



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Idéias Inovadoras para Melhoria de Indicadores de Continuidade na Rede de Distribuição

Cleuber Sobreira S. Chaves	Dailton P. Cerqueira	Mario Seixas Cabussu
COELBA	COELBA	COELBA
cchaves@coelba.com.br	dcerqueira@coelba.com.br	mcabussu@coelba.com.br
Rogério Nascimento Salles		
COELBA		
rsalles@coelba.com.br		

Palavras-chave

- 1- Indicadores de Continuidade
- 2- Manutenção,
- 3- Rede de Distribuição,
- 4- Redução de custo.

Resumo

Este artigo apresenta idéias inovadoras para melhoria de indicadores na rede elétrica de distribuição, realizado pela COELBA na Região Metropolitana de Salvador. Apresenta um conjunto de soluções inéditas de problemas existentes nas redes de distribuição das concessionárias brasileiras como: a criação de procedimentos com pirômetros para redução de Taxa de Avaria de Transformador(TAT); base de concretos em postes danificados por abalroamentos e enchimento de concreto em postes para reforço contra abalroamentos; pintura em poste contra maresia; recuperação de postes tubulares de aço; ligação de cargas perturbadoras; soldagem de tampas de transformadores e cintas suporte para dificultar furtos. Adicionalmente, discute a metodologia proposta para a implantação de idéias criativas para melhoria do sistema elétrico de distribuição. Por fim, enumera as vantagens da adoção desta nova forma de fazer manutenção das redes de distribuição, permitindo a redução dos custos, melhoria dos índices de desempenho, otimização do emprego de equipes de manutenção e, especialmente, maior satisfação dos consumidores. *

* Os autores expressam seus agradecimentos a todos os colaboradores da COELBA e empresas prestadoras de serviço que, de maneira direta ou indireta, auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Cleuber Sobreira S. Chaves, Dailton P. Cerqueira, Mario Seixas Cabussu e Rogério Nascimento Salles, trabalham no Departamento de Manutenção da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA.

1. Introdução

As redes de distribuição de uma concessionária são geralmente muito extensas, com muitos, postes, equipamentos e cabos instalados, necessitando passar por manutenções preventivas e corretivas, tanto em função da ampliação da carga e número de consumidores, como também pelo desgaste dos seus materiais instalados que degradam com as ações do meio ambiente e do tempo, e, pela ação de terceiros que provocam prejuízos aos seus materiais e equipamentos com abalroamentos, furtos e vandalismo.

A COELBA possui uma extensão de 170 (cento e setenta) mil quilômetros de rede de distribuição, distância equivalente a 4(quatro) voltas em torno da terra, atende a cerca de 4.200.000 (quatro milhões e duzentos mil) consumidores em 415 (quatrocentos e quinze) municípios no estado da Bahia, numa área de concessão de 563.000 (quinhentos e sessenta e três mil) quilômetros quadrados. Possui ainda uma infra-estrutura instalada de 135 mil transformadores de distribuição, mais de dois milhões de postes instalados e 268 subestações.

Privatizada em 1997 por um bilhão e setecentos e trinta milhões de reais, pelo consórcio Neoenergia, composto pela Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil (Previ), Banco do Brasil Investimentos e o grupo espanhol Iberdrola, após dez anos de privatização, a COELBA hoje é a maior concessionária de distribuição de energia elétrica do Norte e Nordeste e a terceira maior do país em número de clientes.

Recursos têm sido aplicados em obras de expansão e renovação de redes e subestações, sistemas de automação, novas ligações e o maior programa de eletrificação rural do Brasil, o Programa Luz para Todos. Para manter toda essa estrutura funcionando, a concessionária do estado da Bahia tem enfrentado problemas como: Queima de transformadores devido a crescimento de cargas e fim de vida útil dos equipamentos; Abalroamento em postes por terceiros; Corrosão na posteação tubular de aço, corrosão em poste de concreto devido efeito da ação da maresia, furto de equipamentos, transformadores e outros. Tais fatos aumentam os custos de manutenção, fazendo com que os colaboradores busquem através de idéias criativas ações que visem mitigar estes custos.

Problemas na rede de distribuição em geral, provocam desligamentos, que afetam os indicadores de continuidade, estes fiscalizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica(ANEEL). Com os desligamentos na rede de distribuição, a duração da interrupção no fornecimento de energia elétrica fica elevada, com conseqüente risco de multas regulatórias, devido à violação nos índices de qualidade coletivos como: Duração equivalente de interrupção por Consumidor (DEC) e Frequência Equivalente de interrupção por Consumidor (FEC) e os individuais, Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (DIC), Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora (FIC) e Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora (DMIC). Além disso, somam-se aos prejuízos, o lucro cessante na comercialização de energia elétrica no período desligado e grande insatisfação dos consumidores afetados.

Situações com muitas repetições de reclamações tais como: Queima de transformador; Batida de veículos em posteação com mais de uma ocorrência no mesmo poste; Reclamação de corrosão em poste tubular de aço; Corrosão em poste de concreto pelo efeito salino; Furto de equipamentos e transformadores e ligações de cargas perturbadoras são ocorrências que precisam de atenção e solução, pois, há grande possibilidade de o evento ou reclamação tornar a acontecer. A concessionária tem que se antecipar aos acontecimentos e evitar ações repetitivas que causam desligamento dos consumidores e de seus alimentadores de energia elétrica.

Para a execução destas tarefas, todo um novo modo de fazer manutenção preventiva foi criado e desenvolvido de forma a garantir a segurança das redes elétricas e equipamentos, bem como evitar e reduzir a interrupção do fornecimento de energia elétrica aos consumidores atendidos em média e em baixa tensão.

2- Uso do Pirômetro Para Medir Temperatura em Transformadores

O pirômetro é um dispositivo que mede a temperatura sem a necessidade de ter o contato com o equipamento a ser monitorado, ou seja, a leitura é feita à distância do corpo que se pretende conhecer a temperatura. Esse medidor de temperatura mede a quantidade de energia emitida num objeto alvo e calcula a temperatura na superfície do objeto. A medição de temperatura nos transformadores tornou-se cada vez mais necessária e imprescindível para melhoria da vida útil deste equipamento. Com isso, pode-se fazer manutenção preventiva e evitar a queima de transformadores, reduzindo custo com manutenção corretiva e evitar desligamentos não programados para os consumidores.

Estudos empíricos com pirômetro usados para medir temperatura em transformadores, mostraram que podemos fazer uma relação da temperatura medida com o carregamento do transformador, antes que, possa ocorrer a sua queima. O trabalho consistiu em verificar, a leitura realizada com o pirômetro, comparando-o com o teste gráfico do transformador. Observamos quando a temperatura medida pelo pirômetro iria aumentando o que acontecia com o teste gráfico do equipamento, em relação, à adequação dos níveis de tensão para o cliente, a carga calculada e o carregamento percentual do transformador.

Com o resultado chegou-se a três conclusões, em uma temperatura média ambiente de 30°C. Primeira, não há problema no equipamento quando é medido pelo pirômetro uma temperatura até 44°C, pois aqui temos um carregamento de no máximo 110%. Segunda, a temperatura medida pelo pirômetro entre os valores de 45°C até 59°C, alcançando esse valor o equipamento entra em estado de alerta, pois atinge um carregamento de até 150%, necessitando de teste gráfico para verificação de provável causa de defeito, pode haver problemas com desequilíbrio de fases, carregamento ou defeito interno. Terceira, quando a temperatura medida pelo pirômetro ultrapasse 59°C, necessita de intervenção imediata, e conseqüentemente a substituição do equipamento para outro de capacidade superior, pois, está muito próximo de acontecer sua queima, ultrapassando 150% de carregamento.

A inspeção pode ser realizada com um electricista, em uma moto para ter agilidade no trânsito. Percorrendo todos transformadores, de um alimentador, retirando todas as leituras de temperatura, detectando os equipamentos que necessitam de medidas de ações mitigadoras, para reduzirem falhas nos equipamentos e interrupções no fornecimento de energia elétrica. As inspeções podem ser vistas conforme a Figura 1.



FIG. 1 – INSPEÇÃO DE TRANSFORMADORES COM PIRÔMETRO

A Coelba tem uma área de concessão muito extensa, por isso, está dividida em seis grandes regionais, cada regional tem o seu espaço físico delimitado geograficamente. Este trabalho está sendo realizado na Região Metropolitana de Salvador, atendendo aos municípios de Lauro de Freitas, Candeias, Camaçari,

São Francisco do Conde, Dias D'Avila, Mata de São João, São Sebastião do Passé, Simões Filho e do próprio município de Salvador.

A Regional Metropolitana possui instalado mais de 21.000 (vinte e um mil) transformadores, espalhados em 241 alimentadores. Em 2004 iniciou-se o estudo com pirômetro para melhora do programa de manutenção para redução da TAT (Taxa de Avaria de Transformador).

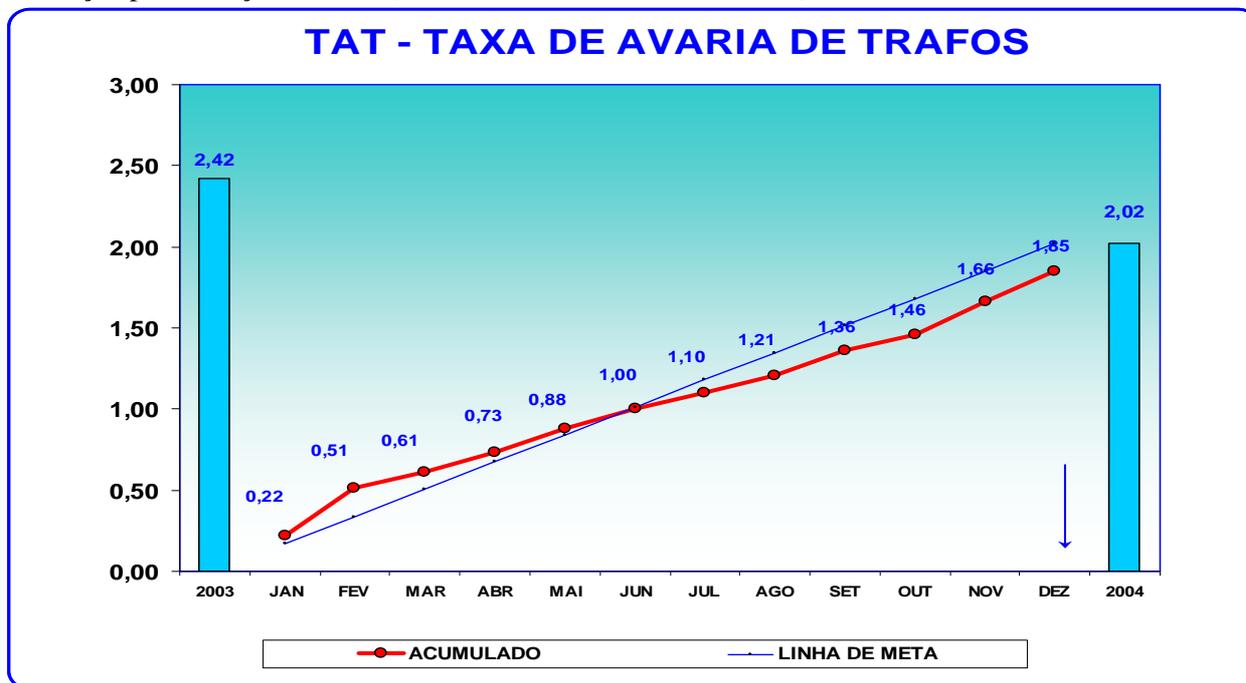


FIG. 2 – GRÁFICO TAT ANO 2004

O gráfico da figura 2 mostra que já em 2004, houve redução do indicador, em 2003 o indicador apurado foi 2,42% e em 2004 foi atingido o indicador de 1,85%, ficando abaixo da meta prevista que era de 2,02%. Os resultados começaram a aparecer logo quando foram feitas as correções em transformadores indicados nas inspeções com o pirômetro.

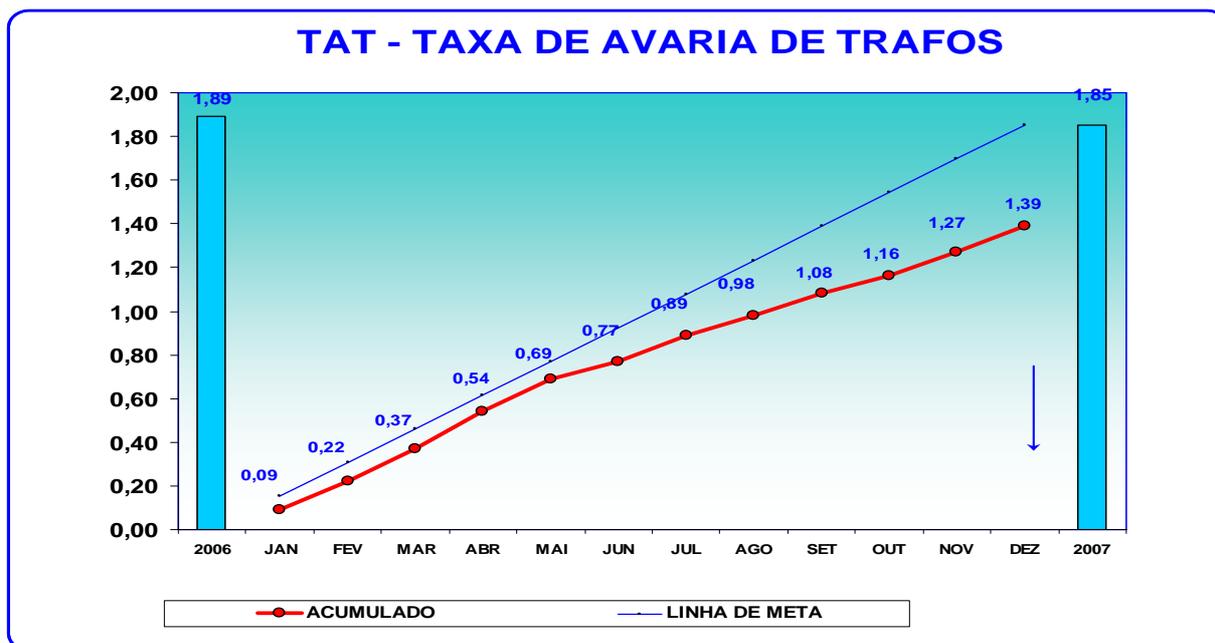


FIG. 3 – GRÁFICO TAT ANO 2007

No gráfico da figura 3, observamos que após o uso do pirômetro, a meta vem reduzindo ao longo dos anos e o indicador também. Em 2007 foi atingida a marca de 1,39%, alcançando com folga a meta de 1,85%. Podemos observar que o experimento com uso do pirômetro para verificação de temperatura em transformadores pode trazer resultados compensadores, para a engenharia elétrica conforme visto o que ocorreu com a Regional Metropolitana na Coelba. O método é simples e de baixo custo, se comparado com os custos evitados com queima de transformadores, devido à redução de custos com reforma e aquisição de novos equipamentos. A técnica desenvolvida representa ganho efetivo para a concessionária que melhora seu resultado, com a redução de índices de desligamento da rede elétrica, com a continuidade de funcionamento do sistema elétrico e maior satisfação dos consumidores.

3- Base e Enchimento Para Poste de Concreto

Para reforçar a posteação da rede de distribuição em locais onde é comum haver abalroamento em postes, e assim, evitar o desligamento dos consumidores, desenvolveu-se uma técnica de reforço do poste com base de concreto no ponto do abalroamento.



FIG. 4 – POSTE ABALROADO

No poste é feito um furo onde é injetado concreto na sua área interna deixando toda a sua base preenchida e em concreto maciço, e a área externa é recoberta com concreto a aproximadamente um metro e meio de altura, melhorando a resistência do poste contra alto impacto.



FIG. 5 – POSTE COM REFORÇO DE CONCRETO

Com a base de concreto os postes ficaram reforçados. Os abalroamento continuaram acontecendo, porém, nesta experiência, ficou comprovado que robustez dada ao poste, faz com que o mesmo suporte o impacto sem danificá-lo.

4- Pintura em Poste Contra Efeito da Maresia

Os postes de concreto são projetados para manter as condições mínimas de segurança, estabilidade e funcionamento durante um tempo de vida útil, sem previsão de manutenção e reparos. A corrosão do concreto provoca não somente a sua deterioração, assim como a estabilidade e a durabilidade da estrutura, isso acontece em áreas salitrosas devido a fatores químicos como ácidos clorídricos que agem no cimento, no agregado e na armadura.



FIG. 6 – POSTE DE CONCRETO, EFEITO AÇÃO SALITROSA.

O cloreto de sódio diminui a ação protetora da película existente no meio alcalino ou básico proporcionado pela pasta do cimento, diminuindo a resistividade do concreto, facilitando o processo eletroquímico de corrosão das armaduras, isso provoca fissuras ou trincas em todo o poste até a sua destruição total. Correntes de fuga quando o concreto apresenta baixa resistividade elétrica aumenta a corrosão eletrolítica, atingindo a armadura de aço, assim na região das saídas das correntes para retornarem ao circuito original, aumenta a corrosão na armadura.



FIG. 7 – POSTE DE CONCRETO COM PINTURA EPOXI

Para inibir a corrosão em postes próxima à orla marítima, na Coelba, testa-se a pintura marítima em epóxi utilizada para pintura em barcos, o trabalho consiste em pintar todo o poste, sem deixar nenhum ponto do concreto descoberto revestindo todo o poste de uma camada protetora. Dessa forma, a ação do salitre não atinge o concreto dando maior durabilidade ao material.

O teste de pintura epóxi já dura três anos e os postes conforme a figura 7 continuam em estado normal, isso demonstra que sua vida útil esta sendo prolongada.

5- Recuperação de Poste Tubular de Aço

Os postes tubulares de aço foram instalados nas concessionárias em uma fase da historia do Brasil de provável época do bonde e de grandes construções de ferrovias, os mesmos eram utilizados para fixação da rede de distribuição de energia elétrica e da iluminação pública. Deixado por um período do passado, hoje fazem parte do patrimônio histórico de algumas cidades brasileiras. Com o passar dos tempos os postes tubulares de aço sofreram desgastes provocado pela corrosão, normalmente encontrada na base do poste, local que passa a ser visível após o engastamento ou parte aterrada. Duas teorias são conhecidas para explicação de a corrosão ser sempre encontrada no mesmo ponto, sendo uma técnica e a outra popular.



FIG. 8 – POSTE TUBULAR DE AÇO COM CORROSÃO EM SUA BASE

A teoria técnica é que a corrosão se dá na base do poste no ponto após o engastamento ou aterramento, ação provocada pelo oxigênio, ponto em que o oxigênio começa atuar no poste provocando a corrosão. A teoria popular é que a corrosão ocorre no ponto onde o cachorro urina no poste, e os ácidos da urina provocam a corrosão.



FIG. 9 – POSTE TUBULAR DE AÇO COM BASE RECUPERADA

A Coelba preocupada em manter o patrimônio histórico e prolongar a vida útil dos postes tubulares de aço faz um trabalho de recuperação dos mesmos. A tarefa consiste em escavar 50centimetro da base do poste e recompor 1 metro de toda a base com mesmo material, sendo 50 cm abaixo do solo e 50 cm

acima do solo, e após, é feito um base de concreto para o poste não ficar exposto no ponto onde normalmente ocorre a corrosão.



FIG. 10 – POSTE TUBULAR DE AÇO COM BASE RECUPERADA E COBERTO COM CONCRETO

Dessa forma, o patrimônio é preservado, e a concessionária mantém a história com custo mais baixo utilizados em materiais e mão de obra.

6- Furto de Transformadores de Distribuição

Cresce cada dia mais e se torna um grande problema das concessionárias de energia elétrica, os furtos de redes e materiais de distribuição de energia elétrica. Um maior número de quadrilha se especializa na prática de furtos de materiais elétrico, mesmo quando a rede de energia elétrica está energizada.



FIG. 11 – TRANSFORMADOR SOLDADO NA TAMPA E CINTAS SOLDADO

Para dificultar o furto de transformadores, na Coelba estamos soldando as tampas e cintas dos equipamentos, conforme mostrados na figura 10, com a finalidade de coibir a ação dos transgressores.

Esse trabalho é feito em lugares que houve ocorrências de furtos e normalmente em equipamentos instalados em locais de difícil acesso e de pouca circulação de transeuntes.

7- Ligações de Cargas Perturbadoras em Redes de Distribuição

As cargas perturbadoras ultrapassam limites de referência provocando impacto danoso ao circuito ao qual está instalada, são importunadas normalmente por instalações de clientes que possuem cargas como motores, máquinas de solda, aparelhos de raios-X, fornos a arcos e de indução.

Os efeitos das cargas perturbadoras podem ocasionar afundamento de tensão e a qualidade do fornecimento de energia elétrica, prejudicando outros consumidores que possuam cargas sensíveis, e, podem até queimar seus aparelhos.

Mesmo as concessionárias tendo todo um procedimento para fornecer energia elétrica aos seus clientes, como, dispositivo de proteção e dimensionamento da rede elétrica conforme declaração de carga feita pelo cliente, por muitas vezes, o consumidor aumenta a sua carga superior ao limite acordado com a concessionária sem um aviso prévio, para que a concessionária possa fazer o melhoramento necessário da rede elétrica, esse aumento de carga é arbitrário e pode prejudicar outras unidades consumidoras, principalmente quando o acréscimo da carga é perturbadora.

O setor de manutenção da Coelba da Região Metropolitana de Salvador criou um procedimento para ligação desse tipo de carga, no qual, consiste ligar, esse tipo de cliente especial diretamente da fonte, através do cabo de saída do transformador, que passou a ter dois lados, um para ligação da rede secundária de distribuição e o outro para ligação do consumidor especial, conforme figura 12.



FIG. 12 - TRANSFORMADOR COM CABO DE SAÍDA PARA DOIS LADOS

Assim, a ligação é feita diretamente da fonte e não prejudica outras ligações de clientes que estejam na rede secundária do transformador, e a concessionária faz o melhor que é atender uma unidade consumidora com qualidade sem importunar a outra.

8- Conclusões

As idéias inovadoras para melhoria dos indicadores da rede elétrica de distribuição, são totalmente viáveis, seguras, de fácil aplicação e não requerem em sua maioria o desligamento dos consumidores atendidos em média e baixa tensão. Para tanto, foi criado um conjunto de procedimentos com a finalidade de melhoria do sistema elétrico da Coelba, através de testes empíricos com ótimos resultados.

Entre as principais vantagens da aplicação das idéias inovadoras podemos citar os baixos custos.

No caso dos transformadores, o uso do pirômetro em 2003 considerando que se tinha instalado vinte e um mil transformadores na Região Metropolitana da Coelba, a Taxa de Avaria equivalia a 2,42%, ou seja, 508 (quinhentos e oito) transformadores eram avariados. Em 2007 considerando os mesmos vinte e um mil transformadores instalados, a TAT conforme visto caiu para 1,39%, o equivalente a 292 (duzentos e noventa e dois) transformadores avariados, durante esse período houve uma economia em avaria de 216 (duzentos e dezesseis) unidades transformadoras. Supondo que todos os transformadores avariados eram de 45kVA a um custo de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), a economia em 2007 em relação a 2003 foi de R\$ 1.080.000,00 (um milhão e oitenta mil reais), descontando-se o custo mensal do aluguel da moto mais a mão de obra de um eletricista no valor de R\$ 2.000,00 (dois mil

reais), equivale ao custo anual de R\$ 24.000,00(vinte e quatro mil reais), mais o valor do pirômetro de R\$ 6.000,00 (seis mil reais), custo total R\$ 30.000,00 (trinta mil reais), a economia total em 2007 foi de R\$ 1.050.000,00 (hum milhão e cinqüenta mil reais).

No caso dos postes, como os materiais sofrem divergência de preço devido ao esforço e altura, o custo da mão de obra e materiais para substituição do poste pode variar entre R\$ 1.000,00 (hum mil reais) a até R\$ 8.000,00 (oito mil reais).

Para recuperar um poste tubular de aço temos um custo de R\$ 200,00 (duzentos reais) e para pintar um poste de concreto na orla com pintura naval em epóxi temos um custo de R\$ 130,00 (cento e trinta reais), o que demonstra ganho em grande escala na implementação das idéias inovadoras.

Por fim, pode-se afirmar que as idéias inovadoras desenvolvidas deverão permitir a otimização da rotina de manutenção de redes de distribuição na COELBA, com conseqüente redução de custos, melhoria dos índices de desempenho, alocação eficiente das equipes de manutenção e, especialmente, maior satisfação dos consumidores.

9- Referências Bibliográficas

ANEEL, Resolução 456/2000

ANEEL, Resolução 024/2000

ANEEL, Resolução 505/2001

A. S. Garcia, Aspectos Essenciais do Fornecimento de Energia Elétrica, ABRADDEE. Rio de Janeiro, 2006.

IEEE “Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines”. IEEE Std .516-1995 (Revision of IEEE Std. 516-1987).

IEEE Committee Report “Recommendations for Safety in Live Line Maintenance”, IEEE PAS, v.87, n.2, Feb.1968.

NBR 11856 “Ferramentas e acessórios para trabalhos em redes energizadas de distribuição”, ABNT.

NBR 5440 “Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição - Características Elétricas e Mecânicas - Padronização”, ABNT, 1999.

Ravaglio, M.A., Kowalski, E.L et alli “Nova Configuração de Transformador de Distribuição”, III Congreso Internacional sobre Trabajos con Tensión y Seguridad en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (III CITTES), CIER, San Luis, Argentina, Abril de 2007.

Ravaglio, M.A., Kowalski, E.L et alli “Substituição de Cabos Aéreos em Redes de Média Tensão Energizada”, III Congreso Internacional sobre Trabajos con Tensión y Seguridad en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (III CITTES), CIER, San Luis, Argentina, Abril de 2007.

www.aneel.gov.br