



**XXI SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
23 a 26 de Outubro de 2011  
Florianópolis - SC

**GRUPO - XII**

**GRUPO DE ESTUDOS DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO - GMI**

**PLANO DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIA A IMPERATRIZ NUMA SITUAÇÃO DE CONTINGÊNCIA DO  
BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES 550 / 230 / 13.8 KV DE 600 MVA  
UMA VISÃO DA ÁREA DE LINHA DE TRANSMISSÃO**

**(\*) EUGÊNIO PACELLI ANTUNES      FRANCISCO VANDERLEY R. FERNANDES      FRANCISCO RUFINO  
DE O. FILHO      FELIX DE VALOIS M. MIRANDA      JOSE DOS REIS F. DE SOUZA  
ELETROBRÁS ELETRONORTE – CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL SA**

**RESUMO**

O autotransformador de Imperatriz teve uma fase sinistrada e a reserva foi colocada em operação, caso haja um novo sinistro as se's de Imperatriz e Porto Franco sofrerão blecaute. A recuperação em fábrica da fase avariada é estimada em oito meses, sem contar os deslocamentos.

As alternativas de deslocamento de outras fases para Imperatriz demandavam tempos que deixariam a subestação de Imperatriz sem confiabilidade.

Colocou-se a questão, porque não energizar a LT500 kV de Marabá/Imperatriz em 230 kV? Após análises mostrou-se viável, então cada área desenvolveu o seu plano contingência, à área LT's coube realizar as conexões físicas necessárias.

**PALAVRAS-CHAVE**

Fase sinistrada, blecaute, energizar LT 500 kV em 230 kV, ramal provisório

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O atendimento à região de Imperatriz no Maranhão é realizado prioritariamente por um único autotransformador de 500/230/13,8 kV – 600 MVA na SE Imperatriz. Atualmente esse equipamento encontra-se sem a respectiva fase reserva, em função da contingência na fase B ocorrida no dia 12/03/2010 e serão necessários aproximadamente 8 meses a partir da contratação do serviço para recuperação dessa fase.

Desta forma, caso ocorra a indisponibilidade de mais uma fase deste autotransformador, o atendimento ao fornecimento de energia ao norte do Tocantins e à região sul do Maranhão com cerca de 1.100.000 consumidores ficará bastante comprometido, sendo necessário corte de carga em regime normal de operação. Cabe destacar que está prevista somente para agosto de 2011 a entrada em operação de um segundo autotransformador de 450 MVA na SE Imperatriz.

De forma a contornar essa situação, a Eletronorte apresentou ao ONS após os devidos estudos de viabilidade técnica, como alternativa emergencial e de implementação imediata, operar o circuito 1 da LT 500 kV Marabá – Imperatriz em 230 kV, ou seja, o atendimento à Imperatriz seria realizado por meio do barramento de 230 kV da subestação de Marabá.

Esta alternativa, entretanto, dispõe um circuito de 500 kV e três compensadores síncronos da SE Imperatriz, degradando as condições operativas da interligação do Norte com o Nordeste e Sudeste, tendo como consequência a redução dos limites de exportação do Norte da ordem de 700 MW e/ou agravamento das condições de controle de tensão em todos os cenários energéticos. Diante dessas restrições esta solução emergencial não poderá ser adotada como a única alternativa até o retorno da fase sinistrada, previsto para 04/11.

(\*) SCN Quadra 06, Conjunto A, Bloco C – sala 1112 - CEP 70716-901 Brasília, DF, – Brasil

Tel: (+55 61) 3429-5054 – Fax: (+55 61) 3429-8887 – Email: eugenio.antunes@eln.gov.br

Assim sendo, foram analisadas outras alternativas provisórias de atendimento a carga de Imperatriz, que imporiam menos restrições, mas que demandariam mais tempo para implantação:

- a. Remanejamento de uma fase do autotransformador de 500/230/13,8 kV da SE São Luís II para a SE Imperatriz: até 90 dias.
- b. Transferência do banco de autotransformadores 500/230/13,8 kV – 450 MVA, previsto para a SE Miranda II, para a SE Imperatriz: até 60 dias.
- c. Remanejamento do banco de autotransformadores 500/230/13,8 kV – 300 MVA previsto para a SE Ribeiro Gonçalves, tendo em vista que o empreendimento está paralisado, sendo aguardada a liberação da licença de instalação, e que sua conclusão, conforme contrato, está determinada em até 15 meses após a emissão da LI: até 120 dias.

A alternativa a. não foi considerada atrativa, uma vez que diminui a confiabilidade da SE São Luís II e há riscos de que no transporte para a SE Imperatriz a fase seja danificada, devido a idade do equipamento (aproximadamente 30 anos) e às péssimas condições das estradas entre São Luís e Imperatriz.

A alternativa b. não foi considerada uma solução adequada para o SIN, uma vez que degrada as condições de atendimento às SE São Luís II e Miranda II, tendo em vista que o empreendimento relativo ao seccionamento da LT 500 kV Presidente Dutra /São Luís II seria postergado.

A alternativa c. foi a que se mostrou mais atrativa, sob o ponto de vista técnico e de segurança operativa do SIN, tendo em vista que o empreendimento está paralisado, sendo aguardada a liberação da licença de instalação e que sua conclusão, conforme contrato, está determinada em até quinze meses após a emissão da LI.

Sendo assim, o ONS confirma junto a ANEEL e MME para o caso de uma nova ocorrência no banco de autotransformadores de Imperatriz, a seguinte estratégia:

- Operar o circuito 1 da LT 500 kV Marabá – Imperatriz em 230 kV, ou seja, o atendimento à Imperatriz seria realizado por meio do barramento de 230 kV da subestação de Marabá. Tempo para preparação desta ação: 5 dias, e o;
- Remanejamento do banco de autotransformadores 500/230/13,8 kV – 300 MVA previsto para a SE Ribeiro Gonçalves. Tempo para preparação desta ação: até outubro/ 2010.

Foram acionadas várias áreas de conhecimento para o desenvolvimento do atendimento emergencial, tais como proteção, estudos, projeto, equipamentos, linhas, operação etc.

## 2.0 - ENERGIZAÇÃO DO C1 DE 500 KV EM 230 KV – UMA VISÃO DA ÁREA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO.

As áreas de estudo e operação apresentam para a equipe de linhas num diagrama unifilar, ver Figura 1, os pontos que deveriam ser interconectados e os que deveriam ser abertos nos bay's de 500 e de 230 kV, tanto na subestação de Marabá quanto em Imperatriz.

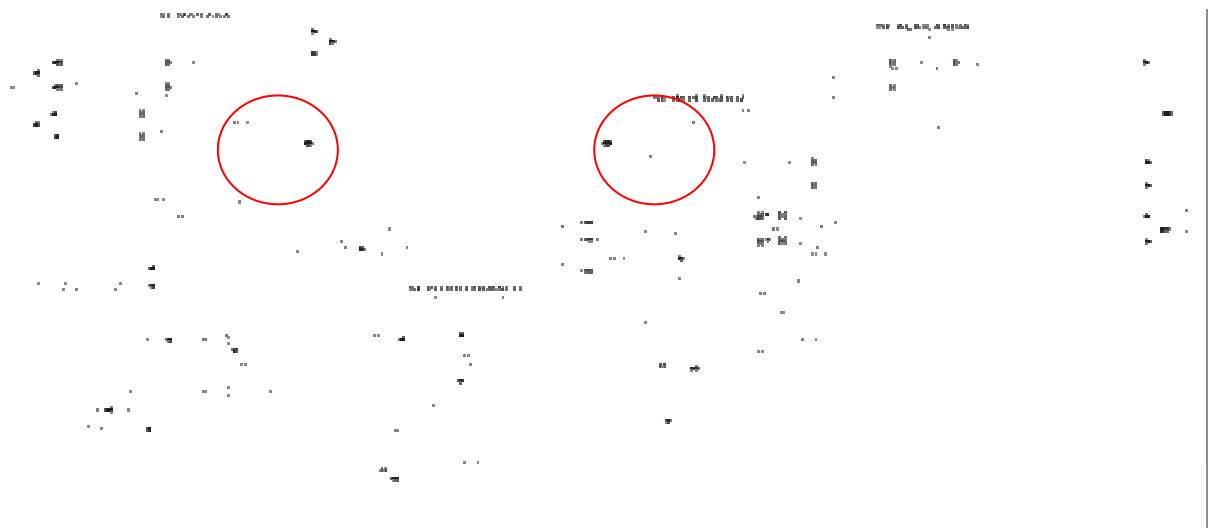


FIGURA 1 – Vista Geral do sistema

De posse destas informações a equipe de linhas vai a campo para verificar as melhores opções de interconexão dos bay's de 500 e 230 kV e encontra uma situação desfavorável, pois estes bay's estão fisicamente afastados uns dos outros.

## 2.1 Arranjos na Subestação de Marabá

Na subestação de Marabá os barramentos de 230 e 500 kV, estão afastados aproximadamente 250 metros e com inúmeros obstáculos entre si, tais como barramentos energizados, equipamentos de transformação e de manobra, iluminação local, torre de telecomunicações, alambrados, locais de passagem de veículos etc, ver Figura 2.

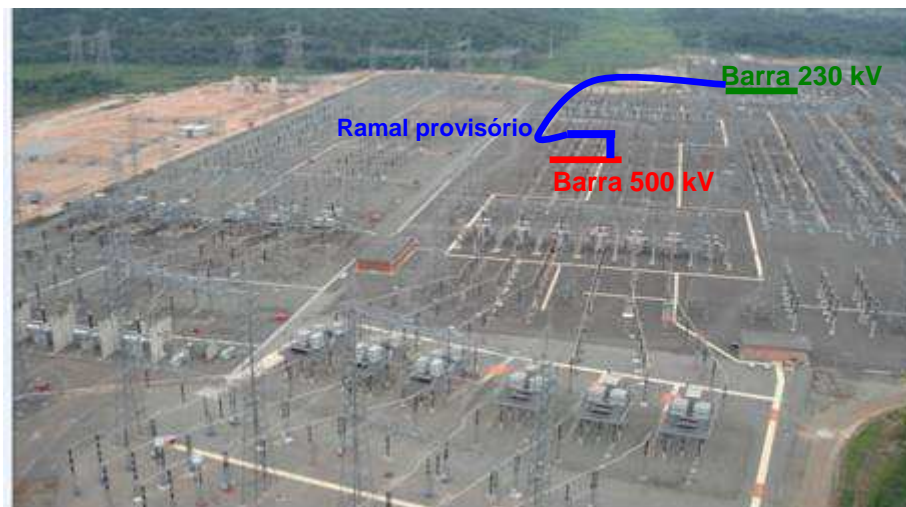


FIGURA 2 – Subestação de Marabá

Diante desta situação a equipe de linhas lança mão de recursos alternativos e realiza em três dias o ramal provisório para a interconexão entre os bay's de 230 e 500 kV, utilizando duas torres de emergência estaiada e três postes de concreto. Em pontilhado destacamos os pingados das fases V, B e A que devem ser retirados antes da energização do ramal, ver Figuras 3, 4, 5 e 6.



FIGURA 3 – Preparativos para conexão do ramal na barra de 500 kV e pingados que serão retirados



FIGURA 4 – Preparativos para conexão do ramal na barra de 230 kV



FIGURA 5 – Saída do ramal da barra de 500 kV em direção a torre estaiada



FIGURA 6 – Saída do ramal da barra de 230 kV em direção a torre estaiada

## 2.2 Arranjos na Subestação de Imperatriz

Na subestação de Imperatriz os barramentos de 230 e 500 kV estão afastados aproximadamente 180 metros, apesar de a distância ser menor do que na subestação de Marabá os obstáculos impõe maior complexidade para a passagem do ramal provisório entre a barra de 230 e a de 500 kV, tanto que inicialmente a rota originária do ramal era outra, conforme indicado em marrom, entretanto o tempo estimado para realizar as conexões para energização do ramal era em torno de 4 horas, tempo este considerado alto. A partir daí buscou-se outra opção de rota e confirmou-se a atual rota destacada em azul, apesar de o ramal passar por baixo da barra de transferência de 500 kV, uma área alagada nas imediações da área energizada da subestação e a futura área em que será montado o segundo banco de autotransformadores – ATR2 com seus barramentos associados, que tem uma previsão para início de obras em fevereiro/2011, ver Figura 7.

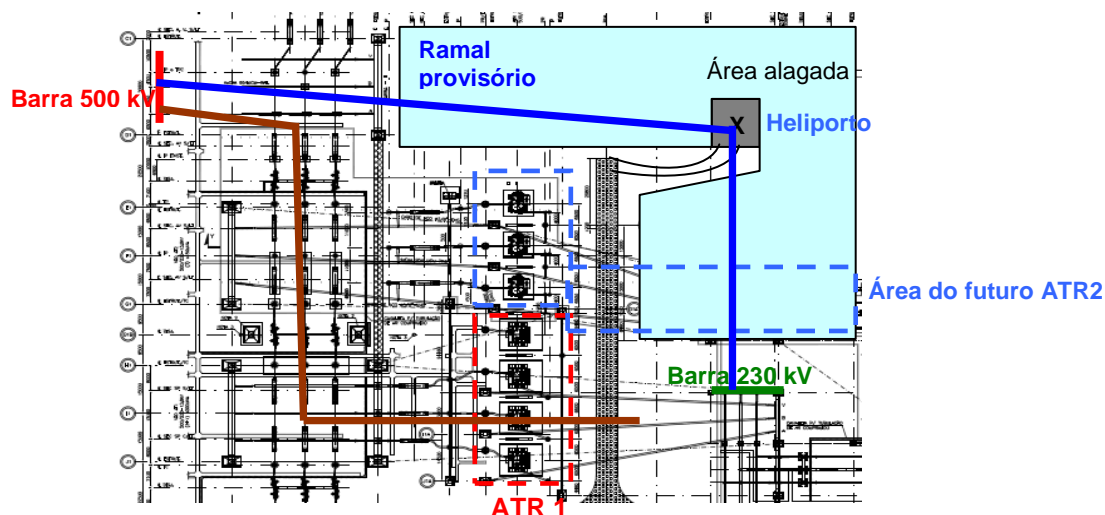


FIGURA 7 – Subestação de Imperatriz

Considerando esta rota como a mais exeqüível e a que demandará menos tempo para a energização do ramal, a equipe de linhas monta o ramal provisório em quatro dias, utilizando doze suportes com coluna isolante para passar sob a barra de transferência de 500 kV e ancorar no pórtico de 500 kV. Em pontilhado destacamos os pingados das fases V, B e A que devem ser retirados antes da energização do ramal, ver Figuras 8 e 9.



FIGURA 8 – Preparativos para conexão do ramal na barra de 500 kV e pingados que serão retirados



FIGURA 9 – Ramal passando por baixo da barra de 500 kV e ancorado no pórtico

A seguir temos a ligação entre o pórtico com a torre de emergência estaiada e desta com a barra de 230 kV, ver Figuras 10 e 11, este trajeto está dentro da área alagada e a torre de emergência foi montada no único local não alagado que é o heliponto. Observar que na Figura 11 as pontas dos cabos do ramal provisório estão amarradas no pé do pórtico, apenas aguardando o momento de conectar com o barramento de 230 kV que alimenta a cidade de Imperatriz e a subestação de Porto Franco.



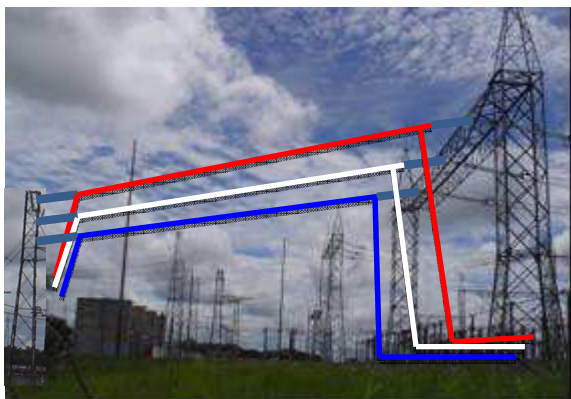


FIGURA 10 – Vista do ramal conectado no pórtico de 500 kV e na torre de emergência estaiada



FIGURA 11 – Vista do ramal conectado na torre de emergência e no pórtico de 230 kV

Para um melhor entendimento destacamos os suportes com coluna isolante utilizados para passar por baixo da barra de transferência de 500 kV e os blocos de concreto utilizados para ancorar a torre de emergência, Ver Figuras 12 e 13.



FIGURA 12 – Suporte com coluna isolante



FIGURA 13 – Blocos de concreto

Por fim é necessário retirar os pingados das três fases das buchas de 230 kV do ATR1, que destacamos em pontilhado e que devem ser retirados antes da energização do ramal, ver Figura 14.

Aproveitamos para destacar que os mesmos pára-raios que atendem o lado das buchas de 230 kV estarão sendo utilizados quando da energização do ramal provisório.



FIGURA 14 – Pingados que serão retirados das buchas do ATR1

### 3.0 - SITUAÇÃO ATUAL

Em fevereiro de 2011:

- O ramal provisório esta montado tanto na subestação de Marabá quanto na de Imperatriz, pronto para ser energizado numa situação de contingência do ATR1.
- A área destinada a montagem do ATR2 em Imperatriz já começou a ser preparada com os serviços de sondagens de solo e drenagem, a previsão de entrar em operação é agosto de 2011.
- A transferência do banco de autotransformadores 500/230/13,8 kV – 300 MVA de Ribeiro Gonçalves para Imperatriz foi cancelada tendo em vista que no decorrer do transporte da fábrica até Ribeiro Gonçalves o registrador de impacto de duas fases acusou valores altos e devido a problemas com a garantia do equipamento com o fabricante a Eletrobrás Eletronorte optou de não fazer um novo deslocamento até Imperatriz.
- A fase B que foi enviada para recuperação em fábrica em 2010, ainda se encontra parada, pois é necessário realizar medições de impedância de uma das outras fases que estão em operação para dirimir dúvidas quanto à nova fase a ser fabricada e não mais recuperada, porém é necessário desligar e para tanto não houve autorização da Diretoria enquanto o ATR2 não entrar em operação.

### 4.0 - CONCLUSÃO

Caso haja uma nova ocorrência no ATR1 de Imperatriz antes da entrada em operação do segundo banco de autotransformadores, que esta prevista para agosto de 2011, a única alternativa para o atendimento ao fornecimento de energia ao norte do Tocantins e à região sul do Maranhão com cerca de 1.100.000 consumidores será a energização em 230 kV do C1 da linha de transmissão de 500 kV que liga Marabá a Imperatriz.

A partir do momento que as equipes de linhas de transmissão de Marabá e Imperatriz estiverem mobilizadas, estima-se o tempo de 1 h 50 min, para a realização das conexões nas extremidades do C1.

Com o C1 energizado so resta aguardar a entrada em operação do ATR2.

### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ITM LT-0001 Instrução Técnica de Manutenção – Eletronorte 2007 – Manutenção em Subestações Energizadas. Brasil.

(2) DT – Documento Técnico – Potência Engenharia – 18/06/2010 - Adequações e Procedimentos Operativos para Atendimento à Imperatriz por Marabá 230 kV quando da Indisponibilidade do ATR 550/230/13.8 kV-600MVA de Imperatriz. Brasil.

(3) DT – Documento Técnico – Potência Engenharia – 04/07/2010 - Análise de Injeção de Surtos Atmosféricos na SÉS Imperatriz e Marabá 230 kV com a LT Marabá-Imperatriz 500 kV C1 Operando em 230 kV. Brasil.

(4) NT – Nota Técnica – ONS – 096 – 07/2010 - Alternativas para Atendimento à Região de Imperatriz.

(5) Carta – ONS – 089/300 – 23/07/2010 – Alternativas para Atendimento a Região de Imperatriz.

### 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Eugênio Pacelli Antunes

Nascido em Montes Claros, MG em 09 de outubro de 1960.

Pós-Graduação (2000) em Gestão Empresarial – MBA: Fundação Dom Cabral – Belo Horizonte, MG

e Graduação (1986) em Engenharia Elétrica: UFMG – Belo Horizonte, MG.

Empresa: ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A., desde 1987.

Engenheiro da Gerência de equipamentos e Linhas de Transmissão – CETL

Francisco Vanderley Rodrigues Fernandes

Nascido em Jerumenha, PI em 01 de outubro de 1962.

Graduação em Administração à distância pela FAAB – Brasília, DF.

Empresa: ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Brasil S.A, desde 1982.

Coordenador da equipe de linhas da Divisão de Transmissão de Imperatriz - CMAI

Félix de Valois Martins Miranda

Nascido em São Félix de Balsas- MA em 14 de Agosto de 1958

Graduação (1984) em Engenharia Elétrica: UFPA – Belém, PA

Empresa: ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A, desde 1985

Engenheiro de Manutenção Elétrica da Divisão de Transmissão de Marabá - CPAM

José dos Reis Ferreira de Souza

Nascido em Marabá, PA em 06 de janeiro de 1972.

Pós-Graduando (2011) em Engenharia da Produção- Especialização, Grupo Uninter – Curitiba, PR

Graduação (2008) em Administração de Empresas: AIEC – Brasília, DF.

Empresa: ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A., desde 1999.

Eletricista de Linha de Transmissão da Divisão de Transmissão de Marabá – CPAM

Francisco Rufino de Oliveira Filho

Nascido em Pedreiras, MA em 23 de março de 1958

Nível médio

Empresa: Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A, desde 1982

Especialista de Manutenção de Linhas da Divisão de Transmissão de Imperatriz - CMAI