortaleza Sul, identificamos os alimentadores BMS01S3, MDM01M3 e DIF0116, como os de piores desempenho.

Verificamos ainda a contribuição de DEC e FEC por Origem: neste conjunto ela é muito significativa no seguimento terceiros, representando 37% no DEC e 39% no FEC, originadas principalmente por ocorrências de abaloamentos e vandalismo.

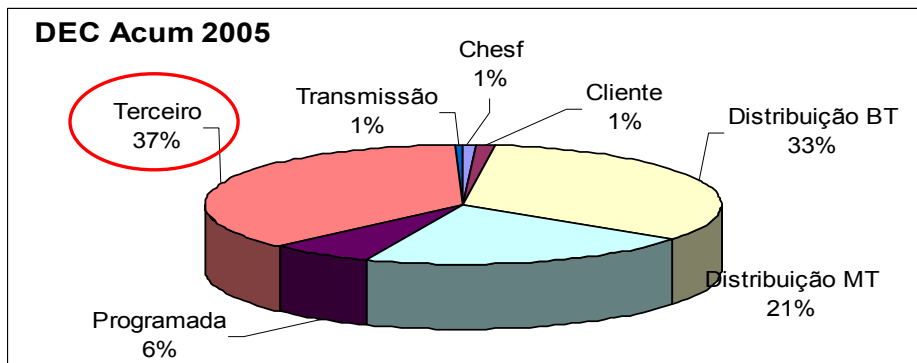


GRÁFICO 4 - DEC Acumulado – Contribuição por Origem do Conjunto Fortaleza Sul

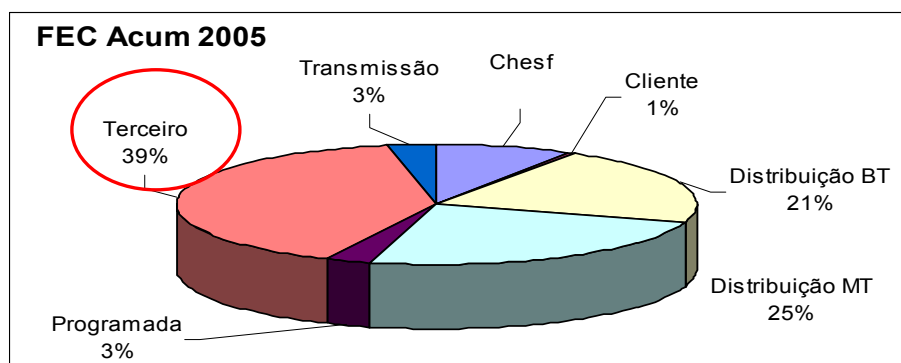


GRÁFICO 5 - FEC Acumulado – Contribuição Por Origem do Conjunto Fortaleza Sul

Indo um pouco mais além na análise das ocorrências realizamos a identificação dos pontos críticos de abalroamentos e áreas com maior incidência de vandalismo (roubo e sujeira causada por arraias).

Com relação aos abalroamentos identificamos que o acréscimo desta ocorrência se deu a partir de junho de 2005, prolongando-se em julho e agosto com a retirada das lombadas eletrônicas, este levantamento foi o ponto de partida para a tomada de providências dentro do Plano de Ação, próxima etapa do nosso fluxo de manutenção.

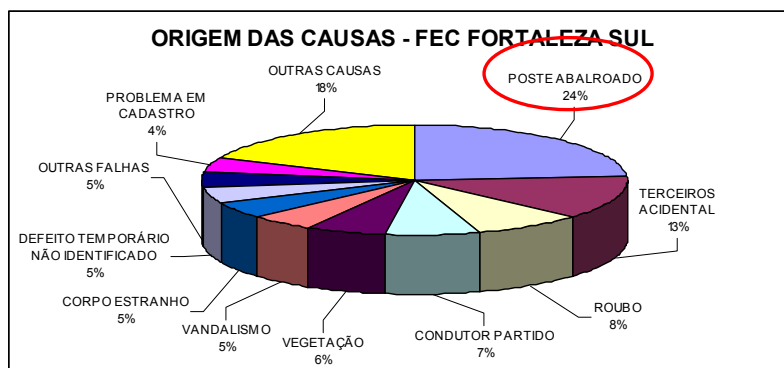


GRÁFICO 6 - FEC – Contribuição por Causas do Conjunto Fortaleza Sul

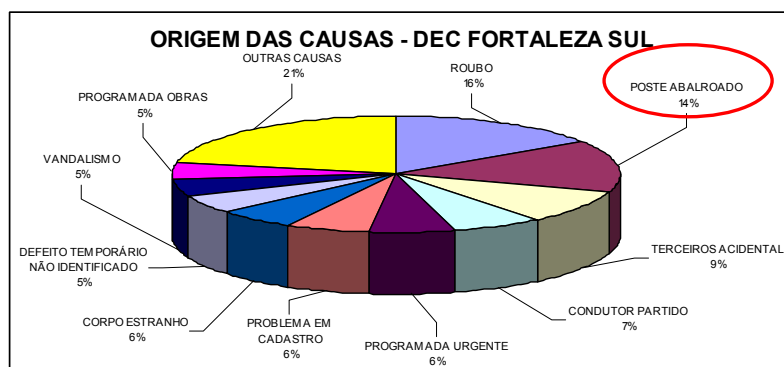


GRÁFICO 7 - DEC – Contribuição por Causas do Conjunto Fortaleza Sul

▪ Plano de Ação: Com a etapa de análise concluída partimos para o plano de ação, utilizamos o formato 5w 2H:

Plano de Ação Fortaleza Sul

Item 1: Cumprir as metas de Dec e Fec do Conjunto

Conjunto	(O que Fazer?)	Por que?	Quando?	Quem?	Onde?	Como?	Quanto?	Índices a serem controlados após a Implantação	Responsável pelo Seguimento após a Implantação	Observações
Fortaleza Sul	Instalação de 500 Defensas nos pontos críticos de abalroamento /	Reduzir a contribuição de DEC FEC por ocorrência de abalroamento	até DEZ 2005	Rebroucas	Alimentador MDM01M2	1. Realizar levantamento dos pontos com maior incidência de abalroamentos. 2. Contratar com o empreiteiro a instalação das defensas/	Ver preço do Baresos em Contrato (R\$ 87,00)	DEC e FEC do Conjunto Fortaleza Sul	Departamento de Manutenção	

FIGURA 1 – Tabela Modelo do Plano de Ação

Etapa de execução: Nesta etapa iniciamos a implantação do Plano de ação , onde executamos as ações que durante as etapas anteriores foram identificadas como as mais efetivas para a redução dos indicadores de DEC e FEC , no nosso exemplo escolhemos como pratica de manutenção a instalação de defensas ao longo do alimentador MDM01M2 , onde constatamos nos trechos da Avenida Perimetral como os de maior incidência de abalroamentos :

01M2MDM	AV. JORN. TOMAZ COELHO 2110, MESSEJANA AV. JORNALISTA TOMÁS COELHO, BARROSO AV. PRESIDENTE COSTA E SILVA, MESSEJANA AV. PRESIDENTE COSTA E SILVA, SÃO CRISTOVÃO AV. TOMAZ COELHO 1485, BARROSO RUA. CAP. VALDEMAR LIMA 530, BARROSO RUA. CLEIA 400, MESSEJANA RUA. CONFIANÇA 541, BARROSO AV. JORNALISTA THOMAS COELHO, JANGURUSSU AV. JORN. THOMAS COELHO 1941, JANGURUSSU RUA. JN.ANT. PONTES TAVARES 1108, BARROSO BR 116, 134 KM8, MESSEJANA AV. PERIMENTRAL , BARROSO AV. PERIMETRAL , JANGURUSSU
---------	---

FIGURA 2 – Relação dos Pontos de Incidência de Abalroamentos

Apresentamos abaixo os modelos de defensas utilizados pelo Departamento de Manutenção de Fortaleza :



FOTO 1 - Defesa em Poste



FOTO 2 - Defesa Tipo Jardineira

Vantagens

- Baixo custo em relação a reposição de um poste abalroado ;
- Evita a falta de fornecimento para o cliente;
- Diminui intervenções de manutenção futuras , oriundas de defeitos ocasionados pela batida no poste (ponto quente, termovisão, substituição de condutores, alças , emendas etc..) ;
- Prolonga a vida útil da rede e dos componentes.

Desvantagens

- Atenção e monitoramento dos pontos críticos, a fim de realizar as reposições unitárias;
- Falta de interesse do empreiteiro devido a mão de obra específica e esporádica, não possibilitando a formação de turma ;

Benefícios

- Maior continuidade do fornecimento para o cliente;
- Melhoria dos indicadores de DEC e FEC;
- Redução das intervenções de manutenção, oriundas dos abalroamentos;
- Redução dos custos de mão de obra e material;
- Não interrompe o faturamento;
- Disponibilidade do recurso orçamentário, para outras aplicações;

Constatações



FOTO 3 – Defesa Quebrada

Após o início desta prática já foram instaladas em Fortaleza mais de 500 defensas, todas em avenidas de grande incidência de abalroamentos, pudemos constatar através de inspeções algo em torno de 10 pontos com defensas quebradas sem que o alimentador tenha saído de operação. Com certeza já recuperamos o investimento realizado.

4.2. Limpeza da rede de MT com Vara de manobra

Semelhante a prática anterior realizamos todas as etapas: Análise, Plano de Ação e Execução, no entanto, neste caso não detalharemos, visto que são os mesmos procedimentos, mostraremos apenas as vantagens, desvantagens e benefícios desta prática. Mostraremos ainda etapas da execução, por acharmos de tamanha importância pelos ganhos obtidos:

Etapa de execução: Para esta prática de manutenção temos que executar o procedimento conforme descrito a seguir:

▪ Realizar, os testes de campo e avaliar as condições de segurança do electricista quando da execução do serviço. Analisamos também as condições do electricista quanto aos EPI's e procedimento operacional:

01 – EPI's – O Electricista deve utilizar uniforme, luvas de MT com luva de cobertura, Vara de manobra com 06 elementos, capacete, óculos protetor e botas;

02 – Procedimento Operacional - O electricista ao identificar o ponto da anomalia (sujeira) estaciona a moto, sinaliza, monta a vara de manobra e solicita ao Centro de controle de AT que bloqueie de emergência o Alimentador. Posiciona-se do chão logo abaixo do ponto alvo e inicia a retirada da sujeira. Com a vara de manobra inicia um movimento circular envolvendo o alvo que aos poucos, saindo do condutor e enroscando na extremidade da vara de manobra, até que solta totalmente do condutor. O Electricista desce cuidadosamente a vara e limpa a extremidade encerrando a operação.

Passo a Passo de uma Limpeza com Vara de Manobra



FOTO 4 - Rede de MT com Sujeira



FOTO 5 - Ponteira Adaptada na Vara para Limpar



FOTO 6 – Posicionamento do Eletricista na Limpeza



FOTO 7 – Ação do Equipamento no Ato da Limpeza

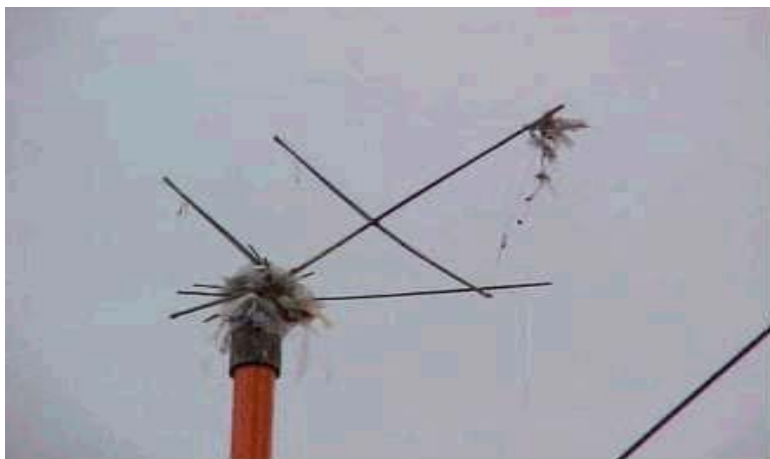


FOTO 8 – Ação do Equipamento na Retirada da Sujeira



FOTO 9 – Rede de Distribuição Após a Limpeza

Vantagens

- Maior agilidade na eliminação da anomalia;
- Baixo custo em relação a aquisição das turmas de linha viva;
- Melhoria da continuidade de fornecimento em áreas populosas (Bairros de periferia) ;
- Prioriza as equipes de Linha Viva para serviços de maior complexidade;
- Evita ocorrências sazonais como as dos meses de férias , motivadas pela arraias;

Desvantagens

- Em tempo chuvoso não é recomendado;
- O terminal da vara de manobra deve ser adaptado para a sua utilização;
- Impossibilidade limpeza da rede em algumas situações (risco de aterrar a estrutura),por isso faz-se necessário a avaliação de risco e solicitação do Bloqueio do alimentador ;
- Limpar a sujeira ate a distancia de um metro da estrutura , a fim de obter maior segurança com relação a possíveis falhas no condutor;
- Não realizar com operação isolada (sozinho);

Benefícios

- Maior continuidade do fornecimento para o cliente;
- Melhoria dos indicadores de DEC e FEC;
- Redução dos custos de mão de obra (Linha Viva);
- Serviço compartilhado dentro da atividade de inspeção;

4.3. Outras Práticas de Manutenção

Após descrevermos com maiores detalhes as práticas de instalação de defensas e limpeza da rede de MT com vara de manobra, relacionamos abaixo outras práticas igualmente importantes e que juntas trazem significativa melhoria ao desempenho do sistema de Média e Baixa Tensão:

- Instalação de chaves fusíveis, dividindo em pequenos blocos de carga os alimentadores (coordenados e seletivos);
- Lavagem de isoladores da rede de MT;
- Poda de árvore em Baixa e Média tensão;
- Termovisão ao longo dos alimentadores, de forma programada e após abalroamentos;
- Desmembramento de CD'S acima de 500 clientes;
- Instalação de espessadores na rede de Baixa Tensão;
- Instalação de isoladores híbridos em zona de praia (maresia);
- Reuniões periódicas de Coordenação;

5. CONCLUSÕES

Após passarmos todo o ano de 2005 no exercício dessas práticas de manutenção, verificamos de forma satisfatória que tivemos uma melhoria nos indicadores de DEC e FEC do Departamento, considerando neste caso apenas o âmbito da Distribuição, ou seja, não consideramos as contribuições da Transmissão, tendo em vista não termos intervenção neste seguimento do sistema.

Portanto mostramos na tabela abaixo uma redução dos indicadores de DEC e FEC e esperamos continuar com este desempenho.

TABELA 1 - DEC Fortaleza – Contribuição por Origem - 2004/2005

Origem	Acum 2004	Acum 2005	%Redução	%Contrib 2005
Cliente	1,23	0,29	-76%	2,65%
Distrib BT	2,94	3,97	35%	35,86%
Distrib MT	3,32	2,29	-31%	20,72%
Programada	0,98	0,78	-20%	7,06%
Terceiro	2,65	3,78	15%	27,54%
Total Global	11,120	10,387	-6,59%	

TABELA 2 - FEC Fortaleza – Contribuição por Origem - 2004/2005

Origem	Acum 2004	Acum 2005	%Redução	%Contrib 2005
Cliente	0,29	0,14	52%	2%
Distrib BT	1,07	1,80	-68%	20%
Distrib MT	3,37	2,05	39%	22%
Programada	0,31	0,26	15%	3%
Terceiro	2,37	2,65	-12%	29%
Total Global	7,41	6,90	7%	

Representação gráfica dos Indicadores de DEC e FEC.

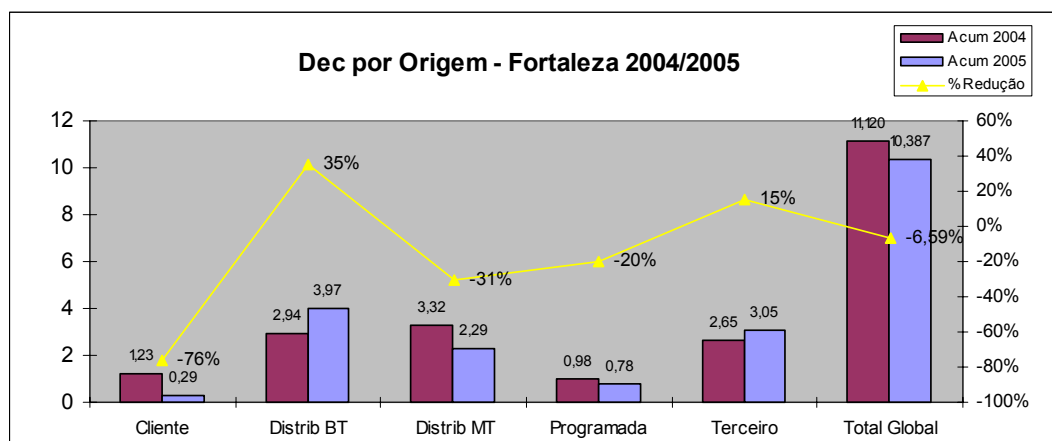


GRÁFICO 8 - DEC POR ORIGEM – FORTALEZA 2004 / 2005

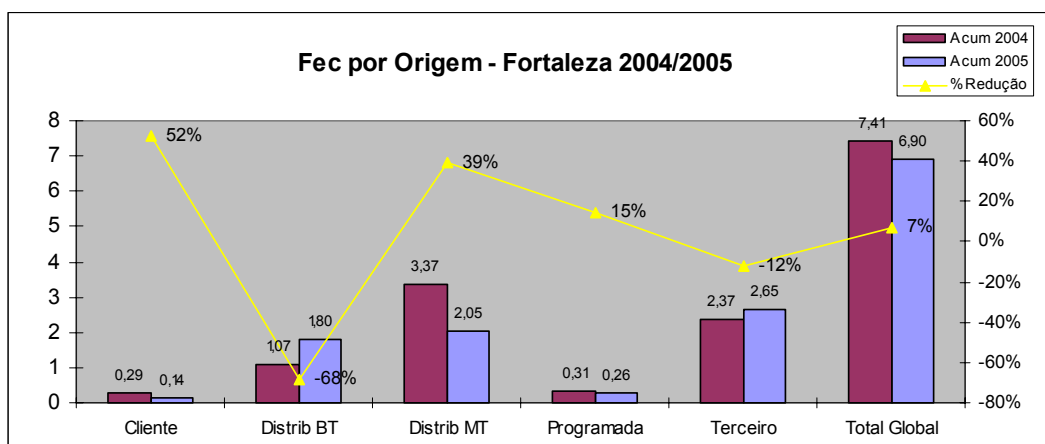


GRÁFICO 9 - FEC POR ORIGEM – FORTALEZA 2004 / 2005

6. BIBLIOGRAFIA

I- PINTO Alan Kardec & Julio Aquino Nascif Xavier . Manutenção Função Estratégica Brasil. Rio de Janeiro Qualitymark Editora LTDA 2001

II – GALDINO Angel Gabriel Manutenção de Sistemas de Distribuição , Apostila CIER

III – COELCE Estratégias de Manutenção