SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

GMI - 07
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

GRUPO XII
GRUPO DE ESTUDOS DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

RECUPERAÇÃO EMERGENCIAL DE LINHA DE TRANSMISSÃO – CONSTATAÇÕES E APRENDIZADOS

Gilberto Massanobu Yamamura * **Benedito Roberto dos Santos** **José Carlos Vilela Lemos**

CTEEP **CTEEP** **CTEEP**

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo mostrar e avaliar os aspectos técnicos envolvidos durante a recuperação emergencial de linhas de transmissão, com base na experiência acumulada nas ocorrências de quedas de estruturas metálicas, no sistema de transmissão da CTEEP.
A CTEEP desenvolveu e vem aprimorando um Plano de Contingência, que contempla toda a logística envolvida na recuperação emergencial da linha de transmissão, compreendendo as diversas etapas do processo de recuperação, tais como projeto de variante de emergência, estruturas de emergência, estoque estratégico, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal, e demais atividades envolvidas descritas ao longo deste informe técnico.

PALAVRAS-CHAVE

Plano de Contingência, Recuperação Emergencial, Variante de Emergência, Estrutura Chainette, Estrutura Delta

1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de transmissão da CTEEP é constituído de 11.617 km de linhas de transmissão, com 31.143 estruturas metálicas, nas tensões de 88 a 440 kV, predominantemente de circuito duplo, abrangendo todo Estado de São Paulo.
As ocorrências de quedas de estruturas na CTEEP estão concentradas principalmente na região Oeste do Estado, onde se localizam ventos de maior intensidade, influenciados pelos fatores geográficos e natureza de ocupação do solo. Essas regiões são predominantemente planas, com poucos obstáculos naturais e de intensa atividade agropecuária.
Quando ocorre uma contingência no sistema com queda de torres, o mais importante é a definição da estratégia de recuperação, que pode fazer a diferença no tempo de restabelecimento.
Porém a estratégia a ser adotada, deve ser baseada numa série de fatores descritos ao longo desse trabalho.

2.0 - PLANO DE CONTINGÊNCIA

Toda empresa deve possuir o seu Plano de Contingência, a ser elaborado a partir do conhecimento pleno das instalações e suas adversidades geográficas.
Esse plano deve abranger preferencialmente a definição das pessoas a serem acionadas e seus respectivos dados de localização atualizados (endereços, telefones), os recursos materiais disponíveis, fluxograma de ações e alternativas básicas de recuperação.
Deve ainda constar no plano, o mapeamento das áreas críticas do sistema, como corredores de LTs, locais não atendidos por estruturas de emergência (saída de usinas, travessias de grandes lagos e rios, florestas naturais, grandes cruzamentos, áreas densamente povoadas com faixas estreitas, etc.), e as respectivas definições da

*Av. Casa Verde, 2408 – Casa Verde - CEP 02520-200 – São Paulo - SP - BRASIL
Tel.: (0xx11) 3856-4116 - Fax: (0xx11) 3856-4098 - e-mail: gyamamura@cteep.com.br

forma de atendimento nessas localidades, como isolação do trecho com abertura de jampes, remanejamento de cargas, transferência de circuitos, etc.
Essa estratégia deve ser atualizada sistematicamente, na medida da evolução do sistema.

2.1 – Estratégia de recuperação

Somente a análise da ocorrência em campo, permite a definição da melhor estratégia de recuperação do trecho da LT avariada, com base numa análise macro da situação, observando as diretrizes básicas do Plano de Contingência, levando-se em conta a importância da LT para o sistema, sazonalidade, localização geográfica, entre outros aspectos.
No caso de linhas de transmissão de circuito duplo, o que é predominante na CTEEP, a área de operação da Empresa e o Operador Nacional do Sistema – ONS, definem a importância da LT para o sistema, e estabelece a necessidade da recuperação imediata de um ou dois circuitos.
O passo seguinte é a definição do tempo de recuperação através da análise da ocorrência e as alternativas de recomposição emergencial ou definitiva.
A recuperação emergencial de 1 circuito por variante provisória é na grande maioria das vezes, mais rápida em relação a recuperação definitiva de um dos circuitos, porém essa diferença entre o tempo de energização de 1 circuito provisório e definitivo, tende a diminuir principalmente em LTs de 138 kV, onde as atividades de montagem das estruturas definitivas e manuseio de cabos são relativamente simples em comparação a montagem da variante de emergência.
Já a recuperação definitiva, é no primeiro plano mais demorada, no que se refere a energização do primeiro circuito, porém pode ser mais vantajosa no final, contando que são abreviados uma série de serviços que não ocorrem quando da montagem da variante.

3.0 - ANÁLISE DA OCORRÊNCIA

No caso de uma ocorrência, considerando-se as definições preliminares contidas no Plano de Contingências, deve ainda ser feita uma avaliação dos diversos aspectos correlacionados, que irá influenciar na escolha da melhor alternativa de recuperação.
A seguir serão relacionados cada um desses aspectos a serem analisados seqüencialmente.

3.1 – Avaliação das torres adjacentes ao trecho avariado

Identificado o trecho avariado, deve-se tomar cuidado para um avaliação precisa do estado das torres adjacentes a esse trecho.
Num primeiro momento essas torres podem parecer intactas, no entanto uma inspeção mais detalhada, com ajuda de teodolito, pode ser notada inclinação ou até torção da torre em torno do seu eixo, ocasionando o seu comprometimento e necessidade de troca.
Numa condição extrema, por falta de estruturas no estoque, a torre adjacente parcialmente avariada poderá ser mantida, providenciando seu estaiamento provisório, a fim de minimizar o tempo de recuperação e posteriormente programada sua substituição ou reparo, já com o sistema restabelecido.

3.2 – Avaliação da fundação

Na etapa seguinte, deve ser feita avaliação visual da fundação, verificado o seu estado quanto a danos, fraturas no solo, deslocamentos, etc. A experiência tem mostrado que na maior parte dos casos, a fundação em concreto (tubulão) fica praticamente intacta. Já a fundação em grelha, devido a sua característica construtiva, está mais sujeita a deslocamentos e danos. Em contrapartida, trata-se de uma fundação rápida de ser executada.
A verificação mais minuciosa quanto aos deslocamentos, pode ser feita numa etapa posterior com auxílio de teodolito.

3.3 – Torres em estoque

A variedade e quantidade de estruturas mantidas em estoque na empresa é um dos fatores decisivo na definição da recuperação com variante de emergência ou com montagem definitiva das torres.
Trata-se de um item estratégico para a empresa, e na composição desse estoque deverão ser analisados os tipos de estruturas e as respectivas quantidades necessárias, com base nas seguintes informações:

- histórico de quedas;
- locais não atendidos por torres de emergência;
- grau de confiabilidade mecânica adotado no projeto da LT;
- grau de risco a assumir;
- importância da LT para o sistema;

Havendo disponibilidade das estruturas a serem aplicadas definitivamente em substituição as estruturas avariadas, a recuperação definitiva ou por variante fica dependendo apenas da dimensão da ocorrência. Intuitivamente, pode-se perceber que quanto menor a quantidade de estruturas avariadas, a recuperação definitiva é mais vantajosa, porém conforme já dito anteriormente, a recuperação emergencial tende a ser muito mais rápida na medida que aumenta a classe de tensão da LT, face a complexidade de montagem das estruturas, execução das fundações quando for o caso, e manuseio dos cabos.

3.4 – Tipos de estruturas de emergência na CTEEP

Um dos fatores a considerar na recuperação da LT, é o tipo de estrutura de emergência disponível.
A CTEEP possui 92 torres de emergência, constituídos de mastros de aço tubular estaiados, que permitem várias configurações de montagem até 440 kV, sendo as principais demonstradas a seguir (Figuras 1 e 2):

FIGURA 1 - torre monomastro tipo Delta 440 kV

A configuração Delta permite montagem de até 2 cabos CAA 636 MCM por fase, e na configuração Chainette, com 4 cabos CAA 636 MCM por fase, limitado a vãos de até 320m.

FIGURA 2 - torre tipo Chainette 440 kV

3.5 – Avaliação do acesso e faixa

O acesso ao local e principalmente a condição da faixa, pode também ser um dos fatores na decisão de montagem da variante ou recuperação definitiva. Uma faixa obstruída por mata nativa (Figura 3), alagado, ou

ainda com densa habitação, fica inviável a montagem da variante provisória, devendo portanto esses locais serem mapeados e relacionados no Plano de Contingências.

FIGURA 3 – Torre avariada em local de mata com difícil acesso de máquinas

A empresa pode ainda tomar medidas preventivas como o reforço das estruturas nessas localidades de modo a minimizar os riscos.

3.6 – Importância da LT para o sistema

A importância da LT será definida com base na análise feita pela área de Operação, quanto a atual configuração do sistema e o carregamento elétrico.

3.7 – Definição do cronograma de recuperação

Com base nessas informações e as diretrizes definidas no Plano de Contingência é possível definir a alternativa de recuperação, bem como o respectivo cronograma.
O cronograma deve ser traçado ainda, considerando-se os recursos humanos e materiais disponíveis e as condições climáticas do local.

4.0 - RECUPERAÇÃO EMERGÊNCIAL

Caso a definição da recuperação seja através de variante provisória, há necessidade de efetuar o projeto de locação da variante.
O projeto de locação da variante deve levar em consideração os seguintes fatores:

4.1 – Carregamento elétrico

Na CTEEP o projeto da variante de emergência é executado considerando-se a temperatura máxima de operação da LT, e a locação das estruturas de emergência é feita considerando-se as distâncias de segurança estabelecidas pela NBR-5422. Havendo no local algum fator restritivo durante a locação das torres de emergência, e com isso a diminuição do clearence dos cabos, é calculado o carregamento máximo admissível nessa condição e essa informação passada à área de Operação.

4.2 – Escolha do traçado

A escolha do traçado da variante deve ser feita preferencialmente pelo lado oposto do tombamento transversal das torres, por oferecer maior espaço de trabalho, e pela facilidade de transferência dos cabos para a variante provisória. O seu traçado geralmente é paralelo a LT avariada. Deve-se tomar o cuidado em deixar a variante a uma distância segura, que não ofereça riscos para os trabalhos de montagem das torres definitivas, porém sem se esquecer dos danos e prejuízos materiais e ambientais, que poderá acontecer com terceiros em caso de variante locado fora da faixa.
Há de se considerar ainda a interferência dos estais ao longo do traçado, face aos mais diversos obstáculos existentes.
É recomendado um sobrevôo do local do acidente, afim de colher subsídios na definição do traçado.

4.3 – Configuração mais adequada das estruturas de emergência

Na implantação da variante de emergência, têm-se duas opções de escolha quanto a montagem das estruturas, que são as torres monomastro tipo Delta e as torres tipo Chainette.

4.3.1 – Torres monomastro tipo Delta

As torres monomastro tipo Delta são aquelas constituídas de apenas um mastro, e permitem configurações de montagem de circuito simples ou duplo na tensão de até 230 kV, e circuito simples em 345 kV ou acima. Nas ocorrências em LTs de 138 a 230 kV, é a configuração mais apropriada.
Entre as principais vantagens pode-se destacar:

- montagem fácil e rápida;
- ocupa faixa estreita, em torno de 30 metros, já consideradas as dimensões dos estais.

Porém possui algumas desvantagens:

- limitação mecânica nas tensões de 345 e 440kV, sendo que nesses casos, não há como aproveitar os condutores da LT avariada, na hipótese destes serem constituídos com feixe de 4 cabos;
- em vista do não aproveitamento dos cabos, há necessidade de se efetuar lançamento de novos cabos com feixe duplo. Adicionalmente, deve ser realizado o seccionamento com ancoramento provisório dos cabos de fases no solo, nas proximidades das torres adjacentes intactas, sendo essa uma atividade complexa e demorada que deve ser evitada ao máximo.

Nesses casos, têm-se a opção de utilização das torres tipo Chainette.

4.3.2 – Torres tipo Chainette

As torres tipo Chainette são constituídas de 2 mastros, conjuntos de ferragens e tirantes com isoladores poliméricos.
A sua utilização foi implementada na CTEEP, a partir de 1995, porém com cadeias de suspensão fixadas aos tirantes. Face a limitada altura útil (13m), sofreu alguns aprimoramentos até a atual configuração com a eliminação da cadeia de suspensão, e permitindo assim altura útil de até 16m.
A principal vantagem dessa configuração é o aproveitamento dos condutores da LT avariada, evitando-se assim o corte dos cabos. Contudo, devido a esse fato, deve-se tomar extremo cuidado na locação das estruturas, uma vez que fica difícil de estimar a tração dos condutores, que não será a mesma do projeto original, devido as alterações substanciais dos comprimentos dos vãos, o que pode induzir a erros de locação e consequentemente, cabo baixo na variante.
A utilização de torres Chainette com aproveitamento de cabos traz ainda restrição do traçado, não sendo possível desviar de trechos de difícil montagem do conjunto, devido a limitação do comprimento do cabo existente da LT avariada. Deve ser considerada ainda a sua largura de 23 m entre mastros e 26 m de estai para cada lado, totalizado 75m, necessitando portanto de uma faixa mais extensa.
Outro ponto a considerar é a sua restrição de uso em terrenos desnivelados lateralmente, uma vez que a concepção dos mastros e das suas bases, não permite extensões desniveladas, trazendo necessidade de retificação do desnivel lateral (Figura 4), o que pode gerar atrasos.

FIGURA 4- Correção do terreno

4.4 – Solução mista (recuperação com torres de emergência e definitiva)

Durante a recuperação emergencial, pode haver situação onde haja dificuldade localizada na montagem da torre de emergência, devido a obstáculos, limitações de altura das torres de emergência, ou ainda dificuldades de montagem. Nesses casos, deve-se avaliar a viabilidade de utilização de soluções mistas ou seja, mesclando-se a montagem da variante de emergência com torre definitiva neste ponto, desde que haja a torre em estoque e que a fundação esteja intacta ou que seja em grelha, pois esta é de rápida escavação, não dependendo do tempo de cura do concreto.

5.0 – ESTRUTURA DE APOIO

O bom andamento da recuperação de uma LT avariada, depende fundamentalmente de uma boa organização e infra-estrutura de apoio. Os recursos relacionados a seguir são resultados de experiência numa série de ocorrências, e que mostrou na prática a sua importância, fazendo constar no Plano de Contingências da CTEEP.

5.1 – Apoio de helicóptero

Logo após o desligamento permanente da LT, o helicóptero é acionado com o inspetor de LTs, com a finalidade de localizar o trecho avariado. O inspetor passa as primeiras informações quanto a quantidade de torres avariadas, condições de acesso do local, existência de obstáculos como rodovias, outras LTs, etc, para a Gerência Regional. Esta já aciona e repassa as informações ao Departamento de Engenharia e a Operação, conforme pré estabelecido no fluxograma do Plano de Contingência.

5.2 – Apoio de engenharia

Com base nas informações de campo, faz o levantamento do projeto existente (planta e perfil, projeto das fundações) e verifica a disponibilidade das respectivas torres em estoque. Fornece todos os subsídios à Gerência Regional na tomada da decisão quanto a montagem definitiva ou variante provisória, e na definição do respectivo cronograma. Executa projetos da variante de emergência e da recuperação definitiva. Dá apoio técnico durante os trabalhos de campo. Em outra etapa, elabora as especificações técnicas de contratação de serviços e aquisição de materiais, visando a recomposição definitiva.

5.3 – Apoio da área de patrimônio e jurídico

Logo após a ocorrência, a área de patrimônio e a área jurídica da empresa é acionada para efetuar contatos com os proprietários, com a finalidade de estabelecer um canal de entendimentos, quanto a ressarcimento dos prejuízos e danos ocorridos e que venha a ocorrer na propriedade, devido aos trabalhos de recomposição, abrindo dessa forma toda facilidade de acesso dos equipamentos, carretas e guindastes, além do trânsito das equipes ao longo da faixa.

5.4 Apoio da área do meio ambiente

O apoio da área do meio ambiente é fundamental, devido aos impactos associados, como a necessidade de abertura de acessos, desobstrução da faixa com cortes de árvores, e pela grande quantidade de máquinas e pessoas no local. Executa o levantamento da área impactada, inventário da vegetação local, cursos d'água, e faz gestão com os respectivos órgãos ambientais e proprietários envolvidos.

5.5 – Serviços de topografia

O topógrafo tem grande importância no atendimento emergencial, uma vez que auxilia na locação da variante de emergência. No segundo momento executa inspeção das estruturas intactas, verificando a sua verticalidade, examinando as bases quanto a deslocamentos, além do auxílio no nivelamento dos cabos.

5.6 – Segurança do Trabalho

Um dos primeiros trabalhos que o técnico de segurança do trabalho executa é estabelecer um plano de resgate de acidentados, verificando contatos com hospitais próximos ao local da ocorrência, e definindo em conjunto com o comandante do helicóptero, os locais de pouso e decolagem da aeronave, nas proximidades do hospital.
Uma frente de atendimento de emergência, pode ter de 50 a 200 pessoas, entre eletricistas, técnicos, mecânicos, operadores de máquinas, engenheiros, entre outros. Os trabalhos executados exigem atenção constante, em condições extremas e adversas.

Os técnicos de segurança devem acompanhar diversas frentes de serviços, que ocorrem simultaneamente, administra e aponta ao apoio de engenharia as condições de segurança a serem melhoradas, e administra as requisições dos EPIs.
A CTEEP está analisando a possibilidade da permanência de um ambulatório provisório no local da ocorrência , com um médico e ajudante de enfermagem.

5.7 – Recursos humanos e materiais das Gerências Regionais

A recuperação emergencial da LT é executada com material e pessoal próprio das Gerências Regionais. Essa alternativa é motivada pelo entrosamento entre as equipes das diversas localidades, conhecimento prévio dos trabalhos, e mobilização imediata, procedimento este, previsto no Plano de Contingência.
Tendo em vista a atuação da Empresa em todo o Estado, com 13 equipes de manutenção de linhas de transmissão, as equipes mais próximas a ocorrência são mobilizadas integramente e o restante das equipes, mobilizadas parcialmente, mantendo- se um quadro mínimo para atendimento local. Juntamente com o pessoal, são mobilizados os caminhões, guindastes e tratores, com os respectivos operadores. O quadro de pessoal é definido no campo considerando-se a extensão da ocorrência.

5.8 – Recursos terceirizados na recomposição emergencial

O recurso mais utilizado é o guindaste, podendo ser de 3 a 10 unidades, dependendo da magnitude da ocorrência.
A CTEEP possui guindastes e as necessidades adicionais são supridas com a locação de unidades na região.
Possui larga utilização como os serviços de desmontagem/montagem das torres, estruturas de emergência, liberação de cabos das torres avariadas, içamento de cabos nas variantes provisórias e nas torres definitivas.

5.9 - Apoio administrativo

O apoio administrativo é fundamental e a sua tarefa consiste em dar bom andamento da recuperação, e portanto deve ficar no canteiro de obras. Cuida da contratação e pagamento dos diversos materiais e serviços contratados, entre os quais pode-se destacar:

- reserva e pagamento dos hotéis;
- convênios com postos de combustíveis, consertos de veículos e máquinas;
- refeições, serviços de carpintaria, oficina, etc.;
- contas telefônicas e de energia elétrica do canteiro;
- materiais diversos de consumo na obra.

5.10 – Oficina mecânica e equipe de maçarico

No canteiro central, deve haver uma estrutura de oficina, com bancadas, contendo esmeril, furadeira, solda, máquinas de corte, entre outros.
A estrutura de oficina dá apoio confeccionando peças, chapas e outras adaptações necessárias, e levantadas pelo pessoal de campo. Faz ainda reparos e manutenção de equipamentos.
Destaca-se também a importância de uma equipe com maçarico, no corte e remoção das estruturas avariadas, para liberação dos cabos e faixa. Essa equipe é acompanhada por caminhão pipa, que faz a contenção dos focos de incêndio, ocasionados pelas fagulhas durante os serviços.

5.11 – Kit de emergência

O kit de emergência, é composto de toda estrutura de oficina, barracas de lona para montagem do canteiro, containeres sanitários, ferramentas e outros recursos destinados na montagem da variante provisória.
Esses materiais ficam depositados em local específico, e sempre após o uso, são conferidos, revisados, e completados, deixando-os em condição de pronta necessidade.
Todos os itens são listados e relacionados no Plano de Contingências.

5.12 – Mecânico de autos e máquinas pesadas

O mecânico é muito útil numa emergência, uma vez que os trabalhos são executados longe da cidade. Possui alguns recursos para pronto atendimento dos veículos (caminhões, guindastes, tratores, pick-ups, e carros de passeio), que somados, podem chegar até 50 veículos.
A sua presença no canteiro tem gerado ganhos significativos, uma vez que problemas simples como vazamento do circuito hidráulico, muito comum nos guindastes, tratores e caminhões, podem ser solucionados no local, reduzindo drasticamente o tempo de indisponibilidade das máquinas.

6.0 – ORGANIZAÇÃO DE CAMPO

O serviço de recuperação emergencial ocorre de forma ininterrupta, e portanto deve haver estrutura de plantão nos almoxarifados, oficinas e arquivo técnico.
O canteiro, deve ser montado no local da ocorrência, preferencialmente próximo a um bom acesso, e deve haver toda a infra-estrutura de escritório, com recursos de informática, aparelho de fax, linhas telefônicas, praça para guarda dos materiais de emergência e recepção dos materiais para montagem definitiva da LT, estacionamento dos veículos utilitários e helicóptero.
Deve haver de um a dois despachantes no canteiro, que tenha grande experiência do serviço e conhecimento de materiais, uma vez que coordena o ritmo da obra, liberando/remanejando máquinas, materiais e equipes.

7.0 – AVALIAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

Atualmente existem estruturas de emergência mais modernas, constituídas de mastros modulares em alumínio, e que permitem maiores alturas e capacidade mecânica, sendo uma concepção adotada no mundo todo.
Alguns fabricantes oferecem ainda softwares de cálculo estrutural, de modo a permitir flexibilidade nas opções de montagem das estruturas de emergência, e otimizar a sua montagem.
A seguir serão destacados alguns avanços verificados nos projetos atuais das estruturas de emergência, e que devem ser considerados durante a escolha e definição dos tipos:

- Capacidade de transposição de obstáculos:
  O primeiro ponto a ser analisado, é a capacidade de atendimento nos locais mais adversos, permitindo transposição de grandes vãos, geralmente aqueles como locais alagados, transposição de braços de reservatórios, travessias, cruzamentos com outras LTs, etc.
  Esses locais já mapeados e definidos no Plano de Contingências, devem ser preferencialmente contemplados por atendimento com as torres de emergência.
- Facilidade de montagem:
  Deve ser analisado o procedimento e recursos de montagem de cada modelo de estrutura. Devem ser privilegiados projetos de estruturas que ofereçam condições de articulação da base, menor quantidade de peças e componentes para sua montagem, intercambiabilidade das peças, redução de pesos e quantidades de estais entre outros.
- transporte/armazenamento:
  Outro item a ser analisado é a facilidade de transporte por caminhão, as máquinas necessárias para o seu manuseio no campo, que não devem ser diferentes das máquinas existentes na empresa ou no mercado.
- Versatilidade:
  No atendimento de emergência, podem-se encontrar situações das mais diversas, com necessidade de modificações das configurações originais, devido a situações particulares como obstáculos, redução de espaço de montagem entre outros. Assim, são interessantes as estruturas que ofereçam flexibilidade de configuração/montagem, reposicionamento de estais e cadeias, desnivelamento de pés, etc.

8.0 – RECOMENDAÇÕES

Após cada ocorrência, recomenda-se realizar reunião dedicada para balanço das atividades, com apontamento das dificuldades/deficiências encontradas, avaliação de máquinas e equipamentos, e principalmente propostas de melhoria, que são incorporadas no Plano de Contingências e nas revisões das Instruções internas.
Essas propostas por sua vez são implementadas na próxima ocorrência e reavaliadas assim sucessivamente, resultando no amadurecimento técnico constante de todas as pessoas envolvidas no processo.
Esse amadurecimento tem trazido ganhos como a redução gradativa do tempo de restabelecimento do sistema, observada a dimensão de cada ocorrência.
Recomenda-se também o treinamento periódico das equipes envolvidas, tendo em vista o intervalo de tempo entre uma ocorrência e outra.

9.0 – CONCLUSÕES

A logística implementada pela CTEEP na recomposição das LTs avariadas tem se mostrada eficiente para as diversas atividades compreendidas no processo de recuperação , desde a elaboração do Plano de Contingência até a recomposição do sistema com uso de estruturas de emergência e demais etapas intermediárias descritas ao longo deste trabalho.
No entanto acredita-se no aprimoramento contínuo do processo, com o apontamento e a análise das deficiências e a busca de soluções de melhoria, com objetivo sempre de diminuir o tempo de indisponibilidade da instalação seja na forma emergencial ou definitiva.

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) CTEEP – Estruturas de Emergência – Instrução TR – 074/97
(2) CTEEP – Plano de Atendimento a Contingências- revisão setembro/2004