

NOVA METODOLOGIA DE CRITÉRIOS E DIRETRIZES DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA X INIC / VI EPG - UNIVAP 2006

Alex Campassi Di Loreto¹, José Waldyr Leite Mendonça², Landulfo Silveira Junior³

¹Universidade do Vale do Paraíba / Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Av. Shishima Hifumi, 2.911 – Urbanova, CEP 12.244-000 – São José dos Campos/SP Brasil, alexloreto@bol.com.br

²Bandeirante Energia S. A / Planejamento da Manutenção, Rua Brig. Oswaldo Nascimento Leal, 213 – Vila Rubi, CEP 12.245-480 – São José dos Campos/SP Brasil, waldyr@bandeirante.com.br

³Universidade do Vale do Paraíba / Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Av. Shishima Hifumi, 2.911 – Urbanova, CEP 12.244-000 – São José dos Campos/SP Brasil, landulfo@univap.br

Resumo - O trabalho em questão consiste na definição de diretrizes e estratégias de manutenção, elaboradas com recursos de análise estatística das ocorrências e suas causas, considerando o impacto destas na formação do Indicador FEC⁽²⁾ dos Conjuntos Elétricos Aneel⁽¹⁾, direcionando os recursos financeiros com maior segurança de retorno. A metodologia consiste em determinar os trechos críticos da rede de distribuição, baseado nas ocorrências que impactaram o indicador FEC, no período considerado. Desta forma prioriza-se a realização de inspeções⁽⁵⁾ visuais e instrumentais nos trechos apontados, focando dessa maneira a manutenção em reduzida extensão da rede, obtendo com isso significativa melhoria no desempenho do sistema distribuidor. Comprovamos a eficácia dessa metodologia em Conjuntos Elétricos que apresentavam desempenho com acentuada tendência de transgressão, e que após a realização de manutenção preventiva direcionada apresentaram inversão imediata da tendência detectada.

Palavras-chave: Estratégia de Manutenção, Qualidade, Otimização de Recursos.

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

A Bandeirante Energia⁽¹⁾ S. A é uma das maiores distribuidoras de energia elétrica do Estado de São Paulo, atende a uma população de cerca de quatro milhões de habitantes, em 28 municípios localizados nas regiões do Alto Tietê, Vale do Paraíba e Litoral Norte, numa área de 9,6 mil km².

Como concessionária de energia elétrica, existe a necessidade de investimento na modernização de seu sistema, e precisa atuar de maneira efetiva na manutenção preventiva dos componentes do sistema distribuidor para atender as necessidades de seus clientes e as exigências constantes em seu contrato de concessão, cujos indicadores de qualidade são controlados pela CSPE - Comissão de Serviços Públicos⁽²⁾, através da apuração dos índices DEC – Duração Equivalente de Desligamento por Cliente⁽²⁾ e FEC – Frequência Equivalente de Desligamentos por Cliente⁽²⁾. As metas de qualidade são determinadas para cada Conjunto Elétrico, que consistem em divisões estabelecidas pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica⁽²⁾, na área

de Concessão, formadas por “famílias” de circuitos previamente definidos. A Aneel definiu para a área da Bandeirante Energia, 17 (dezessete) Conjuntos Elétricos, com características urbanas e naturais diferenciadas e com metas de qualidade igualmente diferenciadas, condições estas que impôs a necessidade de estabelecer estratégias de manutenção preventiva diferentes para cada área, contribuindo dessa forma para um desempenho adequado de todo o sistema de distribuição da empresa.

O trabalho consiste em desenvolver uma metodologia criteriosa de análise, a fim de identificar em cada Conjunto Elétrico, os circuitos que tenham maior contribuição negativa nos indicadores de qualidade, e a partir destes, identificar os equipamentos e causas de desligamentos.

Com isso, poderá ser realizado um direcionamento mais objetivo da manutenção preventiva⁽⁴⁾, a fim de se evitar futuros desligamentos, melhorando os índices de qualidade, conseqüentemente a qualidade da energia elétrica fornecida e ainda otimizando recursos.

Materiais e Métodos

O trabalho em questão consiste na definição de diretrizes e estratégias de manutenção a serem aplicadas no sistema de distribuição, elaboradas a partir da análise estatística das ocorrências com interrupção de energia, registradas no período.

Tal trabalho foi elaborado em plataforma Excel, com a utilização das seguintes ferramentas de qualidade: Folha de Coleta de Dados, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma e Diagrama de Dispersão.

São considerados os seguintes equipamentos:

- Disjuntores de circuitos primários (alimentadores);
- Chaves religadoras automáticas;
- Chaves faca;
- Bases Fusíveis;
- Transformadores de distribuição.

A princípio foi realizados um levantamento das ocorrências com interrupções não programadas do fornecimento de energia elétrica, registradas no período considerado para elaboração do programa de manutenção periódica. São computadas somente as ocorrências registradas nas instalações que compõem o sistema de distribuição, identificadas como:

DJ - Disjuntor de circuitos primários;
RA - Chave religadora automática;
RE - Chave religadora eletrônica;
CH - Chaves faca;
BF - Base Fusível;
ET - Estação Transformadora de Distribuição.

Cada ocorrência fornece informações em vários campos diferentes: informações de data da ocorrência (ano, mês, dia e horário), número da ocorrência (cada ocorrência é registrada por um número diferente no sistema de cadastro da Bandeirante Energia), instalação (equipamento que compõe o sistema de distribuição), número total de clientes desligados, duração da ocorrência (tempo total de desligamento, desde o conhecimento até o restabelecimento de energia), circuito elétrico (alimentador onde ocorreu a ocorrência), conjunto anel (a qual conjunto pertence o circuito elétrico) e causa (causa que motivou o desligamento do fornecimento de energia elétrica).

Realizou-se uma pesquisa para se obter informações referentes ao número total de clientes (unidades consumidoras) por conjunto elétrico, a fim de se poder calcular os indicadores técnicos de qualidade, por conjunto elétrico (utilizando-se a

informação de total de clientes por conjunto), de cada ocorrência.

Para cada ocorrência, foram calculados os respectivos índices DEC e FEC, através dos seguintes conceitos:

DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

Intervalo de tempo em que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado, ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

Para apuração do DEC, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i) \times t(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração Equivalente da Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em horas e centésimos de horas;

Ca(i) = Números de unidades consumidoras interrompidas em um evento (i), no período de apuração;

t(i) = Duração de cada evento (i), no período de apuração;

i = Índices de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;

k = Número máximo de eventos no período considerado;

Cc = Número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração.

FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

Número de Interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora no conjunto considerado.

Para apuração do FEC, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i)}{Cc}$$

Onde:

FEC = Frequência Equivalente da Interrupção por Unidade Consumidora expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;

$Ca(i)$ = Números de unidades consumidoras interrompidas em um evento (i), no período de apuração;

i = Índices de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;

k = Número máximo de eventos no período considerado;

Cc = Número total de unidades consumidoras do conjunto considerado no final do período de apuração.

Tendo em vista que cada ocorrência motivou a interrupção de energia em determinada quantidade de clientes de uma instalação, e que cada instalação está associada a determinado circuito elétrico (alimentador), tornou-se possível apurar os indicadores DEC e FEC de cada um dos circuitos que compõem os diversos conjuntos elétricos.

Através da somatória dos indicadores de qualidades de todas as ocorrências no período por circuito elétrico, determinou-se então, o percentual da participação de cada circuito na formação do indicador FEC do Conjunto o qual pertence.

Através do gráfico de Pareto, verifica-se em ordem decrescente o valor apurado para os circuitos com maior contribuição dentro do conjunto, e em ordem crescente os valores acumulados destes, na formação do indicador FEC do respectivo conjunto, conforme demonstrado no exemplo do Gráfico 01.

O mesmo procedimento é adotado para determinação das instalações de cada circuito primário relacionado, que mais contribuíram na formação do indicador FEC gerado em cada um destes circuitos, conforme demonstrado no exemplo que ilustra o desempenho do circuito elétrico INP-1301, no Gráfico 2.

Para cada circuito priorizado, são identificadas as principais causas, que motivaram as interrupções, demonstradas no Gráfico 3.

Resultados

Para exemplificação do processo, tomou-se como base, o Conjunto Elétrico Aneel 7, conjunto referente ao município de Jacareí que possui 28 circuitos elétricos alimentadores de distribuição de energia elétrica em sua região.

Dessa forma constatamos que no Conjunto Elétrico 7, exemplificado no Gráfico 1, de um universo de 28 circuitos, as ocorrências registradas em 7 deles, tiveram um peso de 79,4% na composição do indicador FEC.

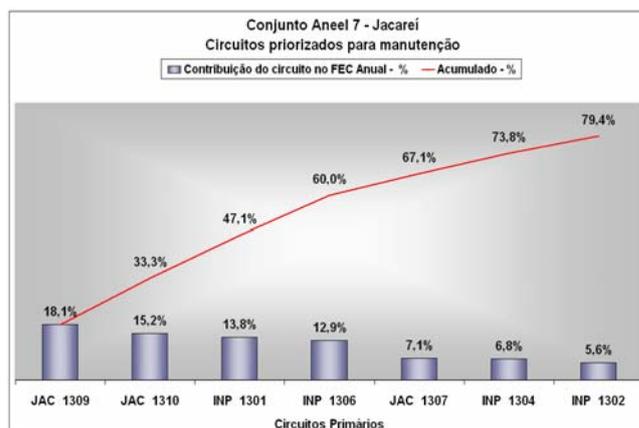


Gráfico 1 – Circuitos priorizados para manutenção no Conjunto 7 – Jacareí

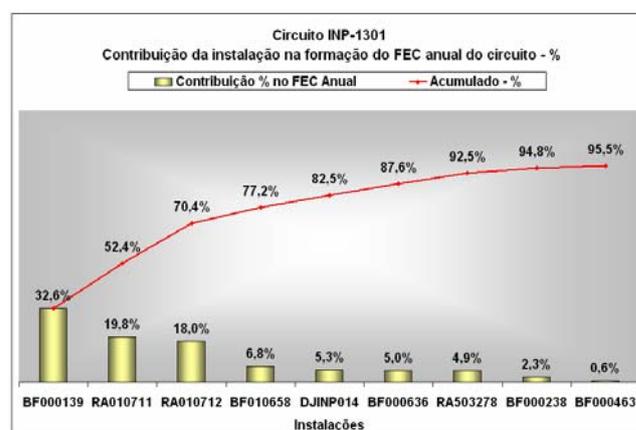


Gráfico 2 – Instalações do circuito INP-1301, Conjunto 7 – Jacareí.

Realizada uma avaliação do Gráfico 2, constata-se, o equipamento primário que mais contribui para os desligamentos, permitindo assim, uma manutenção pontual e mais eficaz no circuito.

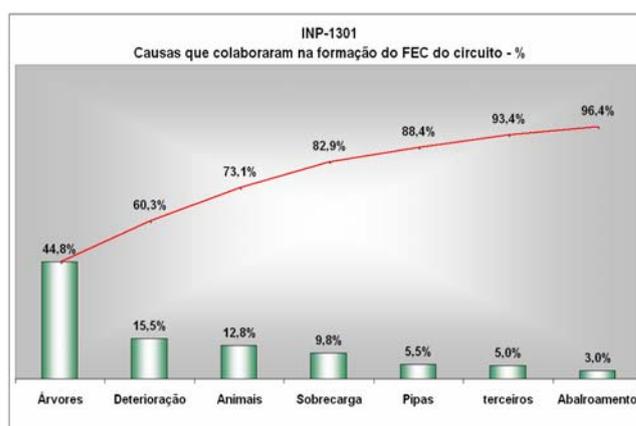


Gráfico 3 – INP-1301, Conjunto 7 – Jacareí Causas de interrupções

Através da análise do Gráfico 3, é permitindo uma definição do tipo de inspeção a ser implementada, bem como o direcionamento adequado dos recursos de manutenção disponíveis

Os resultados alcançados permitem claramente identificar e classificar cada região (Conjunto Aneel), de acordo com as prioridades de manutenção e criterizar o tipo de manutenção de acordo com o equipamento e causa os desligamentos.

Discussão

Com a metodologia adotada, foi possível identificar os circuitos a serem priorizados e os recursos a serem alocados, preservando dessa forma o equilíbrio orçamentário destinado à manutenção preventiva, de forma a manter os Indicadores Técnicos de Qualidade dentro dos limites estabelecidos.

A eficácia da metodologia pode ser comprovada quando da implementação do Plano de Manutenção Preventiva do Sistema de Distribuição da Bandeirante para o ano de 2005, que de um universo de 402 circuitos primários, priorizou-se a manutenção em 34% destes, que contribuíram em 75% da formação do indicador FEC, do período considerado para elaboração do referido plano.

O êxito desta metodologia pode ser auferido, considerando os seguintes pontos:

- Otimização e direcionamento dos recursos de manutenção disponibilizados.
- Estratégias diferenciadas de atuação em cada região da Área de Concessão, tendo em vista as peculiaridades de cada uma.
- Mobilização de recursos com informações prévias das deficiências do local
- Possibilidade de alteração do plano de manutenção, em função das tendências de desempenho.
- Essa ferramenta indica a necessidade de readequação do sistema de proteção, identificando os pontos para instalação de Bases Fusíveis, Religadoras Eletrônicas, com definição de seu exato posicionamento na rede, quando verificada elevada porcentagem de ocorrências nos respectivos trechos.
- Subsidiar os programas de adequação/modernização do sistema de distribuição em função das causas que afetam o desempenho em cada área da empresa, por exemplo: região com alto índice de ocorrências motivadas por arborização, indicação para instalação de rede compacta; região com grande incidência de ocorrências de desligamentos em transformadores, indicação de rede secundária multiplexada ou instalação de espaçadores pré-formados.

Conclusão

Atuando pontualmente nas instalações indicadas de cada circuito, conhecendo previamente as causas com maior incidência, verifica-se uma reversão imediata no desempenho do circuito, com conseqüente adequação dos indicadores do Conjunto Elétrico e uma preservação do equilíbrio orçamentário.

Referências

- (1) ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Contrato de Concessão Nº202/98.
- (2) ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Nº24 Continuidade de Distribuição de Energia Elétrica às Unidades Consumidoras, 27 de janeiro de 2000.
- (3) BANDEIRANTE ENERGIA, N8.08.01- Especificação Técnica – Serviços em Redes de Distribuição Aérea.
- (4) BANDEIRANTE ENERGIA, N8.01.01 – Rede de Distribuição Aérea Urbana 15 kV.
- (5) ENERGIAS DO BRASIL: MAN 001 – Estratégia de Manutenção MT/BT.