



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Utilização De Arranjos Provisórios para Atender Obras e Manutenções em Subestações.

<b>Roberto Kentaro Nakaima</b>	<b>Marco Aurélio da Silva Ferneda</b>	
<b>Cemig Distribuição S/A</b>	<b>Cemig Distribuição S/A</b>	
kentaro@cemig.com.br	ferneda@cemig.com.br	

#### 1 Palavras-chave

Arranjos  
Manutenções  
Obras  
Provisórios  
Subestações

#### 2 Resumo

O presente trabalho tem por objetivo mostrar os ganhos advindos com a utilização sistemática de arranjos provisórios na execução de obras ou manutenções em subestações. Nos arranjos provisórios temos utilizado, desde a simples instalação de uma SE Móvel, até a montagem de circuitos adicionais, utilizando-se de técnicas de linha viva de média tensão e de alta tensão. Para termos sucesso nestas empreitadas os detalhes das alternativas devem ser cuidadosamente observados, tais como: Seqüência das atividades; proteção de equipamentos e pessoas; distâncias de segurança; paralelismos de transformadores; defasamentos angulares; condições de carregamento, curva de carga dos equipamentos envolvidos; vulnerabilidade do sistema elétrico, programação da operação, fonte de alimentação do serviço auxiliar, pré-condições para utilização de arranjos, etc. Com a adoção destes arranjos temos conseguido obter um DEC e FEC programado de subestações menores do que 1% em relação aos valores estabelecidos pelas metas ANEEL.

#### 3 Introdução

Considerando a legislação vigente e as metas de índices de continuidade do fornecimento de energia, fica cada vez mais difícil realizarmos desligamentos em subestações, que normalmente afetam um maior número de consumidores e muitas vezes os tempos necessários para execução dos serviços são superiores aos limites previstos em normas. Dentro deste contexto, na fase de execução de uma ampliação da subestação, a equipe responsável pela construção da nova instalação entrou com um pedido de desligamento da instalação existente em duas etapas de 8 horas cada uma. O centro de operação, analisando o pedido nos solicitou alternativas para viabilizar a realização da obra sem estes desligamentos. O problema foi analisado pelas equipes de manutenção e foi verificado que havia uma possibilidade de executar os serviços sem desligamentos, porém necessitava do apoio das equipes de linha viva de alta. Feita a reunião com todos os envolvidos (Centro de Operação; Área Controle da Operação; Manutenção de Subestações; Manutenção de Linha de Transmissão), e após análise de cada detalhe foi verificado que era possível realizarmos os serviços sem desligarmos os consumidores. Como se tratava de arranjo provisório, a condição

de execução não era rotineira para as equipes envolvidas, havendo necessidade de um planejamento bem detalhado de cada passo da tarefa, bem como várias reuniões de integração entre as partes envolvidas. A firme coordenação e o espírito inovador dos envolvidos, aliado ao forte comprometimento com a segurança de pessoas e de instalações fez com que tudo se transcorresse sem acidentes e incidentes.

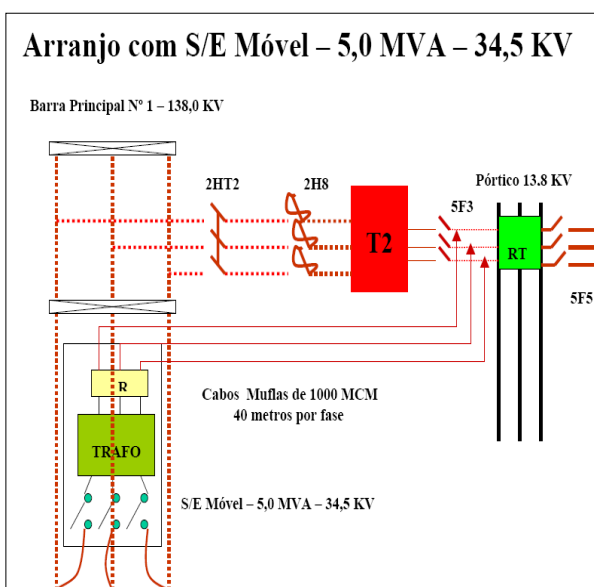
#### 4 Recursos que são utilizados

O homem de manutenção é o que tem um conhecimento bem detalhado da instalação, pois convive com diversos tipos de equipamentos, sabe as limitações de cada um deles e ainda tem bom conhecimento das condições operativas dos mesmos. Este conhecimento faz com que sempre que houver algum desafio para evitar desligamentos, ele será chamado. No nosso caso já há muitos anos que nossas equipes são requisitadas para buscar estas soluções. Estas experiências foram se somando e as melhorias na concepção e construção dos arranjos provisórios foram se sedimentando, a ponto de termos como ponto de partida a utilização de uma das diversas opções que já utilizamos alguma vez.

##### 4.1 SE Móvel

As Subestações móveis é um recurso importante, mas não atende a todas as situações por si só. Sempre é necessário um complemento de barramentos e conexões na alta tensão ou na baixa tensão.

A grande vantagem do uso da mesma é quando há necessidade de recursos complementares de transformadores de potência, durante um pequeno período. Mesmo assim os aspectos de montagem, desmontagem, localização física dentro da instalação, distâncias entre as fases e fase-terra dos cabos que serão utilizados para a conexão da mesma devem ser avaliados. A posição das fases dos circuitos bem como as identificações das mesmas deve ser feitas de forma criteriosas para se evitar surpresas durante a energização. Quando se utiliza a SE Móvel é importante termos um acompanhamento do seu funcionamento durante todo o período que esta estiver energizada.



##### 4.2 Linha Viva de Alta Tensão

Trata-se de um recurso que utilizamos em praticamente todos os arranjos. Temos as opções de Linha Viva ao Potencial e Linha Viva a Distância. A decisão de utilização de cada uma se deve basicamente as condições de acesso ao local, altura dos equipamentos envolvidos e detalhes da operação propriamente dita. Só fazem parte da equipe os eletricitas devidamente treinados em subestações, que é um estágio mais avançado de treinamento dos eletricitas de linha



viva, pois além de os mesmos serem credenciados para trabalhos de linha viva em Linha de Transmissão, só podem atuar em subestações após um treinamento específico para Linha Viva em Subestações. Todas as etapas dos serviços de linha viva devem ser precedidas de uma análise das ferramentas que serão necessárias, bem como a seqüências em que as mesmas serão utilizadas. Desta análise resulta um documento por escrito com todos os passos da tarefa, tanto da conexão do arranjo provisório quanto da desconexão.

#### **4.3 Linha Viva de Média Tensão**

Nas conexões e desconexões de barramentos no pórtilco de 13,8 kV, isolamento de circuitos este recurso é amplamente utilizado. Nos arranjos aéreos com inserção de equipamentos também são utilizados os recursos de linha viva de média tensão. Para trabalhar em subestações o eletricitista envolvido participa de treinamentos específicos onde são repassadas informações relativas a tecnologia de equipamentos; operação de equipamentos, visando o trabalho em pórtilcos de 13,8 kV de subestações. Da mesma forma que os recursos anteriores, é fundamental que se faça o passo a passo das tarefas, as análises de riscos antes e após as tarefas. Nos arranjos aéreos, são utilizados croquis para nortear o planejamento dos serviços e seqüencímetros durante a execução dos serviços.

#### **4.4 Cabo isolado de 13,8 kV**

Este é um recurso que é utilizado na maioria dos arranjos. Para o seu uso, devem ser observados os seguintes aspectos: aterrar a blindagem; delimitar o espaço onde o mesmo estiver instalado, para se evitar o contato de pessoas e passagem de veículos sobre os mesmos. Devido ao seu peso, devem ser previstos suportes adequados, evitando concentrar os esforços nos conectores ou isoladores de seccionadores que poderão



ficar comprometidos com estes esforços. Os detalhes de faseamento devem ser muito bem planejados e conferidos durante a execução. Como não é recomendável que se transitem sobre os cabos isolados (veículos e pessoas), o trajeto onde os mesmos serão lançados devem ser cuidadosamente escolhidos, levando em consideração o tempo em que os mesmos ficarão energizados e os acessos para a execução dos demais serviços.

#### **4.5 Rede aérea protegida de 13,8 kV**

A rede protegida também é utilizada para execução dos arranjos onde as distâncias envolvidas são maiores ou o espaço físico requer a permanência de acesso de veículos e pessoas sob os arranjos. Nos

arranjos com rede protegida, podem ser previstas as instalações de seccionadores, banco de reguladores de tensão; religadores, etc. Em alguns casos, dependendo da duração e da importância dos circuitos envolvidos, telecomandar o religador pode ser um refinamento a ser implementado.



## 5 Sequência de atividades

A seqüência de atividades é o cerne do sucesso de todos os

arranjos provisórios. Abaixo estão as principais etapas que compõem a execução dos arranjos provisórios:

- Escolher as pessoas a serem envolvidas no planejamento, e estabelecendo o coordenador;
- Reunir os envolvidos para estabelecimento de atribuições;
- Verificar exemplos já utilizados anteriormente e que poderia atender a condição apresentada.
- Analisar as variáveis envolvidas antes, durante e após a execução dos arranjos, tais como: operação dos equipamentos; segurança de pessoas; segurança dos equipamentos; proteção do sistema elétrico; condições climáticas; riscos para o sistema elétrico; dimensionamento de recursos materiais e humanos; o que pode ser feito antes para reduzir as incertezas; planos de contingência em caso de alguma anormalidade; monitoramento das condições de carregamento; comportamento dos equipamentos envolvidos nos arranjos provisórios e da rede elétrica sob esta condição, etc.
- Estabelecimento do cronograma de atividades com acompanhamento periódico;
- Fazer os croquis e esquemáticos representando as diversas etapas, facilitando a compreensão por parte dos envolvidos, tanto na forma impressa quanto na forma eletrônica, principalmente nos programas corporativos utilizados na operação dos equipamentos, que no nosso caso são o GEMINI para a média tensão e o X-OMNI para a alta tensão;
- Na programação operativa dos serviços, separar mediante permissões para trabalho, de tal forma que seja estabelecida uma seqüência com documentos formais, pois é necessário garantir que todos os passos sejam fielmente cumpridos, evitando-se queima de etapas;
- O supervisor de operação da subestação e os despachantes do centro de operação que farão todas as manobras de liberação e restabelecimento de equipamentos deverão ser envolvidos em todas as suas etapas. Se a complexidade exigir, acréscimos adicionais de pessoas específicas para cuidar da operação em tempo real devem ser previstas.
- Reunir os envolvidos na execução dos serviços, e se o grau de complexidade exigir, fazer esta reunião no local dos serviços;
- Balanço para avaliação dos resultados.

## 4. Exemplos de arranjos provisórios

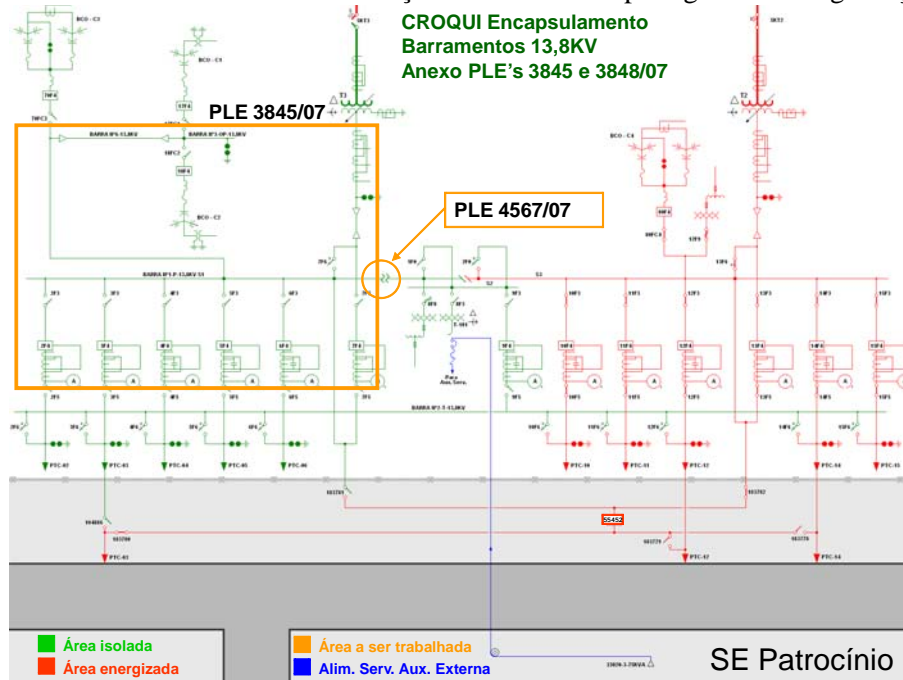
### 4.1 – Instalação de um Regulador de Tensão na barra de 69 kV da SE Avatinguara



Para instalação do regulador de tensão na barra de 69 kV a área de construção nos solicitou dois desligamentos de 8 horas cada um para que fosse inserido o regulador de tensão e suas respectivas seccionadoras associadas, ou seja, chaves de entrada e saída e baipas. Utilizando-se do arranjo provisório, mostrado da figura abaixo, pode ser evitar o desligamento, fazendo com que todo o processo fosse executado com segurança. Esta barra de 69 kV alimenta 4 cidades de porte médio, além de vários consumidores rurais com atividades altamente dependentes da energia elétrica. Basicamente o arranjo consistiu na montagem de um arranjo provisório aéreo em 69 kV, utilizando-se de técnicas de Linha Viva de Alta Tensão e seccionamento de barramentos.

#### 4.2 - Instalação de Cobertura Isolante nos barramentos da SE Patrocínio

Para a realização destes serviços, tínhamos que isolar os barramentos principais, sem fazer uso da barra de transferência. Esta condição era necessária para garantir a segurança das equipes executoras.

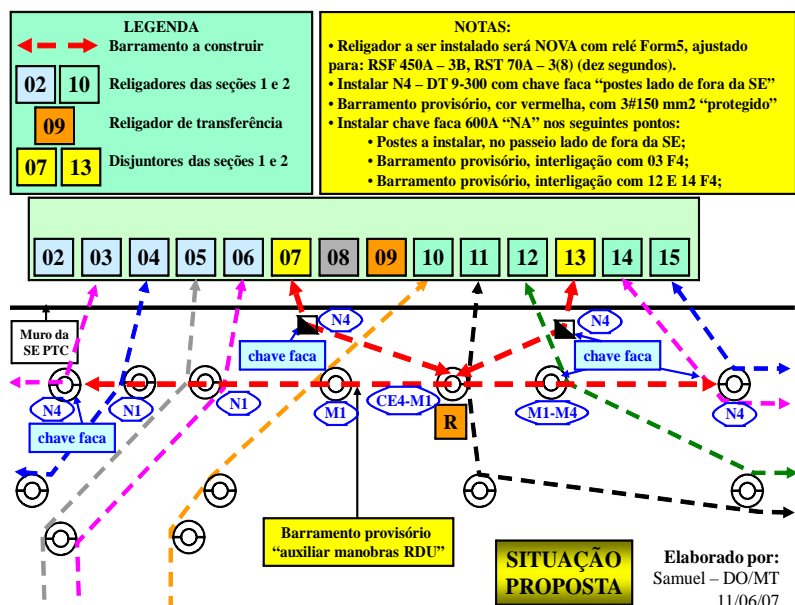


Outros fatores também nos colocaram um desafio a mais para a realização dos serviços. Um deles é o carregamento da SE que só poderia ser absorvido por um dos transformadores em dias de feriado. A primeira solução seria colocar uma SE Móvel, porém esta também estava indisponível no período. A equipe de programação do centro de operação verificou

que era possível fazer um arranjo como o mostrado na figura acima, onde um barramento de rede protegida, chaveado e com um religador telecontrolado poderia fazer uma redistribuição de carga entre os alimentadores, minimizando os riscos em caso de bloqueio de alimentadores. Neste caso, foram adotadas várias contingências para minimizar os riscos, tais como:

- Monitoramento do carregamento;
- Inspeções termográficas

antes e durante a execução dos serviços nos pontos mais solicitados dos barramentos de 13,8 kV da SE e do arranjo provisório;



- Inspeção em todos os alimentadores, inclusive a termográfica;
- Poda de árvore em todos os troncos de alimentadores para se evitar o bloqueio dos alimentadores devido a árvores tocando a rede;
- Plantão de eletricitas nas cidade de Patrocínio, para eventuais ocorrências;
- Limitação de carga durante determinados períodos do dia para um grande consumidor;
- Coincidir as indisponibilidades da Seção S2 ( barramento de interligação das seções S1 e S3) com os 3 dias de feriados.

### Ganhos Obtidos

O DEC devido a subestações foi reduzido drasticamente, conforme pode ser observado na tabela 1, onde a primeira linha mostra a evolução do DEC programado devido a subestações e Linhas de Transmissão. Além destes ganhos diretos e mensuráveis, existem os ganhos indiretos destas medidas, tais como:

- Melhoria da imagem da Empresa perante a opinião pública;
- Evitar os transtornos para os processos produtivos dos consumidores;
- Diminuição das perdas por paradas de produção, quando se pensa na sociedade como um todo.
- Melhoria nas condições para se atingir as metas da ANEEEL.

**Tabela 1**

DEC DT - DESEMPENHO ANUAL												
DEC	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
G/T e S pr	0,90	0,54	0,14	0,10	0,23	0,01	0,01	0,03	0,02	0,10	0,17	0,02
G/T e S ac	0,95	2,80	0,96	0,80	0,75	0,73	0,61	0,62	0,52	0,37	0,34	0,54
MT/BT pr	5,86	4,14	3,89	3,18	2,48	2,91	2,01	1,90	1,76	2,14	2,44	2,43
MT/BT ac	6,97	6,24	5,00	5,53	5,74	5,65	5,47	5,56	4,50	4,23	5,48	5,84
Total	14,69	13,72	9,99	9,62	9,19	9,29	8,10	8,10	6,80	6,84	8,44	8,83

### 5. Conclusão

Como todos sabem os custos para se realizar um arranjo provisório é significativo. Por isso todas as decisões que são tomadas para executar ou não os arranjos provisórios são baseadas no custo-benefício de se adotar ou não a solução, levando-se em consideração todos os aspectos envolvidos num desligamento de consumidores. A adoção de arranjos provisórios deve ser precedida de uma ampla análise, pois em alguns casos é preferível fazer o desligamento dos consumidores, pois quando há necessidade por parte das áreas de Subestações, de Linhas de Transmissão e Redes de Distribuição o aproveitamento do desligamento pode ter ganhos significativos em termos de custos para a Empresa.