

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

**Ocorrências no sistema de distribuição da COELCE em
Juazeiro do Norte e cidades circunvizinhas**

Natalino Francisco Gonçalves

Orientador:
Prof. Dr. Benedito Antonio Luciano

Campina Grande, julho de 2006.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

A Deus, a quem sou eternamente grato pela vida.

A meus pais e minha família pelo amor, carinho e apoio incondicional.

A Amâncio, Tavares, Joaquim, Valnir, Nascimento, Santos, Danilo, Antônio e demais companheiros da TECCEL: Pela amizade e contribuição neste trabalho.

A Éder, Júlio César, Luiz Paulo, Gilderlan, Robson: Grandes amigos.

A TECCEL pelos dados das ocorrências atendidas pela equipe de manutenção emergencial.

Ao professor Benedito pela orientação e apoio.

Resumo

Atualmente, as organizações ligadas ao fornecimento de energia elétrica têm sofrido grandes pressões por solidez, competitividade e produtividade no mercado. A satisfação dos clientes é item primordial, sendo assim, as concessionárias de energia elétrica concentram suas atenções na qualidade de seus produtos e serviços. Nesse contexto, foi realizado um trabalho de engenharia de distribuição envolvendo as ocorrências do sistema de distribuição com o objetivo de alocar recursos no sentido de assegurar o fornecimento contínuo e adequado aos consumidores.

Sumário

1	Introdução.....	1
2	Metodologia.....	2
3	Fundamentação Teórica	3
3.1	Terminologia	3
3.2	Qualidade da Energia Elétrica.....	5
3.3	Dados técnicos: ocorrências no sistema de distribuição	6
3.3.1	Religação no medidor.....	6
3.3.2	Religação no poste.....	6
3.3.3	Disjuntor do cliente com defeito	7
3.3.4	Ramal de ligação quebrado	7
3.3.5	Defeito em conexão.....	7
3.3.6	Curto na Tubulação	7
3.3.7	Atuação em elo fusível.....	8
3.3.8	Vegetação sobre a rede.....	9
3.3.9	Condutor partido.....	9
3.3.10	Objeto estranho na rede.....	10
3.3.11	Disjuntor de trafo disparado.....	11
4	Apresentação e análise dos dados coletados	12
5	Medidas mitigadoras	18
6	Conclusão	21
7	Bibliografia.....	22

Lista de Figuras

Figura 1 - Atuação de elo Fusível	8
Figura 2 - Vegetação sobre a rede.....	9
Figura 3 - Condutor partido.....	10
Figura 4 - Presença de objetos na rede.....	11
Figura 5 - Ocorrências atendidas pela equipe de plantão na rede de distribuição.....	12
Figura 6 - Ocorrências atendidas, mensalmente, pela equipe de plantão na rede de distribuição.....	13
Figura 7 - Natureza das reclamações.....	13
Figura 8 - Estatísticas das ocorrências.....	15
Figura 9 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Juazeiro.....	16
Figura 10 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Barbalha.....	16
Figura 11 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Crato.....	16
Figura 12 - Condutores nus entrelaçados.....	19

Lista de Abreviaturas

BT - Baixa Tensão

MT - Média Tensão

UC - Unidade Consumidora

COD - Centro de Operação de Distribuição

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

COELCE - Companhia Energética do Ceará

PEX - Procedimento de Execução

DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor,

FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor

DIC - Duração de Interrupção individual por Unidade Consumidora

FIC - Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora

RDS – Rede de Distribuição Secundária

RDP - Rede de Distribuição Primária

RIP – Reclamação de Iluminação Pública

IP – Iluminação Pública

TECCEL – Tecnologia da Construção Civil e Elétrica LTDA

1 Introdução

As privatizações de empresas fornecedoras de energia elétrica provocaram mudanças no setor elétrico brasileiro. Surgiu um intenso controle da qualidade da energia elétrica em relação aos consumidores finais. Este controle é realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, através da avaliação dos índices de desempenho do fornecimento das concessionárias de energia elétrica. Os índices de desempenho são extremamente importantes na avaliação da continuidade do fornecimento. Estes indicadores de continuidade podem ser individuais ou coletivos, dentre eles podemos citar: Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor - DEC, Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor - FEC, Duração de Interrupção individual por unidade consumidora - DIC, Frequência de Interrupção individual por unidade consumidora - FIC, etc.

A continuidade de fornecimento e os indicadores de qualidade são decorrentes das interrupções no sistema elétrico. As interrupções são provocadas por falhas no sistema e por atividades de manutenção programada. Geralmente as manutenções programadas do sistema de distribuição só podem ser feitas quando os índices de qualidade de fornecimento estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela ANEEL, ou seja, são dependentes das condições do sistema e das atividades da manutenção corretiva. Dessa forma, é extremamente importante um estudo das ocorrências no sistema de distribuição com o intuito de melhorar a confiabilidade e desempenho.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso são apresentados estudos sobre as ocorrências atendidas pela equipe de manutenção emergencial de Juazeiro do Norte no sistema de distribuição da Companhia Energética do Ceará – COELCE em Juazeiro do Norte e cidades circunvizinhas, relacionando os defeitos e as causas. Adicionalmente, é apresentada uma análise qualitativa e quantitativa dos dados, destacando as localidades e alimentadores críticos, propondo medidas preventivas que proporcionarão reduções de custos para concessionária e melhoras na qualidade do fornecimento e índices de continuidade.

2 Metodologia

A metodologia empregada no estudo apresentado neste trabalho obedeceu as seguintes etapas:

- **Etapa 1:** Fundamentos Teóricos;
- **Etapa 2:** Coleta dos dados, atendimentos da equipe de manutenção emergencial;
- **Etapa 3:** Realização de tratamento dos dados obtidos, segmentando as informações de forma a facilitar a análise;
- **Etapa 4:** Identificação das causas das ocorrências e proposição de medidas preventivas;
- **Etapa 5:** Análise do desempenho do sistema elétrico.

3 Fundamentação Teórica

O objetivo desta seção é atribuir ao leitor alguns conhecimentos básicos e importantes para compreensão e desenvolvimento do trabalho. A divisão envolve a terminologia, uma explanação simples de qualidade da energia e a apresentação de alguns dados técnicos referentes às ocorrências nas redes de distribuição.

3.1 Terminologia

Apresenta-se a seguir, a conceituação de alguns termos diretamente relacionados à compreensão e desenvolvimento do trabalho.

Sistema de Distribuição: É a parte de um sistema de potência destinado ao transporte de energia elétrica, a partir do barramento secundário de uma subestação (onde termina a transmissão ou a subtransmissão), até os pontos de consumo.

Subestação de Distribuição (S/E): Subestação abaixadora que alimenta um sistema de distribuição.

Rede de Distribuição Primária (RDP): Parte de uma rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e ou pontos de entrega sob uma mesma tensão primária nominal. O nível de tensão primária da rede COELCE corresponde a 13,8kV.

Alimentador de Distribuição: É a parte em tensão primária, do sistema elétrico de distribuição, que alimenta diretamente, ou por intermédio de seus ramais os transformadores da concessionária e consumidores.

Rede de Distribuição Secundária (RDS): São componentes da rede de distribuição energizadas pelos secundários dos transformadores de distribuição. O nível de tensão na rede secundária padronizada pela COELCE é 380/220V.

Ramal de Ligação: É o conjunto de condutores e acessórios que liga uma rede de distribuição a um consumidor ou grupo de consumidores.

Unidade Consumidora (UC): Trata-se do conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

Queda de Tensão: Diferença entre as tensões elétricas existentes em dois pontos distintos de um circuito, percorrido por corrente elétrica, observadas no mesmo instante.

Falta: É um termo que se aplica a todo fenômeno acidental que impede o funcionamento de um sistema ou equipamento elétrico.

Falta permanente: São aquelas interrupções de fornecimento sustentadas em que é necessária a intervenção das equipes de manutenção emergencial antes de se religar um equipamento operado

Faltas temporárias ou transitórias: São aquelas em que havendo a operação de um equipamento de proteção (religador, seccionadora ou disjuntor com religamento) desaparece a causa do defeito e o circuito funciona normalmente após religado.

Falha: É todo evento que reproduz a perda de capacidade de um componente ou sistema de desempenhar sua função, levando-os à condição de operação inadmissível.

Curto-circuito: É a ligação intencional ou acidental entre dois ou mais pontos de um circuito, através de impedância desprezível.

Corrente de curto-circuito: É a sobrecorrente que resulta de um curto-circuito.

Sobrecorrente: É a intensidade de corrente superior à máxima permitida para um sistema, equipamento ou para um componente elétrico.

Inspeção: Ações empreendidas pelos técnicos e eletricitas das concessionárias e empresas prestadoras de serviço com objetivo de identificar possíveis causas de ocorrências no sistema elétrico, que possam causar danos em equipamentos, bens e instalações.

3.2 Qualidade da Energia Elétrica

A qualidade da energia elétrica é um assunto muito difundido no cotidiano das empresas fornecedoras de energia elétrica. Segundo Bronzeado (1996), “o problema de qualidade de energia é manifestado na tensão, corrente, ou nas variações de frequência que resulte em falha ou má operação de equipamentos de consumidores”.

Para Kagan *et al.* (2005), “o fornecimento de energia elétrica aos consumidores deve obedecer a dois conceitos básicos, normalmente denominados qualidade do produto e qualidade do serviço”. A qualidade do produto diz respeito à forma de onda da tensão dos componentes do sistema. As condições ideais dos itens que envolvem a qualidade do produto são:

- Faixa de frequência – Regulação nula igual a nominal;
- Distorção Harmônica – Sinal senoidal desprovido de qualquer distorção de onda;
- Faixa de Tensão - Regulação nula igual a nominal.

Sabe-se que o fornecimento ideal é impraticável, pois a rede elétrica possui alguns itens que caracterizam os problemas de qualidade da energia elétrica. Estes problemas são os desequilíbrios, o *flicker*, os transitórios, os afundamentos e elevações de tensão, as distorções por forma de onda, etc. Esses fenômenos podem ser identificados através dos analisadores de energia e devem ser eliminados ou filtrados após um estudo profundo das instalações, o que levará a maior estabilidade, confiabilidade e economia.

Os efeitos dos problemas da qualidade da energia elétrica são preocupantes, os impactos econômicos originados da diminuição da vida útil de equipamentos, do aumento de perdas, das paradas de produção nas indústrias diminuem a fatura das concessionárias e degrada sua imagem em relação aos consumidores. Em virtude destes problemas e seus efeitos, as concessionárias de energia elétrica baseiam-se na comparação dos valores constatados com aqueles previamente fixados por norma, denominados metas de qualidade para verificarem a qualidade do produto.

Segundo Kagan *et al.* (2005), “a qualidade do serviço é entendida como a continuidade de fornecimento”. As empresas fornecedoras de energia elétrica avaliam a continuidade de fornecimento através das ocorrências no sistema de distribuição. O estudo das ocorrências de distribuição visa reduzir o número de desligamentos e melhorar substancialmente a qualidade do produto.

3.3 Dados técnicos: ocorrências no sistema de distribuição

As ocorrências no sistema de distribuição são fatos relacionados à condição operativa anormal no sistema elétrico. Os eletricitistas, técnicos e engenheiros ao se depararem com as ocorrências no sistema de distribuição utilizam-se das técnicas dos procedimentos de execução (PEX's) para solucionarem os defeitos. O PEX é um documento normativo que define e padroniza os procedimentos para manutenção emergencial, evitando acontecimentos que venham a constituir riscos de acidentes para as pessoas e para as instalações da COELCE e de terceiros ocasionando a interrupção no fornecimento de energia. A seguir serão resumidos alguns procedimentos técnicos utilizados pelas equipes de manutenção emergencial com o objetivo de normalização dos clientes em virtude das interrupções de fornecimento.

3.3.1 Religação no medidor

Nessa tarefa, desliga-se a proteção do cliente e executam-se as interligações dos condutores de fase e neutro no medidor da unidade consumidora - UC, conforme a indicação do diagrama elétrico do medidor. Deve-se ter cuidado especial em ramais trifásicos, se possível marcar os condutores no sentido de evitar inversões.

Após execução do serviço rearma-se o disjuntor do cliente e verifica-se o nível de tensão fornecida ao consumidor.

3.3.2 Religação no poste

A religação no poste ocorre através da ligação do ramal de serviço à rede de distribuição secundária - RDS da concessionária. Na execução do serviço, desliga-se o disjuntor do cliente e executa-se a ligação da UC através da interligação dos condutores de fase e neutro na rede elétrica (ponto de entrega) através dos conectores tipo cunha. Após interligação dos condutores, religar o disjuntor geral da UC e verificar nível de tensão através do alicate volt-amperímetro.

A inversão no ramal de ligação pode provocar sobretensões entre as fases não envolvidas no defeito e o neutro e subtensão na fase invertida, em função do curto-circuito fase-terra.

3.3.3 Disjuntor do cliente com defeito

Esse tipo de defeito provoca interrupção de fornecimento em consumidores monofásicos e trifásicos ou falta de fase(s) em consumidor trifásico devido a isolação dos contatos do disjuntor. Deparando-se com disjuntor disparado do cliente, deve-se perguntá-lo se houve curto-circuito interno na UC. No caso de não existir curto-circuito interno, substituir o disjuntor defeituoso. Por medida de segurança, desconectar as fases linha do medidor e isolá-las com o objetivo de diminuir os riscos de choque elétrico durante a substituição da proteção. Caso contrário, na existência de curto-circuito na UC, o cliente deve ser orientado no sentido de procurar um eletricitista particular para eliminar o defeito interno.

3.3.4 Ramal de ligação quebrado

Nesse caso, o cliente estará com interrupção de fornecimento. Na execução da tarefa, devem-se reunir os materiais necessários para instalação do ramal de ligação (cabo concêntrico, alças para cabos concêntricos e conectores tipo cunha). Feito isso, desliga-se a proteção do cliente e interligam-se os condutores de fase e neutro na rede secundária através dos conectores cunha e nos bornes do medidor obedecendo ao diagrama de ligações do mesmo. Normaliza-se o cliente religando o disjuntor da UC.

3.3.5 Defeito em conexão

O defeito em conexão ocorre com frequência no sistema de distribuição. Nesse tipo de defeito, verificam-se as conexões no poste, no pontalete (“pingador”), bornes do medidor e disjuntor. Encontrado o local do defeito da conexão deve-se refazê-las através do reaperto ou mudança dos conectores. Persistindo o defeito verificar as condições das conexões na rede secundária e bornes do trafo, nesse caso, o defeito estará afetando também a outros clientes.

3.3.6 Curto na Tubulação

No caso do curto na tubulação os técnicos e eletricitistas informam aos clientes da necessidade de um eletricitista particular para conserto da tubulação danificada. O cliente fica desenergizado enquanto não providenciar a nova tubulação. O mesmo deve retornar a ligação quando o problema estiver sanado para que seja religada a sua UC.

3.3.7 Atuação em elo fusível

O rompimento de um ou mais elos fusíveis trata-se da atuação da proteção primária decorrente de um defeito na rede primária de distribuição - RDP, nos enrolamentos do trafo ou na RDS quando não existir proteção secundária. A atuação de um elo fusível (Figura 1) não provoca a interrupção de fornecimento, mas provoca subtensões sustentadas em duas fases com valores complementares em relação à tensão nominal. No caso, da atuação de mais de um elo fusível há interrupção de fornecimento em todos os consumidores atendidos pelo transformador.

Verificado a atuação de um ou mais elos fusíveis deve-se fazer inspeção visual nos componentes do circuito para verificar alguma anormalidade. Começando pelo poste, verifica-se a continuidade nas ligações, no transformador averiguam-se seus bornes secundários e isoladores além de possíveis deformações na carcaça. Por fim, verifica-se na RDS se há objeto na rede, condutor partido, curto-circuito em condutores e nas medições. Se a chave da atuação do elo fusível pertencer ao transformador é obrigatória a inspeção da chave fusível que deriva pro mesmo, pois os elos podem estar rompidos na chave de derivação. Encontrado o defeito, faz-se o reparo e repõe-se o(s) elo(s) da chave fusível para normalização dos clientes.

Após a execução do serviço, sugerem-se as medições de tensão e corrente instantânea no barramento do transformador com o objetivo de verificar seu carregamento e o desequilíbrio de cargas existente para possíveis correções.



Figura 1 - Atuação de elo Fusível.

3.3.8 Vegetação sobre a rede

Os galhos e ramos das árvores em contato com a rede elétrica (Figura 2) podem constituir riscos de acidentes para as pessoas, para animais e para as instalações elétricas da COELCE provocando a interrupção do fornecimento de energia.

Na execução do serviço, é necessária a comunicação do desligamento da rede ao Centro de Operação de Distribuição - COD nas condições da tarefa que representar riscos aos trabalhadores. Localizam-se as vegetações sobre a rede e efetua-se uma inspeção minuciosa na árvore verificando a existência de insetos. Executa-se a poda com os materiais e ferramentas adequados examinando os locais dos galhos e ramos a serem podados. Deve-se obedecer a padrões estéticos descritos pela norma da concessionária. Realizada a poda acondiciona materiais e ferramentas e normaliza o circuito rearmando a proteção secundária ou repondo os elos atuados nas chaves fusíveis do trafo e/ou derivação.



Figura 2 - Vegetação sobre a rede.

3.3.9 Condutor partido

Os condutores partidos (Figura 3) são causas das ocorrências que põem em risco as pessoas, os animais e instalações dos consumidores e da COELCE. Essas ocorrências são prioridades de atendimento no sentido de evitar riscos iminentes de perda de vida humana.

Nesse tipo de ocorrência, localiza-se a estrutura do condutor partido. Depois de localizada, elimina-se o risco de choque elétrico desligando o sistema e efetua-se uma

inspeção visual na estrutura, nos condutores e conectores com o objetivo de verificar o motivo do rompimento dos condutores. Selecionam-se as ferramentas e materiais necessários para execução do serviço como: moitão, esticador, luvas de emenda, alicate de compressão e alças preformadas para cabos de distribuição além de cabo. Realizam-se as emendas nos condutores e instala-se o moitão com esticador a fim de realizar o nivelamento e tensionamento dos condutores. Por fim, faz-se a amarração dos condutores aos isoladores de roldana através das alças preformadas de distribuição. Feito isso, o sistema é normalizado através da proteção secundária ou repondo os elos atuados nas chaves fusíveis do trafo e/ou derivação.



Figura 3 - Conductor partido.

3.3.10 Objeto estranho na rede

Outro fator muito comum causador de desligamentos é a presença de objetos estranhos na rede (Figura 4). Na execução do serviço, localiza-se o objeto estranho na rede, verificando a posição do mesmo, e solicita-se ao COD permissão para desligamento da rede. Desliga-se a rede, segundo as normas de segurança, e arma-se vara de manobra para retirada do objeto estranho. Depois de retirado o objeto estranho religa-se o sistema e acondicionam-se as ferramentas e materiais utilizados.

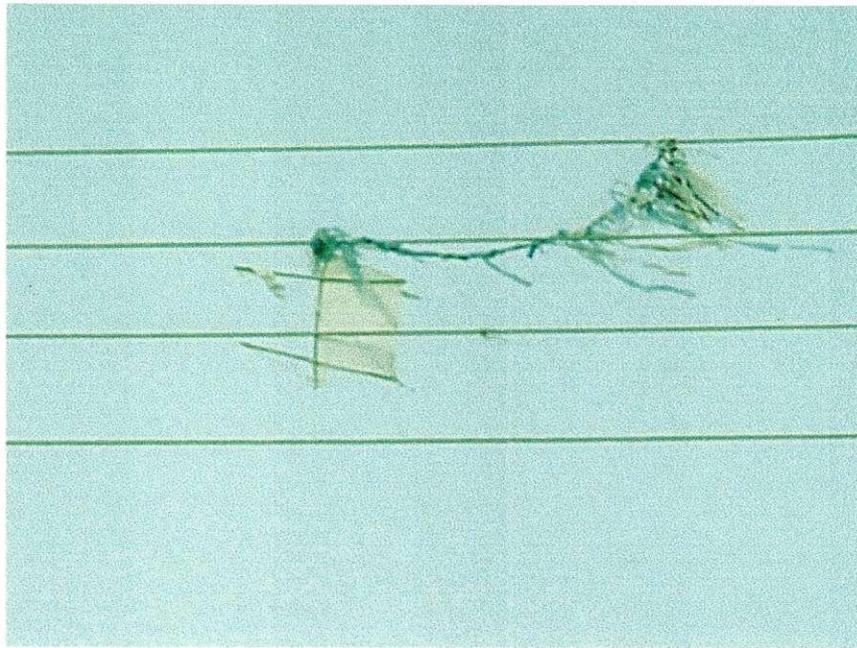


Figura 4 - Presença de objetos na rede.

3.3.11 Disjuntor de trafa disparado

Constatado a atuação da proteção secundária, deve-se percorrer minuciosamente a rede de distribuição secundária - RDS fazendo inspeção visual no circuito de Baixa Tensão - BT: Verifica-se a caixa de proteção do transformador a fim de encontrar o defeito (vazamento de óleo, rompimento de condutores, isoladores quebrados e continuidade das ligações) que causou o disparo do disjuntor do trafa. Encontrado o defeito, selecionam-se os materiais e as ferramentas a serem utilizados e executa-se serviço de acordo com as normas de segurança. Por fim, normaliza-se o circuito através do religamento do disjuntor de proteção.

4 Apresentação e análise dos dados coletados

Os dados das ocorrências no sistema de distribuição da Companhia Energética do Ceará - COELCE, atendidas pela equipe de manutenção emergencial, referem-se aos meses de Novembro e Dezembro de 2005 e Janeiro de 2006.

Segundo o CODI (1982), as solicitações ou pedidos de informações dos consumidores, tanto referentes a interrupções, como a quaisquer outras anormalidades no fornecimento de energia elétrica, são feitas, normalmente por telefone. A COELCE, através de seus funcionários, faz a triagem dos dados e pelo sistema informatizado envia as informações aos COD's. O COD é o setor responsável pela análise das informações recebidas, pela localização da área onde ocorrer os defeitos e pela distribuição dos serviços às equipes de manutenção emergencial para o pronto restabelecimento do sistema.

A equipe de manutenção emergencial faz plantão 24 horas atendendo ocorrências nas cidades de Juazeiro do Norte e circunvizinhas. Ela é composta por 10 profissionais, um total de cinco equipes, que trabalham em escala de revezamento 6 horas por dia.

As atividades da equipe de manutenção emergencial de Juazeiro do Norte ocorreram na região do Cariri, precisamente nas cidades de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha. As Figuras 5 e 6 ilustram o quantitativo das ocorrências nos alimentadores das Subestações de Juazeiro, Crato e Barbalha:

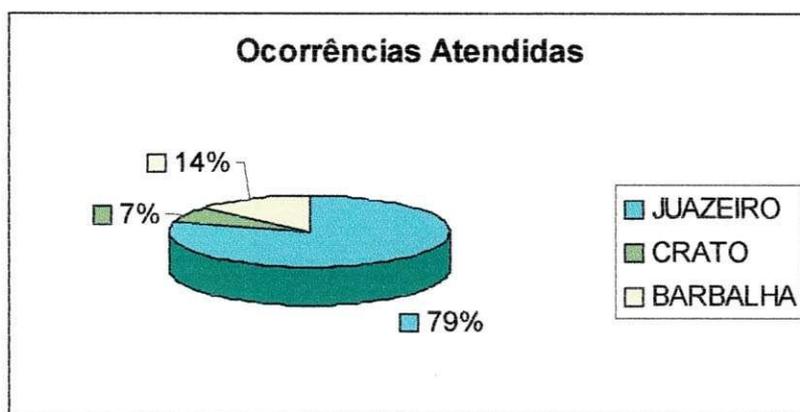


Figura 5 - Ocorrências atendidas pela equipe de plantão na rede de distribuição.

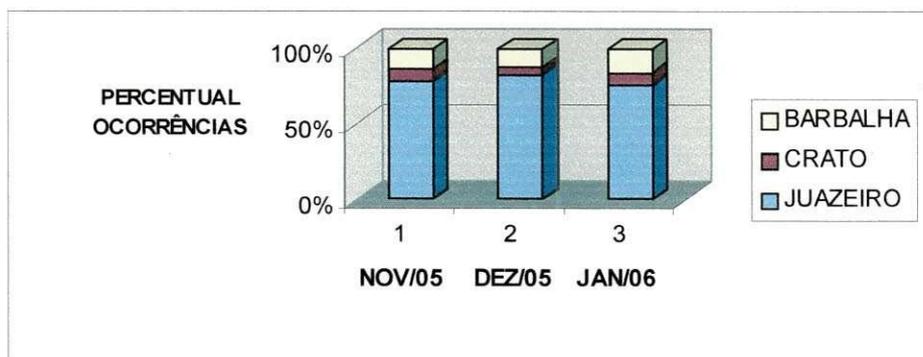


Figura 6 - Ocorrências atendidas, mensalmente, pela equipe de plantão na rede de distribuição.

Analisando os gráficos, verifica-se que os atendimentos das ocorrências foram predominantes na rede de distribuição das cidades de Juazeiro (79%) e Barbalha (14%).

A maior parcela de atendimentos aconteceu em Juazeiro por se tratar de uma grande cidade, com alta densidade de carga e maior número de alimentadores. A pequena quantidade de atendimentos a cidade do Crato (7%) explica-se pelo fato da cidade possuir equipe de manutenção emergencial própria, sendo assim, a equipe de Juazeiro desloca-se, apenas, em condições de contingência.

A natureza das ocorrências atendidas pela equipe de manutenção emergencial de Juazeiro do Norte no sistema de distribuição COELCE pode ser verificada na Figura 7:

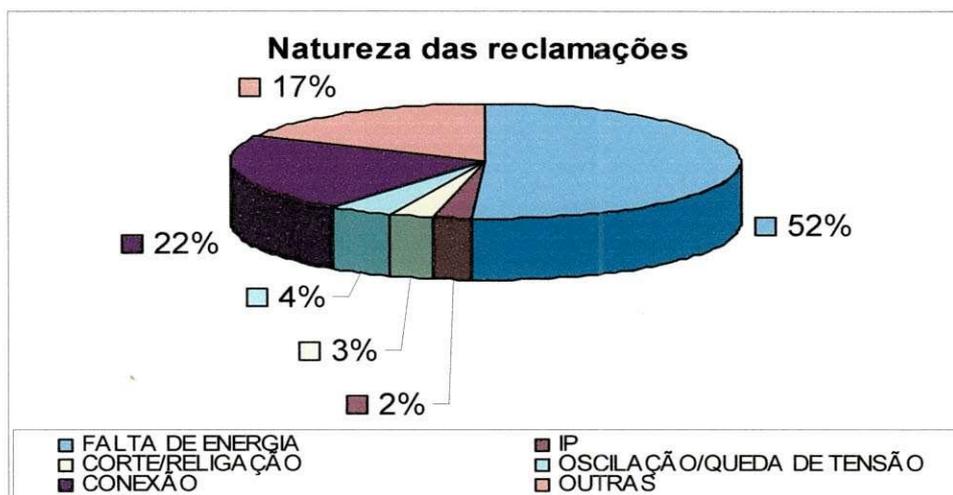


Figura 7 - Natureza das reclamações.

Observa-se na Figura 7, para as ocorrências atendidas pela equipe de manutenção emergencial, os três principais itens de reclamações:

- **Falta de Energia:** Refere-se à interrupção de fornecimento de energia elétrica em consumidores. A interrupção pode ocorrer em um consumidor, por exemplo, decorrente de defeito nas instalações internas ou em vários consumidores devido às falhas nos componentes do sistema de distribuição. As causas das interrupções são inúmeras: Cabo partido, ramal de ligação quebrado, descargas atmosféricas, animal na rede, vegetação sobre a rede, falha em equipamentos, defeito na UC, etc;
- **Outras:** Nesse tipo de reclamações encontram-se os postes prestes a cair, cabos de telefonia, questionamento das tarifas de energia elétrica, solicitação de troca de componentes desgastados, por exemplo, ramal de ligação ressecado e medidores antigos, etc;
- **Conexão:** O defeito de conexão é comum e ocorre devido o mau contato dos condutores de fase e neutro na rede de distribuição secundária e nas instalações do consumidor. O mau contato do condutor de fase e neutro provoca subtensões e sobretensões, respectivamente.

Os outros itens verificados são menos comuns. Os casos de oscilação, queda de tensão e tensão elevada refletem principalmente no item de qualidade de energia elétrica, pois as tensões devem estar dentro de limites aceitáveis que correspondem a 201-229V(Tensão fase-neutro) e 348-396V(Tensão fase-fase) se as tensões estiverem dentro desse intervalo é considerado o fornecimento normal, caso-contrário, a concessionária deve tomar alguma medida para normalizar os consumidores. As medidas podem ser: Elevação de TAP dos transformadores, reaperto de conexões ou substituição de conectores oxidados para reduzir a queda de tensão, balanceamento de cargas, etc.

A religação trata-se da normalização dos clientes e o corte é a interrupção de fornecimento devido o não pagamento das faturas de energia elétrica.

As reclamações de iluminação pública - IP surgem principalmente devido às falhas dos componentes de iluminação (lâmpadas, reatores, bases para relés fotoelétricos, relés fotoelétricos, etc) provocando o desligamento das luminárias no período noturno e também a permanência de luminárias acesas no período diurno. A COELCE possui uma equipe de IP para normalizar as Reclamações de Iluminação Pública - RIP's, portanto, a equipe de manutenção emergencial executa RIP's quando não há contingência no sistema de distribuição.

A confiabilidade e continuidade do serviço no sistema de distribuição podem ser gradativamente aumentadas encontrando os pontos falhos no sistema e corrigindo-os. Através de dados importantes podemos analisar o comportamento do sistema e tomar providências cabíveis para a melhora dos índices de continuidade. A Figura 8 ilustra a estatísticas das ocorrências:

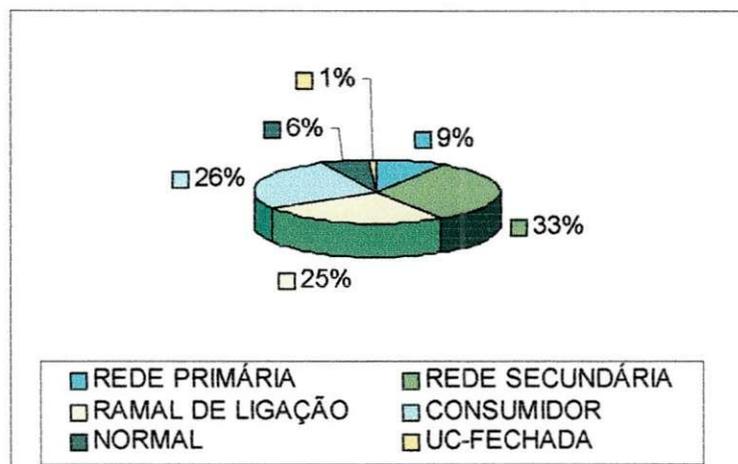


Figura 8 - Estatísticas das ocorrências.

Observa-se na Figura 8, que os componentes do sistema de distribuição da COELCE, região do Cariri, onde ocorreu maior número de falhas nas ocorrências atendidas foram: a rede de distribuição secundária (33%), instalações do consumidor (26%) e ramal de ligação (25%). A partir destas informações e utilizando o bom senso a concessionária deve concentrar investimentos, principalmente, para redução de ocorrências nos componentes da rede secundária e ramal de serviço.

O conhecimento dos alimentadores afetados é uma ferramenta bastante importante no combate aos altos índices de ocorrências. Através da análise dos dados e conclusões obtidas é necessário tomar algumas medidas no intuito de reduzir as causas dos desligamentos não programados. As figuras 9, 10 e 11 ilustram a proporção de ocorrências nos alimentadores das Subestações-S/E's de Juazeiro, Crato e Barbalha:

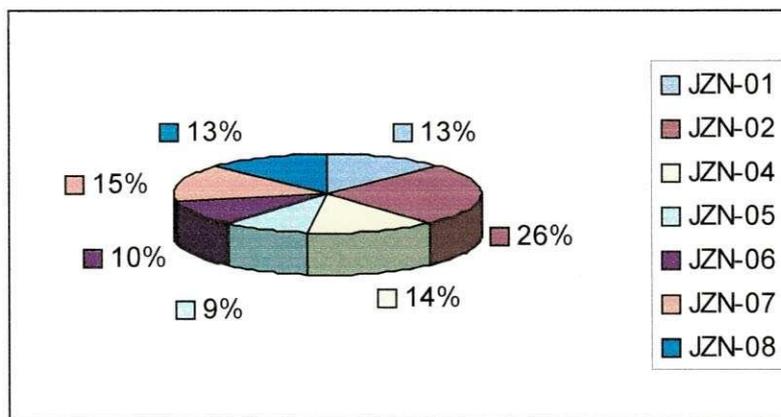


Figura 9 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Juazeiro.

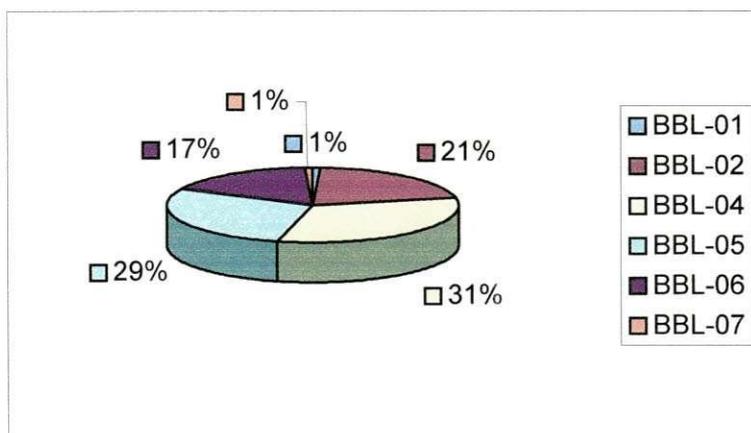


Figura 10 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Barbalha.

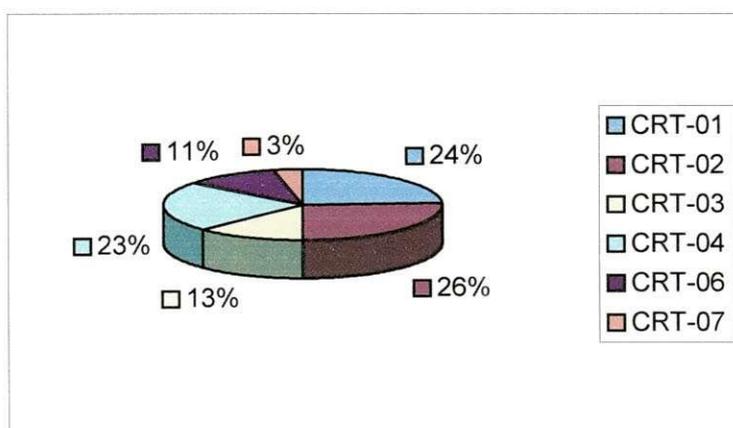


Figura 11 - Incidência de defeitos nos alimentadores da subestação Crato.

Analisando as Figuras 9, 10 e 11 é possível verificar quais os alimentadores apresentam um número elevado de ocorrências no sistema de distribuição. No gráfico da figura 8, os alimentadores críticos da S/E-Juazeiro foram JZN-02 e JZN-07 e isso se deve

ao fato dos alimentadores serem rurais e longos, onde há maior incidência das ocorrências com causas de vegetação sobre a rede elétrica. Além disto, o desequilíbrio de cargas é maior devido o número de ramais monofásicos emergentes do tronco para alimentação dos consumidores rurais, esse fenômeno provoca sobreaquecimento nos condutores e diminuição da vida útil de equipamentos. O desbalanceamento de carga no alimentador provoca maior queda de tensão na fase sobrecarregada originando reclamações dos consumidores de queda de tensão. Nos alimentadores da S/E de Barbalha as ocorrências atendidas concentraram-se nos alimentadores BBL-02, BBL-04 e BBL-05 com 81% do total das ocorrências. Por fim, observando o gráfico da Figura-07 nos alimentadores do Crato os mais atendidos foram: CRT-01, CRT-02 e CRT-04 reunindo 73% dos casos atendidos.

A prática de inspeções é atividade importante na redução dos desligamentos. Os alimentadores com os maiores índices de falhas em seus circuitos (JZN-02, JZN-07, BBL-02, BBL-04, BBL-05, CRT-01, CRT-02 e CRT-04) deverão ser inspecionados com o intuito de encontrar anormalidades nos componentes e execução da manutenção programada. A manutenção programada (preventiva) não é tão dispendiosa quanto a manutenção não-programada (corretiva). A ação corretiva demanda tempo e recursos além do não faturamento decorrente da interrupção.

5 Medidas mitigadoras

As medidas mitigadoras objetivam diminuir o número de ocorrências no sistema de distribuição e melhorar seu desempenho e confiabilidade.

Fora visto que uma das causas das ocorrências no sistema de distribuição foi a vegetação sobre a rede. Os temporais aliados às vegetações sobre a rede provocam curto-circuitos nas redes de distribuição ocasionando desligamentos, queima de componentes e rompimento de cabos. Para essa modalidade de ocorrência devem-se estabelecer inspeções minuciosas nas redes primária e secundária com o intuito de detectar as podas críticas e executá-las o mais rápido possível. Dessa forma, o número de desligamentos não programados no sistema será minimizado.

As podas devem ser realizadas obedecendo aos padrões estéticos descritos pela norma da concessionária e dos órgãos ambientais.

As ocorrências causadas por condutores partidos são freqüentes e indesejáveis no sistema de distribuição. Originam - se das péssimas condições dos condutores e correntes de falta. Para redução do número de ocorrências com cabos de distribuição partidos faz-se necessário realizar inspeções nos circuitos de MT e BT, de preferência os antigos, a fim de encontrar algumas anormalidades como condutores ressecados, danificados, etc. De posse das anormalidades é obrigatória a realização de "recondutoramento" dos trechos de RDP e secundária com objetivo de eliminar os riscos de acidentes e reduzir os desligamentos.

Outra causa das ocorrências, muito comuns, são os vendavais. Nas inspeções em alimentadores é fácil verificar o fato dos condutores nus estarem mal tensionados e conseqüentemente com afastamentos entre si fora dos valores fixados por norma. As ações dos ventos em vãos com condutores nus desnivelados provocam o entrelaçamento dos cabos (Figura 12). O renivelamento e tensionamento dos condutores e a utilização do espaçador de fases são medidas eficazes na redução do número de interrupção de fornecimento, principalmente em dias de chuvas e vendavais.



Figura 12 - Condutores nus entrelaçados.

Os defeitos em conexão de fase e/ou neutro são corriqueiros e podem ser atenuados através da substituição e reaperto das conexões, periodicamente. Além de reduzir as perdas no sistema de distribuição, reduz a queda de tensão e o número de consumidores afetados por esse defeito.

Os fenômenos naturais (descargas atmosféricas) não podem ser controlados pelo homem, porém, suas conseqüências podem ser reduzidas através da utilização de proteções contra sobretensões (para-raios) em todos os equipamentos da rede de distribuição (Transformadores, reguladores de tensão, bancos de capacitores, chaves seccionadoras, religadores de linha, etc) e de um eficaz sistema de aterramento para escoar as sobretensões indesejáveis e limitar o deslocamento do neutro, por ocasião de faltas fase-terra. A inexistência de aterramento ou sua deficiência produz flutuações do neutro da rede, ocasionando desequilíbrio de tensão. Portanto, é necessário fazer inspeção nos alimentadores verificando a existência de para-raios nos equipamentos e realizar medições de resistência de aterramento verificando se os valores registrados condizem com os prescritos por norma. Conforme Sólton (1981), “se a medição comprovar que o valor da resistência estiver elevado, é preciso modificar o aterramento para melhor, isto é, para ter menor resistência de terra”. Ainda segundo Sólton (1981), “há na prática vários processos com essa finalidade, sendo quatro deles os mais utilizados”:

- Aprofundamento de hastes de aterramento;
- Aumento da quantidade de hastes em paralelo;
- Tratamento do solo;
- Aumento da área própria das hastes de aterramento.

Atualmente, as redes de distribuição secundárias estão sendo ampliadas com uso de condutores multiplexados. O emprego destes condutores evita interrupções de fornecimento de energia elétrica causados por objetos na rede, animais na rede, vendavais, vandalismo, etc. O único ponto falho verificado, na rede multiplexada, é na instalação das conexões. Muitas vezes a garra do conector perfurante não faz um contato confiável e eficaz, originando ocorrências no sistema.

Do ponto de vista econômico, as manutenções preventivas têm um papel relevante devido a rapidez na solução dos problemas e não exigência de grandes investimentos. Além disto, o dispêndio financeiro é menor em relação à manutenção corretiva. As podas, os tensionamento de cabos, as substituições e reapertos de condutores são atividades financeiramente viáveis. Entretanto, algumas medidas redundam, normalmente, em projetos e orçamentos de investimentos no sistema de distribuição e podem ser mais demoradas, por exemplo, os recondutoramentos, as substituições ou instalação de equipamentos, redivisão de circuitos, etc.

A redução de perdas e o uso racional da energia são medidas para eficiência energética. São várias as medidas eficientes na redução de perdas, dentre elas podemos citar: Correto dimensionamento de equipamentos e linhas de distribuição, manutenção do nível de tensão, controle do fluxo de reativo, correção do desequilíbrio de fases e sistema eficiente de iluminação pública. O uso racional da energia é incentivado pelas concessionárias de energia elétrica através de programas de conscientização. As propagandas e os comerciais são práticas constantes das empresas fornecedoras de energia objetivando esclarecer aos clientes a importância do uso racional da energia

Por fim, deve-se atentar a preocupação ambiental. Ultimamente, a ação poluidora do homem tem causado impactos ambientais. Algumas dessas ações são: Poluição visual, sonora, geração de resíduos sólidos, destruição de cobertura vegetal, etc. Deste modo, as concessionárias de energia elétrica devem incorporar custos ambientais nos empreendimentos de distribuição (custos de ações, medidas e programas para evitar, mitigar e compensar os impactos) objetivando reduzir o impacto ambiental.

6 Conclusão

Neste trabalho, foi apresentado o tema ocorrências no sistema de distribuição com enfoque especial a qualidade da energia elétrica. A qualidade da energia elétrica trata-se de um assunto bem significativo e atual. O estudo nessa área tem sido intensificado objetivando fornecer suprimento contínuo e qualificado aos clientes.

A base do estudo consistiu nos dados e análises das ocorrências no sistema de distribuição. A análise é muito importante à medida que cria subsídios para encontrar os pontos falhos. Através dos dados técnicos das ocorrências do sistema de distribuição (Natureza das reclamações, Estatísticas das ocorrências, alimentadores afetados) foi possível verificar os pontos críticos do sistema e estabelecer possíveis medidas mitigadoras.

Percebe-se que muitas das ocorrências no sistema de distribuição ocorrem devido às condições dos circuitos da concessionária. A existência de condutores antigos, ressecados pela ação do tempo, e com limite térmico extrapolado pelas várias correntes de falta propicia a quebra de cabos após um defeito mais intenso. Os condutores desnivelados proporcionam desligamentos em dias com vendavais, as conexões de parafusos oxidam facilmente provocando perdas de energia e reclamações dos consumidores devido as tensões de fornecimento fora dos prescritos por norma. Além disto, os fenômenos naturais, as árvores, animais e objetos causam desligamentos constantes na rede de distribuição.

Nesse contexto, surgem as medidas preventivas (manutenção preventiva) como ações, mitigadoras, realizadas após as inspeções que proporcionam melhor operação do sistema, menor frequência de desligamentos, melhorando a visão da concessionária em relação ao consumidor.

Portanto, a qualidade do serviço das concessionárias está relacionada às ocorrências no sistema de distribuição. Um eficiente estudo das ocorrências proporciona subsídios para melhora da confiabilidade e desempenho do sistema. Vale ressaltar a importância das inspeções nas redes de distribuição e execução de medidas mitigadoras na redução de desligamentos e gastos das concessionárias.

7 Bibliografia

- [1] ANEEL, Resolução 024/2000, Continuidade de Distribuição de Energia Elétrica.
- [2] KAGAN, Nelson Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, Edgard Blucher, 2005;
- [3] Eletrobrás-Comitê de distribuição Manutenção e operação de sistemas elétricos, Campus, 1982;
- [4] Eletrobrás-Comitê de distribuição Proteção de sistemas aéreos de distribuição, Campus, 1982;
- [5] Procedimentos de execução PEX, Execução de atendimento emergencial em redes aéreas de média tensão desenergizada e baixa tensão energizada ou desenergizada, PEX-010/2005 R-08.
- [6] FERREIRA, Juliana Duarte. Ocorrências no sistema CELB: identificação e proposição de medidas mitigadoras. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica (Orientado pelo professor Benedito Antonio Luciano). Campina Grande, 2004.
- [7] MEDEIROS FILHO, Sólton de. Fundamentos de medidas elétricas. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981