



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Engenharia da Confiabilidade – Análise Sistêmica de Falhas

Júlio Cezar Freire de Menezes
Coelce – Companhia Energética do Ceará
jcezar@coelce.com.br

PALAVRAS-CHAVE

Falhas;
Desempenho;
Manutenção;
Reiteradas;
Confiabilidade.

RESUMO

Estudando as causas das saídas dos Alimentadores do Departamento de Manutenção Metropolitando, percebeu-se que o número de saídas diminuiu, porém houve um aumento nas reclamações massivas, aumentando os gastos com manutenção corretiva e dificultando os investimentos no sistema elétrico. Gastamos mais de 70% do POA com manutenções corretivas. Além disso, a resposta esperada com a redução do número de saídas não foi satisfatória. Concluimos que o número de reclamações massivas originava-se do grande número de saídas reiteradas em nossos ramais de Média Tensão.

Baseado nessa conclusão, montou-se um grupo de colaboradores do Departamento, que se reúne uma vez por semana para se discutir as causas reais das saídas nos alimentadores, atuando fortemente na causa da causa, ou seja, com a adoção de critérios de análise estudadas pelo Departamento, define-se um direcionamento das inspeções e manutenções.

Alguns dos critérios são:

- Parte 1 - Analisar as saídas reiteradas em ramais nos últimos dois meses, desde junho até outubro, inspecionar e corrigir definitivamente os problemas.
- Parte 2 - Analisar os ramais que saíram no início do ano (inverno - Janeiro a Maio), corrigir os possíveis problemas que poderão ocorrer no ano subsequente, como forma de preparação do sistema para o inverno.

1. INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem como um de seus objetivos garantir a qualidade da energia, incentivando as distribuidoras de energia a evitarem ao máximo a ocorrência de

falhas. Dentro deste contexto, este trabalho apresenta uma metodologia para mapeamento do processo de formação de falhas, através da definição dos conceitos de falha e causa, bem como a formação de uma equipe para a realização de constantes análises, visando a padronização e parametrização de falhas e causas, agrupadas em grupos de afinidades por regiões (grupos de falhas e origens de causas). Por fim, a metodologia apresenta o uso do diagrama sistemático de causa e efeito para a representação da lógica da gênese da falha, e o resultado que se espera com a formação da equipe de trabalho com as análises periódicas das causas e o disciplinamento de acordo com a sazonalidade dos problemas apresentados no Sistema Elétrico de Distribuição do Departamento de Manutenção de Média e Baixa Tensão Metropolitano da Coelce.

A crescente necessidade de melhorar a qualidade de produtos e a satisfação dos clientes tem popularizado vários métodos e técnicas que visam melhorar a confiabilidade de produtos e processos, ou seja, aumentar a probabilidade de um item desempenhar sua função sem falhas.

Dentre estas técnicas, destaca-se o FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), que atualmente é amplamente utilizado nas indústrias de manufatura, em grande parte devido à exigências de normas de qualidade tais como a ISO 9000 e a QS 9000.

Outra destas técnicas é a análise da árvore de falhas (Fault Tree Analysis – FTA), que visa melhorar a confiabilidade de produtos e processos através da análise sistemática de possíveis falhas e suas conseqüências, orientando na adoção de medidas corretivas ou preventivas.

1.1 Falhas e Causas

De acordo com Rausand e Oien (1996), a falha representa um conceito fundamental para a análise de confiabilidade, sendo a falha definida como o término da habilidade de um item para o desempenho de uma requerida função. A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência.

O termo "falha" é frequentemente confundido com os termos "falta" e "erro". Segundo Rausand e Oien (1996), existem várias definições para estes termos. De acordo com o IEC 50 (191), International Electrotechnical Commission, um erro é a discrepância entre um valor (ou condição) medido, observado ou computado, e a verdade (especificada ou teoricamente correta). Um erro não é uma falha pelo fato de estar dentro de limites aceitáveis de desvio de um desempenho desejado (valor alvo). Ainda de acordo com o IEC 50 (191), a falha é o evento onde a função requerida é interrompida, excedendo os limites aceitáveis, enquanto a falta é o estado de um item caracterizado pela impossibilidade de desempenhar uma requerida função, excluindo as situações de parada por manutenção preventiva (ou ações programadas) e paradas por falta de recursos externos. A falta é, portanto, um estado conseqüente. A Figura 01 demonstra a relação entre falha, erro e falta.

Ainda de acordo com o IEC 50 (191), a causa da falha pode ser definida como sendo a circunstância, durante o projeto, manufatura ou uso, na qual tenha conduzido à falha. A causa da falha é parte necessária da informação para evitar a falha ou sua recorrência.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Ferramentas de Controle da Qualidade

Para o mapeamento de falhas proposto neste artigo, faz-se uso da combinação de duas ferramentas de controle da qualidade: o diagrama de afinidades e o diagrama de

árvore (ou diagrama sistemático). De acordo com Mizuno (1993), sete ferramentas de controle foram agrupadas, sendo denominadas de 7 ferramentas de controle da qualidade. Nos anos 80, novas sete ferramentas foram compiladas, constituindo 14 ferramentas (com as sete antigas). Estas ferramentas estão representadas na Tabela 01.

Segundo He et al. (1996), as sete novas ferramentas não são tão conhecidas quanto às sete antigas ferramentas, porque as novas ferramentas estão mais no plano estratégico da qualidade, sendo mais qualitativas e com suas formatações ainda em aberto. As novas ferramentas iniciaram uma nova era na qualidade, baseada em dois requerimentos fundamentais: a criação de valor agregado acima das necessidades dos clientes e a prevenção de falhas no reconhecimento das necessidades dos clientes, ao invés da retificação.

2.1.1 Diagrama de Afinidade

O Diagrama de Afinidade, segundo Mizuno (1993), esclarece problemas ou situações importantes, cujo estado inicial é confuso, desordenado ou inexplorado. Dados verbais coletados sobre o problema são agrupados em diversos conjuntos segundo suas afinidades e relações naturais. Deste modo, consegue-se uma maior compreensão da situação e sua consideração sob novos enfoques, estimulando a criatividade e o surgimento de novas idéias.

De acordo com He et al. (1996) e Anjard (1995), o diagrama de afinidade é uma ferramenta de brainstorming, utilizada para agrupar fatos, opiniões, idéias, de acordo com alguma forma de afinidade natural. Esta ferramenta coleciona um grande número de idéias, opiniões, informações e organiza estes dados, agrupando através de um relacionamento natural entre cada item.

A idéia do Diagrama de Afinidades converge para o trabalho em equipe, já que o problema de organização de idéias aparece quando várias pessoas se manifestam sobre um mesmo tema. O processo de agrupamento é lento, pois é preciso captar a essência de cada uma das idéias, em cada um dos dados. É, portanto, conveniente que se esteja bem seguro de que o tema é adequado a esse tipo de trabalho. Esta atividade de agrupamento está representada na Figura 02.

Um mesmo evento pode ser definido por diversos nomes a_i ($i = 1$ até n) pelos departamentos, conforme mostra a Figura 02. Compete à equipe definir o evento e nomeá-lo por um nome padrão (falha A). Definidas as falhas, estas são então agrupadas de acordo com suas afinidades (grupo C, contendo a falha A e B). No trabalho realizado, as falhas foram agrupadas em Grupos de Falhas, assim como foram criados Origens de Causas. Esta questão será discutida no item "modelo de mapeamento de falhas", do presente artigo.

2.1.2 Diagrama De Árvore

A apresentação da falha e seu encadeamento lógico com suas causas se dão através do Diagrama de Árvore. De acordo com He et al. (1996), o diagrama de árvore (diagrama de hierarquia, ou diagrama sistemático) é utilizado de maneira top-down, para detalhar um evento de topo em sucessivos níveis.

O diagrama de árvore representa acontecimentos na forma de uma árvore e seus

galhos. De acordo com Mizuno (1993), quando se seleciona os meios para alcançar uma meta, é necessário estabelecer os meios secundários para este fim; então os meios principais se tornam as metas dos meios secundários. Este comportamento demonstra a dualidade dos elos intermediários da árvore.

O uso de um diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa, ou "espinha de peixe") é simples e eficaz, porém apresenta algumas dificuldades, sobretudo quando existe um número elevado de causas. Nestes casos, uma possível solução é ordenar as causas e os efeitos na forma de um diagrama de árvore. Este diagrama, que expressa as causas e seus efeitos é denominado diagrama sistemático de causa e efeito, e será utilizado neste trabalho.

2.2 Mapeamento de Falhas

2.2.1 Modelo de Mapeamento de Falhas

Para esta pesquisa o método contemplado é a pesquisa-ação. Segundo Bryman (1989) pesquisa-ação é uma abordagem para pesquisas sociais aplicadas nas quais a ação do pesquisador e o objeto de pesquisa interagem para o desenvolvimento de um diagnóstico e de uma solução para o problema. Segundo Ganim (2003), a atividade de distribuição tem suas instalações compostas de linhas, redes, subestações e demais equipamentos associados, em tensões inferiores a 230 kV, ou instalações em tensão igual ou superior, quando especificamente definidas pela Aneel.

A Figura 03 apresenta o modelo desenvolvido e utilizado para o mapeamento de falhas. Este mapeamento apresenta como resultado as árvores de falhas com os elos padronizados e parametrizados. De acordo com a Figura 03, o modelo está assim dividido:

a) Formação da equipe

O mapeamento de falhas constitui um trabalho de equipe envolvendo não somente o pesquisador, mas também membros da própria organização, já que se pretende utilizar ao máximo o raciocínio multidirecional. Tem-se a intenção de obter um diagrama que faça uma descrição bastante ampla do tema. Portanto, é conveniente que a equipe seja multidisciplinar e multidepartamental.

b) Conceituação de "falha" e "causa"

Após a formação da equipe, torna-se necessário esclarecer aos membros da equipe os conceitos de falha e causa, para evitar problemas do mau uso das duas expressões. Esta etapa é fundamental para a construção da lógica da árvore.

c) Padronização de falhas

Para o levantamento das falhas e suas causas são realizados brainstormings com os membros do grupo. Inicialmente, a equipe define as falhas do processo e as divide em grupos de afinidade.

A Figura 04 exemplifica um agrupamento nomeado "Interrupção no fornecimento de energia". "Qualidade da energia" e "Qualidade do atendimento" também pode ser citados como agrupamentos de falhas afins.

Ao considerar a "Interrupção do fornecimento de energia" como uma falha, e não como um conjunto, haveria a ocorrência de uma ramificação muito extensa para as causas primárias (rompimento do elo fusível, sobrecarga, etc.). Portanto, no grupo (ou conjunto) "Interrupção do fornecimento de energia", existem várias falhas cuja afinidade consiste no fato de provocarem (efeito percebido) interrupção no fornecimento de energia. A padronização, mais do que a montagem de grupos, significa a criação de uma semântica da falha (nome e descrição).

d) Definição das origens das causas

Ainda utilizando a idéia do diagrama de afinidades, são definidas as origens das causas. As origens são grupos, com características afins, que originam todos os efeitos subsequentes, até a consequência final, a falha. Esta definição permite criar uma convergência dos ramos da árvore até as origens padronizadas de causas. A Tabela 02 representa as origens definidas.

Cada origem apresenta características comuns entre as causas, apresentando, portanto, similaridades nas intervenções gerenciais.

e) Diagrama sistemático de causa e efeito

Quanto à construção do diagrama sistemático de causa e efeito, pode-se dizer que este é um processo trabalhoso e lento. Sua construção é evolutiva, isto é, acompanha a evolução da equipe no entendimento do tema. O diagrama sistemático de causa e efeito apresenta um comportamento dual dos elos. Cada elo intermediário (meio da árvore) assume um papel de causa/efeito. O elo inicial (cabeça da árvore) apresenta identidade única, de falha (efeito). Os elos finais (pés das árvores) também apresentam uma identidade única, de causa, conforme mostra a Figura 05. Cada elo da árvore é então parametrizado, sendo caracterizado por um conjunto de informações. Vale ressaltar que apenas nos elos finais são parametrizadas as origens.

A Figura 06 representa um diagrama sistemático de causa e efeito, construído a partir da falha "Defeito na conexão dos bornes do medidor", do grupo de falhas "Interrupção do fornecimento de energia".

A Figura 07 representa um diagrama sistemático de causa e efeito, construído a partir da falha "Queima em Trafo", do grupo de falhas "Interrupção do fornecimento de energia".

2.3 Análise Sistêmica de Falhas no Departamento de Manutenção Metropolitano

2.3.1 Histórico de Desempenho com relação ao DEC e FEC

O Departamento de Manutenção de MT e BT Metropolitano vêm obtendo resultados surpreendentes com relação aos índices DEC e FEC. As tabelas 03 e 04 mostram o desempenho desde janeiro de 2004 até outubro de 2007.

A tabela 03 mostra o desempenho do Demem com relação ao Índice de DEC (Duração Equivalente por Consumidor). Conseguimos uma redução de 28,09% de 2005 com relação a 2004 (28,65h para 20,60h). De 2006 com relação a 2005 obtemos uma redução de 1,16% (20,60h para 20,36h). Isso por conta do aumento pluviométrico da Região Metropolitana, comprometendo os meses de Fevereiro a Maio. Este ano, já estamos com 15,07% de redução com relação a 2006, até o mês de outubro de 2007.

A tabela 04 mostra o desempenho do Demem com relação ao Índice de FEC (Frequência Equivalente por Consumidor). Conseguimos uma redução de 18,56% de 2005 com relação a 2004 (17,80 para 14,49). De 2006 com relação a 2005 obtemos uma redução de 15,88% (14,49 para 12,19). Este ano, já estamos com 21,03% de redução com relação a 2006, até o mês de outubro de 2007. Até agora está sendo a maior redução de FEC da história do Departamento.

Este resultado deve-se ao aumento significativo das manutenções nas linhas de Média Tensão, intensificando os trabalhos de manutenção corretiva programada, cumprindo com folga o MQS, buscando metas ousadas e principalmente dando condições aos Centros de Serviços de realizarem seus serviços programados com o aumento significativo de “Turmas Pesadas”, capazes de concluir grandes recondutoramentos e isolamentos das linhas que comprometiam a segurança principalmente durante o inverno. Além disso, foram feitos planejamentos anuais que pudessem cumprir os custos anuais, sem comprometer os orçamentos anuais do Departamento, com a implementação de uma nova sistemática de atendimento na Região de Baturité e re-dimensionamento do número de equipes e hora de entrada e saída das turmas nos Centros de Serviços de Cascavel, Caucaia, Horizonte e Maracanaú.

2.3.2 Manutenção por Foco

A partir de 2006, iniciou-se o Planejamento da Manutenção por Foco, traçando objetivos baseados no desempenho por alimentador, de acordo com as necessidades operacionais (Facilitando as manobras), Segurança do Trabalho (Grandes Recondutoramentos por necessidade de manobra do PRS e Melhoria dos índices de DEC e FEC), que possibilitasse o cumprimento do POA e os índices de Qualidade dos Serviços Prestados.

Os índices que nos levaram a aplicação dos recursos nos locais de maior necessidade foram:

- Acompanhamento Mensal e dia-a-dia dos índices de DEC e FEC por conjunto e alimentador;
- Desconsideração das saídas de Alta Tensão;
- Comparativo dos equipamentos instalados no MQS;
- Tempo Médio de Atendimento por município e Centro de Serviços;

O gráfico 1 mostra um gráfico de desempenho no mês de novembro até o dia 18-11 do conjunto Caucaia. Podemos ver o Dec de contribuição do Alimentador no conjunto, ou seja, para um Dec de 0,504, podemos afirmar que o Dec de contribuição de 0,15 na MT do Alimentador CCA01C5 foi significativa para o conjunto, já que tivemos a saída do mesmo no dia 13/11 por 18 minutos.

No mesmo período de análise, visualizamos a contribuição do Dec por Nível de Tensão e Causa, segundo o gráfico 2.

Na tabela 05, vemos que 84% das incidências entre 01 e 18/11/07 foram de BT e 16% de MT. Das 84% das incidências de BT, 61% foram referentes a problemas em um único cliente, ou seja, incidências relativas a defeito em conexão e ramal de ligação.

2.4 Reiteradas em Ramais de MT

Através de análises constantes das saídas dos Alimentadores, provocadas ou não pela manutenção, obras ou vandalismo no sistema elétrico de distribuição, percebeu-se que o número de saídas diminuiu, porém a demanda de reclamações individuais e massivas no Sistema de Distribuição das Américas - SDA continua alta, não permitindo que os nossos recursos de manutenção corretiva sejam usados cada vez menos. Gastamos mais de 70% do POA com manutenções corretivas. Além disso, a resposta

esperada com a redução do número de saídas não foi satisfatória. Concluimos que o número de reclamações massivas no SAC BT originava-se do grande número de saídas de ramais de Média Tensão. O que é pior, o grande número de saídas reiteradas.

Formalizaram-se então, um grupo de trabalho composto pelos Engenheiros Júlio Freire, Everardo Onofre, Ricardo Furtado e Edivone do Departamento Metropolitano com os seguintes membros dos Centros de Serviços:

CSL - Eng^o Valdeilson e Leonardo

CSB - Eng^o Valfrido e Eletrotécnico Luís Aildon

CSC – Eletrotécnico Joaquim e Eletrotécnico Anderson

CSH – Eletrotécnico Augostinho e Eletrotécnico Fábio

CSM - Eng^o Eduardo Nascimento e Eletrotécnico Cláudio Farias.

A equipe se reúne periodicamente para discutir soluções dos problemas e “atacar” realmente a causa da causa, preparando o sistema elétrico não só com relação a coordenação e seletividade, mas atuando como forma preventiva e preditiva em ramais significativos com a parcial automação do alimentador, como forma de reduzir o possível Dec devido a falhas provocadas ou não pela manutenção.

2.4. Impacto das Saídas de Ramais no Departamento Metropolitano

Os estudos realizados para redução do Dec através da manutenção por foco, mostram o desempenho dos 20 piores alimentadores segundo a tabela 06, e evidencia, por exemplo, que o impacto de roubo de cabos na região de Beberibe, mais especificamente no Alimentador BBR01I4, comprometeu o índice de um conjunto crítico (Cascavel) durante o ano de 2007.

Em alguns alimentadores, como é o caso do UMB01I1, os avisos relativos à falta geral, na maioria das vezes não são percebidos pela operação, pois, o número de reclamações é insignificante, não evidenciando a falta massiva, ou seja, não permitindo que a prioridade seja dada para as viaturas que compõem o atendimento emergencial, juntamente com as pessoas de sobreaviso quando sai o ramal de MT. Isso faz com que nosso Dec se distancie do Fec. Com o passar dos tempos, as metas ficam mais ousadas, e temos a consciência de que as manutenções tiveram efeito positivo nos índices Fec (Frequência Equivalente por Consumidor) que é o termômetro chave da manutenção. Por isso, a saída reiterada utiliza critérios de análise para inspeções e manutenções.

2.4.2 Saídas Reiteradas em Ramais de MT

A tabela 07 mostra um exemplo de como são analisadas as ocorrências reiteradas nos ramais de MT. A partir de um relatório que é gerado diariamente pelo Departamento, definimos critérios por prioridade para relacionarmos quais ramais serão inspecionados e quais serão as providências a serem adotadas pelos Centros de Serviços. Anexamos à planilha, as datas de inspeção e manutenção com suas respectivas OT'S.

A figura 08 explicita a tela para a geração do relatório de ocorrências reiteradas.

2.4.3 Critérios de Escolha para Direcionamento das Inspeções e Manutenções nos Ramais de MT

Como critério utilizado na escolha dos Ramais de MT que serão inspecionadas e dadas às devidas manutenções de forma que seja corrigido definitivamente o problema, estão:

- Parte 1 - Analisar os ramais que saíram mais de uma vez nos últimos dois meses, desde junho até outubro, inspecionar e corrigir definitivamente os problemas.

- Parte 2 - Analisar os ramais que saíram no início do ano (inverno - Janeiro a Maio), corrigir os possíveis problemas que poderão ocorrer no ano subsequente, como forma de preparação do sistema para o inverno.

2.4.4 Resultados Esperados

A tabela 08 mostra a quantidade de ramais de Média tensão inspecionados, desde a primeira reunião. Os ramais pendentes representam 13,9% do total. São os ramais pendentes de manutenção, ou seja, foram inspecionados, a maior parte deles já estão com seus serviços programados.

A tabela 09 mostra o cronograma de reuniões, desde 06/08/2007.

A tabela 10 mostra a quantidade de ramais a serem inspecionados até janeiro de 2008, em que 66% são análises das ocorrências reiteradas do inverno e 34% as mais recentes, nos últimos dois meses.

Somando a quantidade de ramais a serem concluídos juntamente com as pendentes até 31/10, e a quantidade planejada até janeiro de 2008, teremos o total de 745 ramais de média tensão inspecionados, o que corresponde a 26% dos ramais que saíram mais de uma vez desde junho a outubro.

Abaixo, a tabela 11 mostra a quantidade de ramais reiterados que devem ser inspecionados e dados as manutenções até janeiro de 2008, para eliminação total das saídas e preparação para o próximo inverno.

Esperamos como resultado, a redução no número de ocorrências reiteradas em pelo menos 20% em 2008, com a certeza de que os recursos destinados serão cada vez melhor aplicados, visto que o próximo passo será a implementação de um grupo de FMEA na Gerência de Distribuição de Fortaleza, com o apoio do DEMEM, DEMEF e DEMAN, de forma que calcularemos os riscos de acordo com o grau de necessidade, adotando a prevenção dos mesmos e definindo parâmetros de alocação dos recursos, chegando a patamares jamais vistos, buscando o nível de excelência que poucas, ou nenhuma Concessionária de Energia Elétrica no Brasil possui.

3. CONCLUSÕES

Concluimos que, o diferencial de um Departamento de Manutenção, além do comprometimento de todos com os serviços do dia a dia, depende da quebra de alguns paradigmas do presente, para o “Homem de Manutenção” atual, que é usar a cabeça, analisar os dados e tomar decisões que envolvam a parte técnica, e a parte financeira, não somente usando as ferramentas de Economia da Engenharia, mas tendo o dinamismo e a experiência da área técnica de linhas de distribuição de energia elétrica, que possa modificar o cenário atual de acordo com as necessidades emergentes.

Associado as ferramentas de análise de falhas, está a disciplina e a manutenção por foco de acordo com um trabalho bem planejado. Sabemos que, as atividades básicas de um Departamento de Manutenção são Inspeção e Manutenção. Por isso, intensificando o número de inspeções, mesmo sendo inspeções em trechos que estatisticamente nos deram maiores problemas, temos um potencial de melhorias significativo para o ano de 2008.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E/OU BIBLIOGRAFIA

I- ANJARD, R. P. Management and planning tools. Training for Quality, volume 3, n. 2, p.34–37,1995.

II- BRYMAN, A. Research methods and organization studies. London: Unwin Hyman, 1989. ISBN 0-04-445212-8.

III- COMITE DE DISTRIBUIÇÃO. Planejamento de Sistemas de Distribuição. Vol 1, Editora Campus. 1a Edição. Rio de Janeiro, 1982.

IV- GANIM, A. Setor elétrico brasileiro: aspectos regulamentares e tributários. Editora CanalEnergia, Rio de Janeiro, 2003.

V- HE, Z.; STAPLES, G.; ROSS, M.; COURT, I. Fourteen Japanese quality tools in software process improvement. The TQM Magazine, volume 8, n. 4, p.40-44, 1996.

VI- HELMAN, H.; ANDERY, P.R.P. Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA). Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

VII- IEC 50(191). International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191 – Dependability and quality of service. International Electrotechnical Commission, Geneva, 1990.

VIII- MIZUNO, S. Gerência para melhoria da Qualidade - As sete novas ferramentas de controle da Qualidade. Editora LTC, 1993.

IX- RAUSAND, M.; OIEN, K. The basic concepts of failure analysis. Reliability Engineering and System Safety, 73-83, 1996

ANEXOS

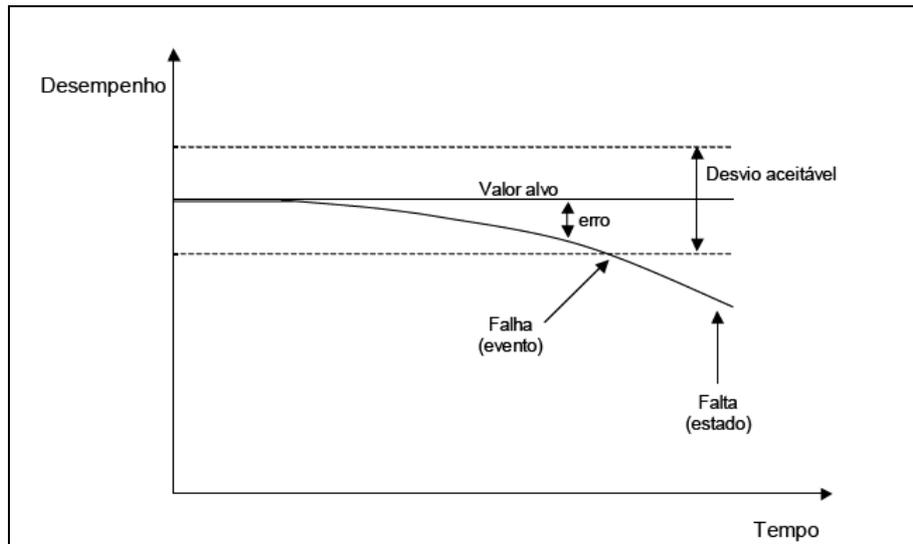


Figura 01-Conceituação de erro, falha e falta. Fonte: Rausand e Oien (1996)

Tabela 01-Ferramentas de Controle da Qualidade

7 ferramentas de controle da qualidade	7 novas ferramentas de controle da qualidade
Diagrama de causa e efeito	Diagrama de relações
Gráfico de Pareto	Diagrama de afinidade
Folha de verificação	Diagrama de árvore (diagrama sistemático ou de hierarquia)
Histograma	Diagrama de matriz
Diagrama de dispersão	Matriz de priorização
Gráfico de controle	Gráfico do programa do processo de decisão
Gráficos variados	Diagrama de seta

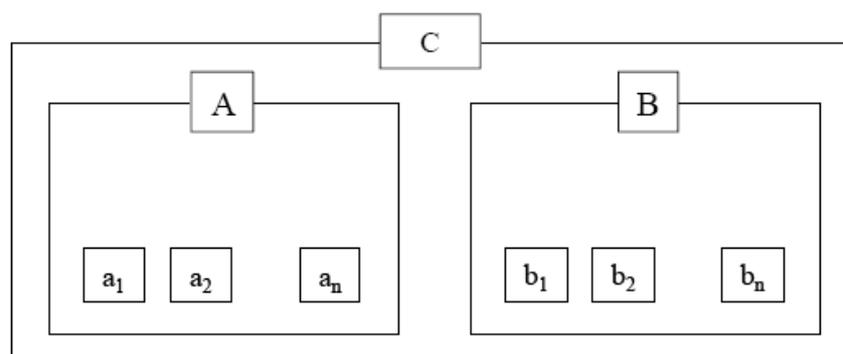


Figura 02 – Diagrama de afinidades utilizado no agrupamento de falhas afins

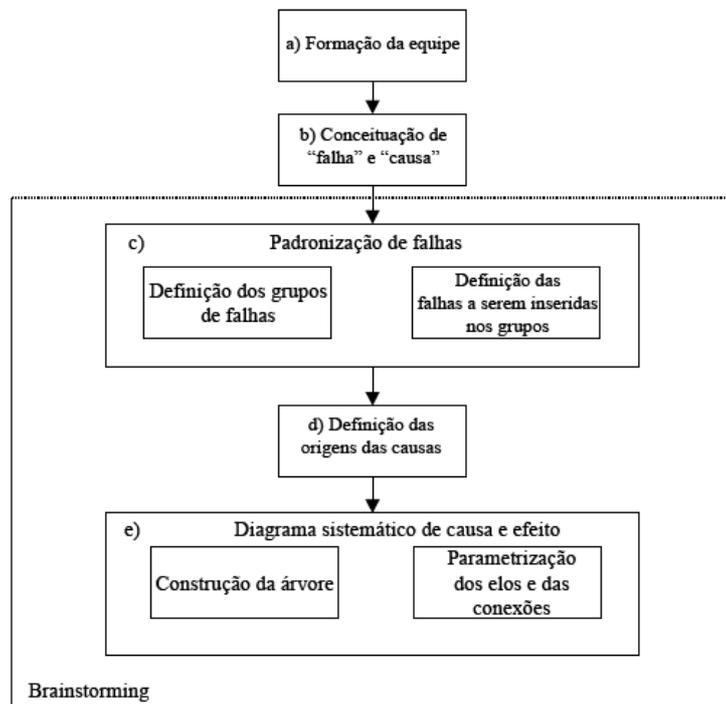


Figura 03-Modelo do Mapeamento de Falhas

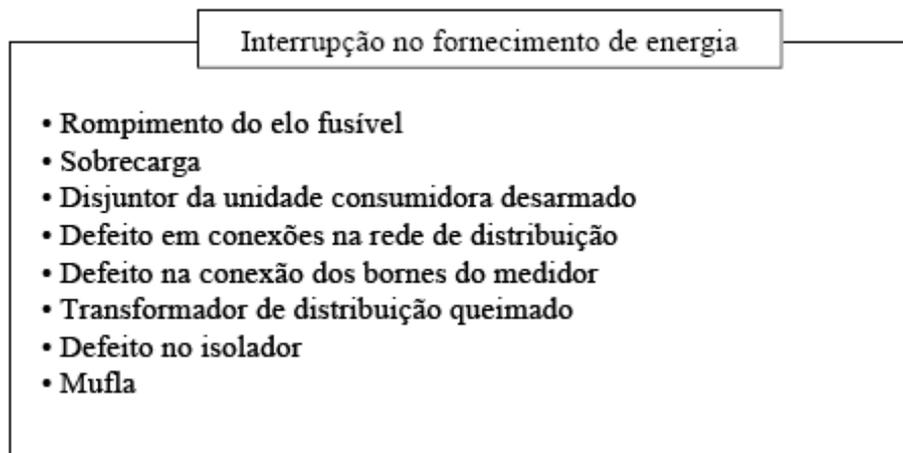


Figura 04-Grupo de falhas selecionadas "Interrupção no fornecimento de energia"

Tabela 02 – Agrupamento em origens de causas e descrições

ORIGENS	DESCRIÇÃO
Programada	Não obediência aos prazos de programação de desenvolvimento da atividade.
Fenômenos naturais	Tempestades, descargas atmosféricas, inundações, ventania, temperatura, umidade.
Meio ambiente	Animais diversos (interrupção em linhas aérea e subterrânea), erosão, árvore, poluição, queimadas.
Externa ao sistema	Suprimento de energia à concessionária (Sistema de Geração e Transmissão), instalação do cliente.
Fator Humano	Não obediência aos procedimentos e normas vigentes (concessionária, cliente e terceirizados)
Vandalismo	Ato intencional e danoso, provocado por terceiros. Ex: tiro no isolador, artefatos enrolados na rede (calçados, arame, etc)
Fraude	Adulteração nos ativos da empresa. Ex: roubo de energia, fornecimento ou instalação de material não conforme.
Furto	Apropriação ilícita de ativos da empresa. Ex: roubo de cabos
Procedimentos	Procedimentos (comissionamento, etc) e projetos inadequados.
Operacional	Decorrentes dos testes de pesquisa de defeitos, manobras na rede, etc.
Acidentes	Pipa, asa delta, pára-quedas, abalroamentos, etc.
Comunicação	A empresa não orienta adequadamente seus consumidores sobre interrupção programada e não implementa programas de conscientização.
Interna	Decorrente de causas relativas à deterioração dos componentes da rede (defeito interno do próprio componente já instalado e em operação).
Contingência do sistema	Indisponibilidade de parte do sistema, tal como: indisponibilidade de linha, gerador, transformador, etc.

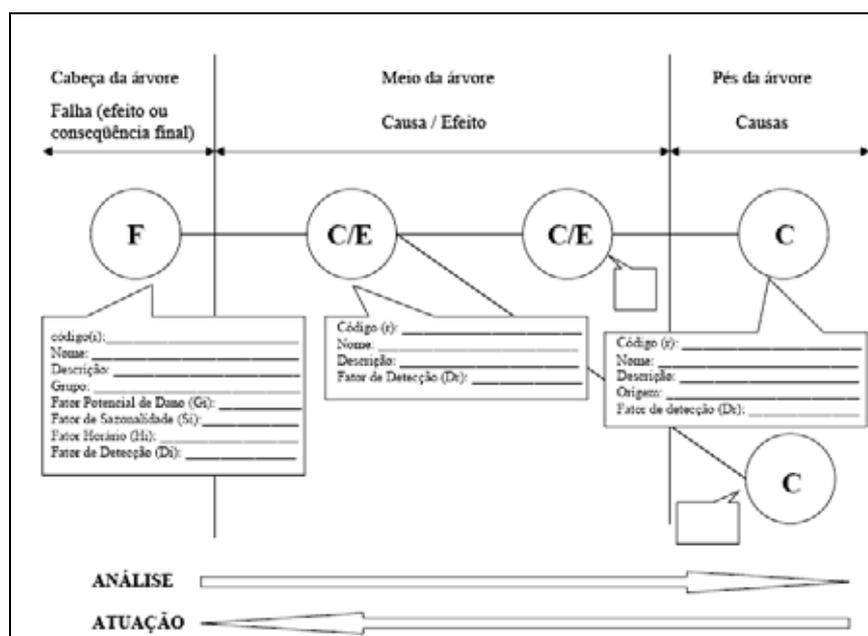


Figura 05 – Lógica da arquitetura das árvores, apresentando a relação dual dos nós (meio da árvore) e a parametrização dos nós.

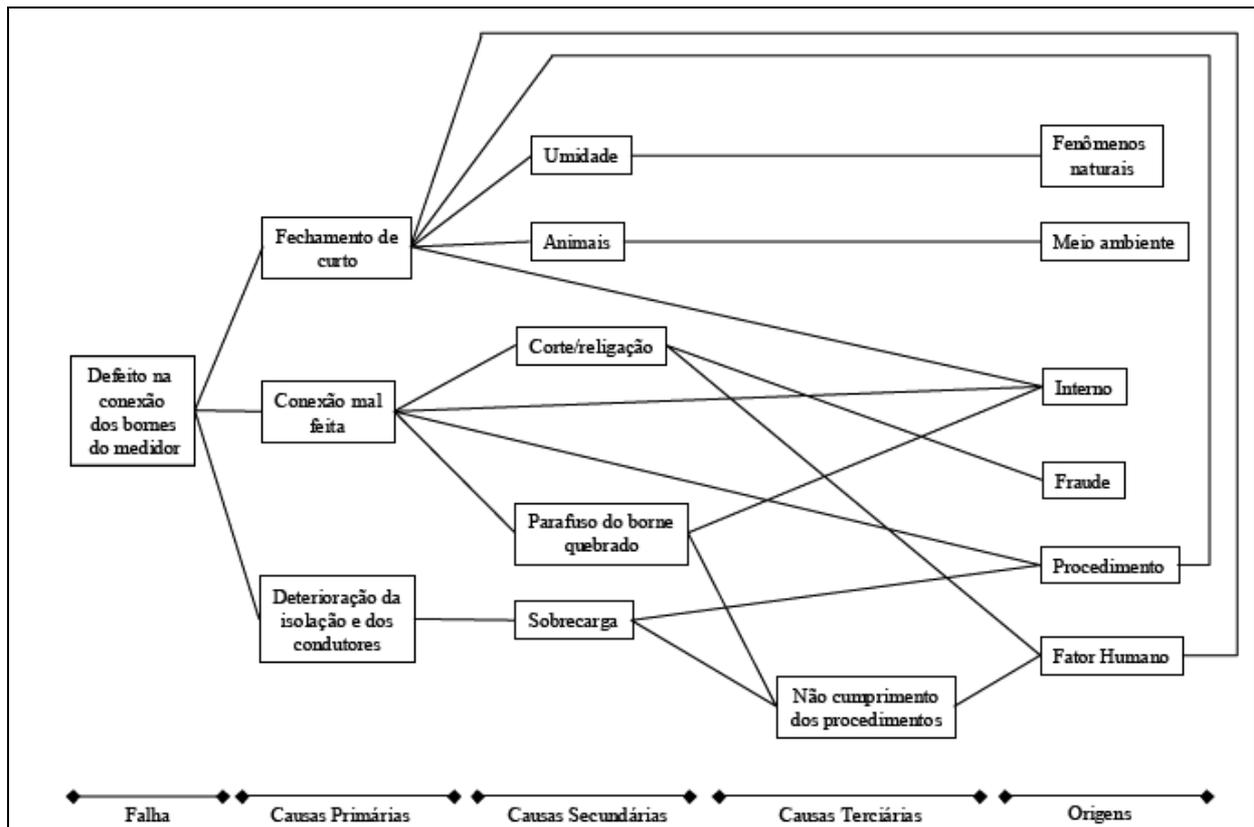


Figura 06-Diagrama sistemático de causa e efeito referente à falha “Defeito dos bornes do medidor”.

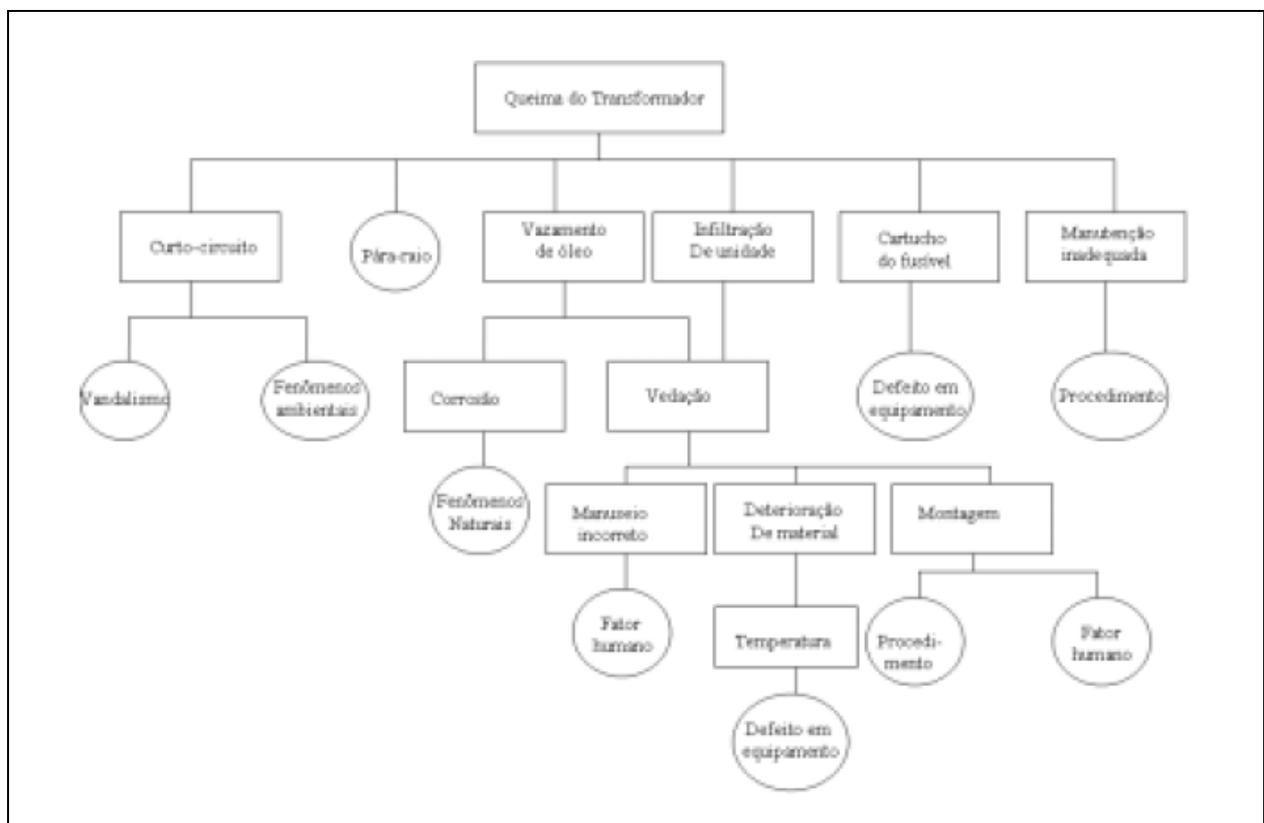


Figura 07-FTA para a Falha Queima em Trafo

Tabela 03 - Histórico de DEC DEMEM

DEC-DEMEM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGT	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUM JAN A DEZ
ANO 2004	3,27	3,16	3,27	2,01	2,81	2,10	2,04	1,84	2,31	1,85	1,86	2,12	28,65
ANO 2005	2,38	1,94	2,10	1,74	1,53	1,80	1,34	1,59	1,44	1,31	1,44	1,98	20,60
ANO 2006	1,63	2,61	2,46	2,39	2,07	1,73	1,34	1,74	1,15	1,16	0,91	1,17	20,36
ANO 2007	1,42	1,71	1,81	1,97	1,36	1,65	1,22	1,11	1,02	1,27			14,54
REDUÇÃO 05/04	27,10%	38,70%	35,75%	13,64%	45,38%	14,16%	34,31%	13,59%	37,66%	29,19%	22,58%	6,60%	28,09%
REDUÇÃO 06/05	31,61%	-34,54%	-17,02%	-37,36%	-34,97%	3,89%	0,00%	-9,43%	20,14%	11,45%	36,81%	40,91%	1,16%
REDUÇÃO 07/06	12,88%	34,48%	26,42%	17,57%	34,30%	4,62%	8,96%	36,21%	11,30%				15,07%

Tabela 04 - Histórico de FEC DEMEM

FEC-DEMEM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGT	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUM JAN A DEZ
ANO 2004	2,12	1,73	1,87	1,12	1,95	1,14	1,03	0,90	1,91	1,03	1,75	1,24	17,80
ANO 2005	1,51	1,00	1,32	0,98	1,03	1,41	1,06	0,93	0,85	0,92	1,51	1,97	14,49
ANO 2006	1,07	1,11	1,30	1,35	0,99	1,17	1,02	1,10	0,59	0,67	0,59	1,23	12,19
ANO 2007	0,85	0,95	1,00	1,08	1,00	0,96	0,72	0,60	0,50	1,27			8,93
REDUÇÃO 05/04	29,00%	42,30%	29,27%	12,11%	47,24%	-24,01%	-2,53%	-3,16%	55,53%	10,73%	13,54%	-58,67%	18,56%
REDUÇÃO 06/05	28,92%	-11,00%	1,68%	-37,16%	3,88%	17,02%	3,77%	-18,28%	30,59%	27,17%	60,93%	37,56%	15,88%
REDUÇÃO 07/06	20,56%	14,41%	23,08%	20,00%	-1,01%	17,95%	29,41%	-45,45%	15,25%				7,94%

DEC POR NT

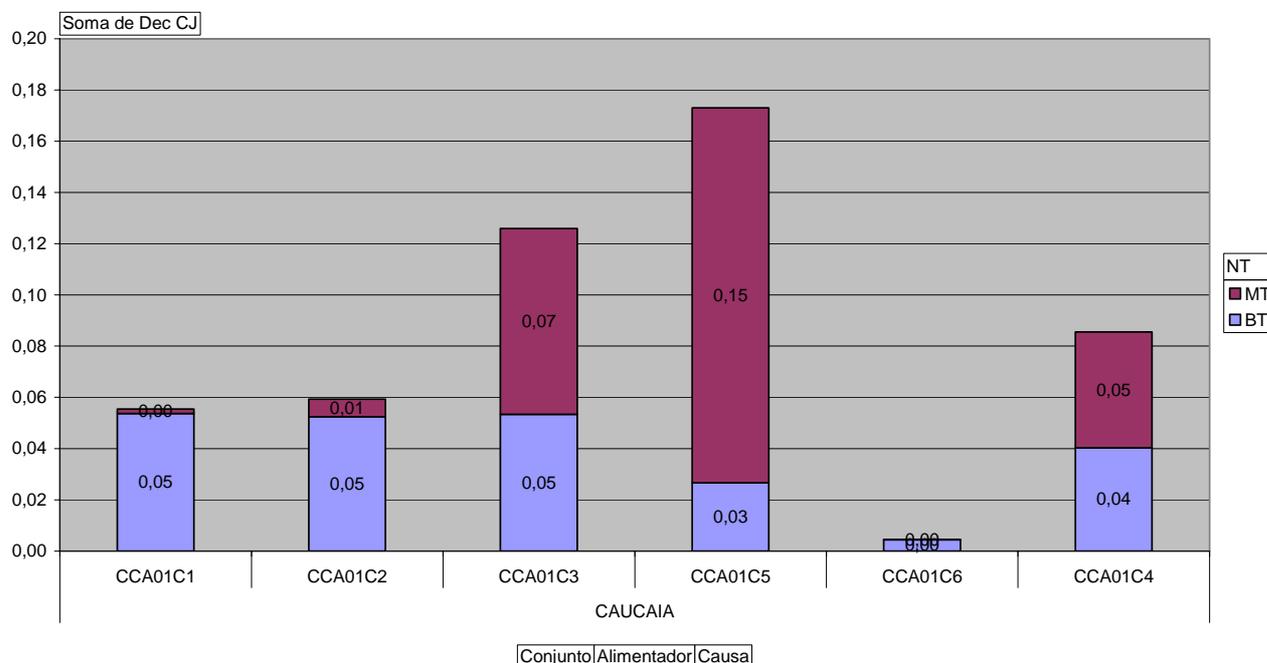


Gráfico 01 - Desempenho por nível de tensão e alimentador

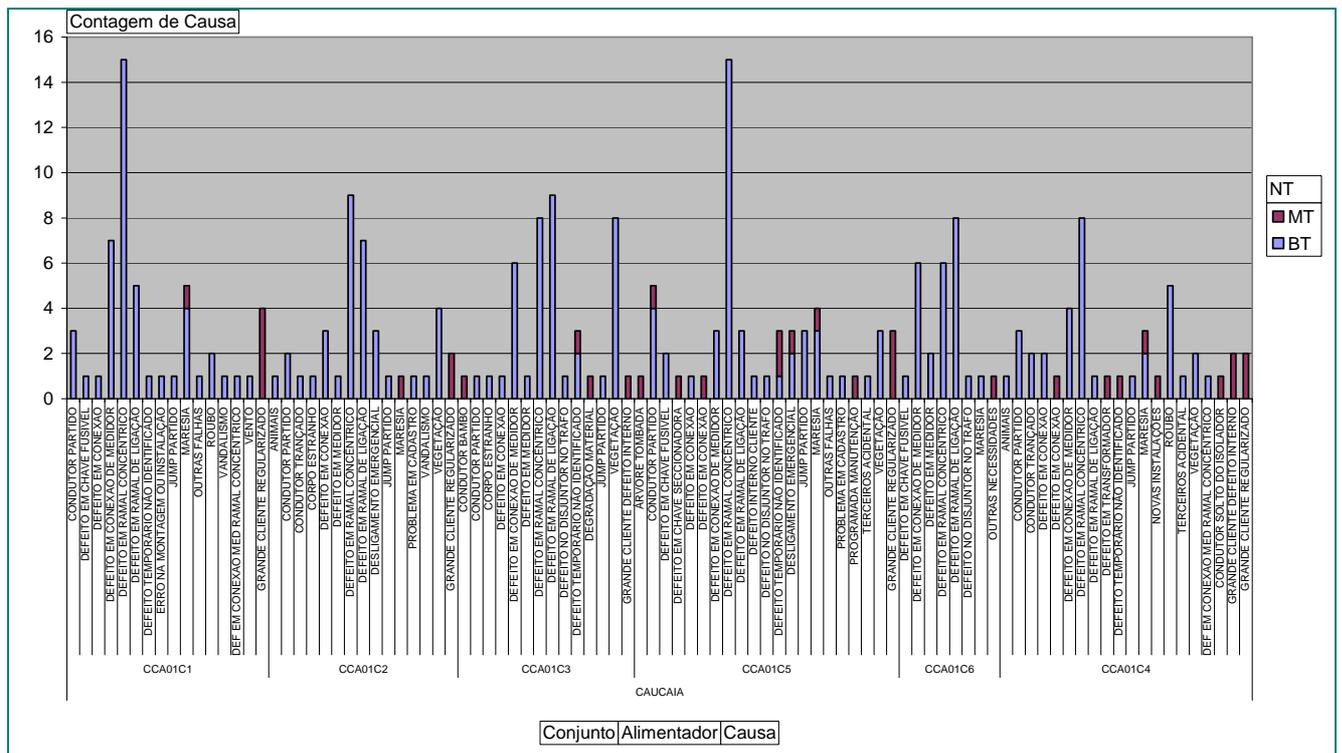


Gráfico 02- Desempenho por Nível de tensão e causa

Tabela 05 - Número de incidências por nível de tensão

Conjunto	Causa	BT	MT	Total geral	
CAUCAIA	ANIMAIS	2		2	
	ÁRVORE TOMBADA		1	1	
	CONDUTOR BAMBO		1	1	
	CONDUTOR PARTIDO	13	1	14	
	CONDUTOR TRANÇADO	3		3	
	CORPO ESTRANHO	2		2	
	DEFEITO EM CHAVE FUSIVEL	4		4	
	DEFEITO EM CHAVE SECCIONADORA		1	1	
	DEFEITO EM CONEXAO	8		8	
	DEFEITO EM CONEXÃO		2	2	
	DEFEITO EM CONEXAO DE MEDIDOR	26		26	
	DEFEITO EM MEDIDOR	4		4	
	DEFEITO EM RAMAL CONCÊNTRICO	61		61	
	DEFEITO EM RAMAL DE LIGAÇÃO	33		33	
	DEFEITO EM TRANSFORMADOR		1	1	
	DEFEITO INTERNO CLIENTE	1		1	
	DEFEITO NO DISJUNTOR NO TRAFÓ	3		3	
	DEFEITO TEMPORÁRIO NÃO IDENTIFICADO	4	4	8	
	DEGRADAÇÃO MATERIAL		1	1	
	DESLIGAMENTO EMERGENCIAL	5	1	6	
	ERRO NA MONTAGEM OU INSTALAÇÃO	1		1	
	JUMP PARTIDO	7		7	
	MAREZIA	10	4	14	
	NOVAS INSTALAÇÕES		1	1	
	OUTRAS FALHAS	2		2	
	PROBLEMA EM CADASTRO	2		2	
	PROGRAMADA MANUTENÇÃO		1	1	
	ROUBO	7		7	
	TERCEIROS ACIDENTAL	2		2	
	VANDALISMO	2		2	
	VEGETAÇÃO	17		17	
	DEF EM CONEXAO MED RAMAL CONCÊNTRICO	2		2	
	VENTO	1		1	
	CONDUTOR SOLTO DO ISOLADOR		1	1	
	GRANDE CLIENTE DEFEITO INTERNO		3	3	
	GRANDE CLIENTE REGULARIZADO		11	11	
	OUTRAS NECESSIDADES		1	1	
	CAUCAIA Total		222	35	257

Tabela 06- 20 piores alimentadores do DM

RANK	CS	Alimentador	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total	Média An	Sem 1	Sem 2	Dif
1	CSL	BBR0114	8,6529	7,5236	0,7846	7,0302	1,3849	5,379223	0,832176	2,561733	4,5387065	38,68804	4,298671	30,76542	7,932616	-22,8228
2	CSL	CSL01C1	3,7758	5,2332	2,9007	4,0238	5,1067	4,431278	2,202416	1,427611	2,7604268	31,86193	3,540215	25,47148	6,390454	-19,081
3	CSL	AQZ0111	3,1729	6,8444	3,1702	4,6147	1,9509	4,444193	3,97016	0,919102	2,2225481	31,3091	3,478789	24,19729	7,11181	-17,0855
4	CSB	GRM01M4	1,0962	1,7859	3,003	4,2195	3,4257	8,787806	0,692331	2,976723	1,636922	27,62408	3,069342	22,31811	5,305976	-17,0121
5	CSL	CSL01C5	2,1376	2,3407	6,0307	6,2671	0,8283	4,802406	2,957174	1,334958	0,6273705	27,32631	3,036256	22,40681	4,919502	-17,4873
6	CSL	CSL01C4	1,9345	6,2645	2,1056	6,6625	2,3046	2,008265	2,401659	1,335024	1,7403461	26,75699	2,972999	21,27996	5,477028	-15,8029
7	CSL	AQZ0112	3,4588	3,2842	6,5619	2,5124	3,033	2,409402	1,312516	2,007129	1,4722985	26,05165	2,894627	21,2597	4,791944	-16,4678
8	CSC	PCM01M5	2,3737	2,0618	7,3354	1,1573	4,932	1,234015	0,599841	2,328919	3,0047662	25,02774	2,78086	19,09422	5,933527	-13,1607
9	CSM	MRG01C4	1,949	1,8695	2,3111	4,7517	1,8833	4,201495	2,808889	4,192321	0,525561	24,49287	2,72143	16,96609	7,526771	-9,43932
10	CSM	MRG01C5	0,9396	3,1385	6,4762	2,8199	2,6293	4,358885	1,867351	1,577534	0,5124754	24,31975	2,702194	20,36239	3,95736	-16,405
11	CSH	CLN01F5	2,3466	0,4954	2,8737	10,3058	2,0716	1,302645	0,240263	1,335846	0,2878676	21,25972	2,362191	19,39574	1,863976	-17,5318
12	CSH	CLN01F3	0,9328	1,2389	1,7413	2,131	7,1789	3,624942	1,04926	0,959107	2,2599810	21,11619	2,346243	16,84784	4,268348	-12,5795
13	CSL	AQZ0114	1,7204	2,2781	3,8722	4,2702	1,7485	1,282544	0,812693	1,024669	3,7967196	20,80603	2,311781	15,17194	5,634081	-9,53786
14	CSH	JAB01F3	1,4413	2,7823	3,8604	3,8231	2,2914	0,943542	1,407512	1,071835	3,1163771	20,73777	2,304196	15,14204	5,595724	-9,54632
15	CSC	CCA01C5	1,2029	2,9169	1,1267	3,8623	4,4625	2,177718	1,438443	1,481807	1,375665	20,04493	2,227215	15,74902	4,295915	-11,4531
16	CSL	BBR0112	5,2151	4,3025	2,4592	0,8866	1,1537	1,52364	0,496466	0,738888	3,0795257	19,85562	2,20618	15,54074	4,314879	-11,2259
17	CSH	PCJ01P6	3,0629	2,2255	1,4149	2,1656	0,3928	3,329664	1,912479	0,639854	3,3535177	18,49721	2,055246	12,59136	5,905851	-6,68551
18	CSL	BBR0111	0,7293	2,8642	0,324	0,234	1,7066	1,965426	3,983724	1,404318	5,2834943	18,49506	2,055007	7,823526	10,67154	2,848011
19	CSL	AQZ0115	1,2113	3,3663	5,0531	1,5786	1,3676	1,666721	0,919733	0,940597	1,6035427	17,70749	1,967499	14,24362	3,463872	-10,7797
20	CSC	UMB0111	1,8842	3,3576	1,1145	2,3825	2,8735	1,424389	0,694893	2,418688	0,9045765	17,05485	1,894983	13,03669	4,018157	-9,01853

Tabela 07- Exemplo da tabela de análise das ocorrências reiteradas

ÉSIA	CS	DEPT	ALIMENTADOR	Elemento Operado	CD	QUANTIDADE	CLIENTE	ATUADO	DE	FEV	REUNIÃO	CAUSA	DATA DE INSPEÇÃO	OT DE INSPEÇÃO	OT EXEC	PROVIDÊNCIA ADOTADA	DATA EXEC	INDICAÇÕES DO DEMEM	Observações CC	Indicações do DEMEM
JUN	CSL	DEMEM	AQZ0115	FKS2419		6	1962				06/08/2007	DESCARGA, MAL RECONDICIONAMENTO DO TRAFÓ	26/06/2007	3705397	3705397	CORTADA MANGUEIRA, PODA, SUBS 2 TRAFOS	26/06/2007	CONCLUÍDO		
JUN	CSL	DEMEM	CSL01C5	FVH0050		4	2334				06/08/2007	ISOL FURADO POR DESCARGA E PTO QUENTE	30/06/2007	3718793	3718793	SUBS ISOL	30/06/2007	CONCLUÍDO		

Figura 08 - Tela para geração do relatório de ocorrências reiteradas

Tabela 08 – Quantidade de ramais inspecionados até o início de outubro

CS	CONCLUÍDOS	PENDENTES	TOTAL
CSL	68	6	74
CSB	56	5	61
CSC	63	15	78
CSH	64	13	77
CSM	87	8	95
TOTAL	338	47	385

Tabela 09 – Cronograma de reuniões desde 06/08

Meses	Dias				
Ago./07	6	19	23	28	
Set./07	4	11	19	25	
Out./07	1	9	17	24	31
Nov./07	7	14	21	28	
Dez./07	5	12	19	26	
Jan./08	9	16	23	30	

Tabela 10 – Quantidade de ramais a serem inspecionados até janeiro de 2008

CS	TIPO	NOV	DEZ	JAN	TOTAL-TIPO	TOTAL
CSL	NOVOS	8	8	8	24	72
	INVERNO	16	16	16	48	
CSB	NOVOS	8	8	8	24	72
	INVERNO	16	16	16	48	
CSC	NOVOS	8	8	8	24	72
	INVERNO	16	16	16	48	
CSH	NOVOS	8	8	8	24	72
	INVERNO	16	16	16	48	
CSM	NOVOS	8	8	8	24	72
	INVERNO	16	16	16	48	
TOTAL	NOVOS	40	40	40	120	360
	INVERNO	80	80	80	240	

Tabela 11 - Quantidade de ramais reiterados que devem ser inspecionados e dados as manutenções até janeiro de 2008

CS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	TOTAL	PARA ANÁLISE	%
CSL	77	106	81	105	75	444	72	16,2%
CSB	40	42	86	89	70	327	72	22,0%
CSC	47	58	39	61	52	257	72	28,0%
CSH	43	38	69	61	43	254	72	28,3%
CSM	35	63	80	65	77	320	72	22,5%
TOTAL	242	307	355	381	317	1602	360	22,5%