



**XXII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GTL/21
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

Superação de Equipamentos Elétricos no Barramento de 500kV da Subestação de Foz do Iguaçu

**Vladimir Rojas Corrêa (*)
FURNAS Centrais Elétricas S.A.**

RESUMO

Com a entrada em operação da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500kV, diversos equipamentos da subestação de Foz do Iguaçu teriam de ser substituídos devido a superação por nível de curto-circuito no barramento de 500kV desta subestação, dentre os quais nove bobinas de bloqueio em operação nas LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 / L6 / L7 / L8).

As tratativas com a ITAIPU Binacional visando substituir as bobinas de bloqueio superadas tiveram início em junho de 2010, sendo que a previsão de entrada em operação da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500kV era em maio de 2011.

Neste cenário, a substituição das bobinas de bloqueio em operação tornava-se inviável, tendo em vista que um processo de aquisição ainda teria de ser iniciado por FURNAS, o que poderia implicar em atrasos a esta nova conexão em 500kV na subestação de Foz do Iguaçu.

A retirada das bobinas de bloqueio na subestação de Foz do Iguaçu seria a solução mais adequada, porém tal implementação resultaria na desativação dos sistemas de ondas portadoras em operação, que deveriam ser migrados para o sistema óptico existente.

PALAVRAS-CHAVE

Superação de equipamentos, bobina de bloqueio, teleproteção

1.0 - INTRODUÇÃO

Através da Resolução Autorizativa nº 2069/2009, publicada em 01 de setembro de 2009, foi autorizada a substituição de diversos equipamentos na subestação de Foz do Iguaçu devido a superação de nível de curto-circuito.

Com a conexão da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500 kV (objeto do Leilão ANEEL 001/2009, vencido pela COPEL Geração e Transmissão S.A.), diversos equipamentos estariam superados por nível de curto-circuito na subestação de Foz do Iguaçu, dentre estes as bobinas de bloqueio existentes nas LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 / L6 / L7 / L8), que deveriam ser substituídas por novas bobinas para corrente de curto-circuito de 63kA (lado Foz do Iguaçu).

Na subestação de Foz do Iguaçu, encontravam-se em operação 09 (nove) bobinas de bobinas de bloqueio, instaladas nas seguintes LT's:

(*) Endereço Rua Real Grandeza, nº 219 – sala 303 - Bloco B – CEP 22.281-900 – Rio de Janeiro (RJ) – Brasil
Tel: (+55 21) 2528-4763 – Fax: (+55 21) 2528-2187 – Email: vladimir@furnas.com.br

- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5): 02 (duas) bobinas nas fases VERMELHA e AZUL;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L6): 03 (três) bobinas nas fases VERMELHA, BRANCA e AZUL;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L7): 02 (duas) bobinas nas fases VERMELHA e AZUL;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8): 02 (duas) bobinas nas fases VERMELHA e AZUL.

A opção pela retirada destas nove bobinas de bloqueio na subestação de Foz do Iguaçu implicaria na desativação dos sistemas de ondas portadoras em operação, parte integrante dos esquemas de proteção primária destas LT's.

Para isto, os cabos de controle que se conectavam a estes equipamentos de ondas portadoras deveriam ser agora conectados a equipamentos de teleproteção cujas interfaces de saída seriam interligadas a um sistema óptico existente entre Foz do Iguaçu e Itaipu.

Para esta migração existiam as seguintes alternativas a serem avaliadas:

- (1) Conectar equipamentos de teleproteção digital a 64kbps em um multiplex de 2Mbps existente;
- (2) Conectar equipamentos de teleproteção analógica neste multiplex de 2Mbps existente;
- (3) Conectar diretamente saídas a 2Mbps em um multiplex SDH existente.

Para a primeira alternativa haveria a necessidade de retirar equipamentos adquiridos para as LT's 750kV do 3º circuito de Itaipu de painéis que já se encontravam em operação.

Foi verificado também que não havia disponibilidade de equipamentos de tons de áudio para teleproteção, descartando a segunda alternativa.

Para a terceira alternativa haveria a necessidade de instalar equipamentos de teleproteção nas subestações de Foz do Iguaçu e Itaipu, sendo, porém, viável com as interfaces disponíveis nos multiplexes existentes.

Assim, nas tratativas entre as equipes técnicas de FURNAS e ITAIPU, foi definida a migração do esquema de teleproteção primário via ondas portadoras destas LT's para o sistema óptico existente, conectando-se as interfaces de 2Mbps dos equipamentos de teleproteção digital a este sistema óptico.

2.0 - PLANEJAMENTO DA SOLUÇÃO

A superação por nível de curto-circuito na subestação de Foz do Iguaçu não implicou na necessidade de retirada simultânea das bobinas de bloqueio na Usina de Itaipu relativas àquelas LT's, haja vista que a superação do nível de curto-circuito se dava somente no barramento de 500kV da subestação de Foz do Iguaçu.

Portanto, os trabalhos limitaram-se à retirada das bobinas de bloqueio na subestação de Foz do Iguaçu e migração esquema de teleproteção primário via ondas portadoras destas LT's para o sistema óptico existente.

O cabo óptico dielétrico de 24 fibras existente entre a subestação de Foz do Iguaçu e a Usina de Itaipu apresenta a seguinte distribuição de fibras ópticas:

- 18 fibras: proteção diferencial das LT's 500kV;
- 04 fibras: sistema óptico de comunicação (Multiplex FOX-515);
- 02 fibras: teleproteção óptica da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8).

O sistema óptico de comunicação existente, através de multiplexes de fabricação ABB, modelo FOX-515, possuía 03 (três) interfaces de 2Mbps disponíveis para conexão das saídas dos equipamentos de teleproteção digital a serem disponibilizados para esta aplicação, a ser implementada para as LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 / L6 / L7).

A LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8), no entanto, já possuía um sistema de teleproteção óptica dedicado. Tal esquema fora implementado em função de interferência do sistema de ondas portadoras desta LT com um radiofarol existente.

O equipamento de ondas portadoras no qual trafegava a função de transfer-trip da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8) transmitia uma frequência que já estava em uso no aeroporto de Foz do Iguaçu, tendo sido necessário desativá-lo. Inicialmente foi feita apenas a migração do esquema de transfer-trip desta LT para este novo sistema de teleproteção óptica, permanecendo o esquema unblocking operando via sistema de ondas portadoras.

Desta forma, para desativar o transmissor do equipamento de ondas portadoras remanescente, bastava apenas migrar o esquema unblocking da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8) para este sistema de teleproteção óptica existente, aproveitando-se interfaces de comando disponíveis.

Complementando os sistemas de proteção das LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz, ainda havia um sistema de micro-ondas analógico em fase de desativação, que era parte integrante do esquema alternado de proteção destas LT's. (Ver Figura 1)

SE Foz do Iguaçu

Usina de ITAIPU

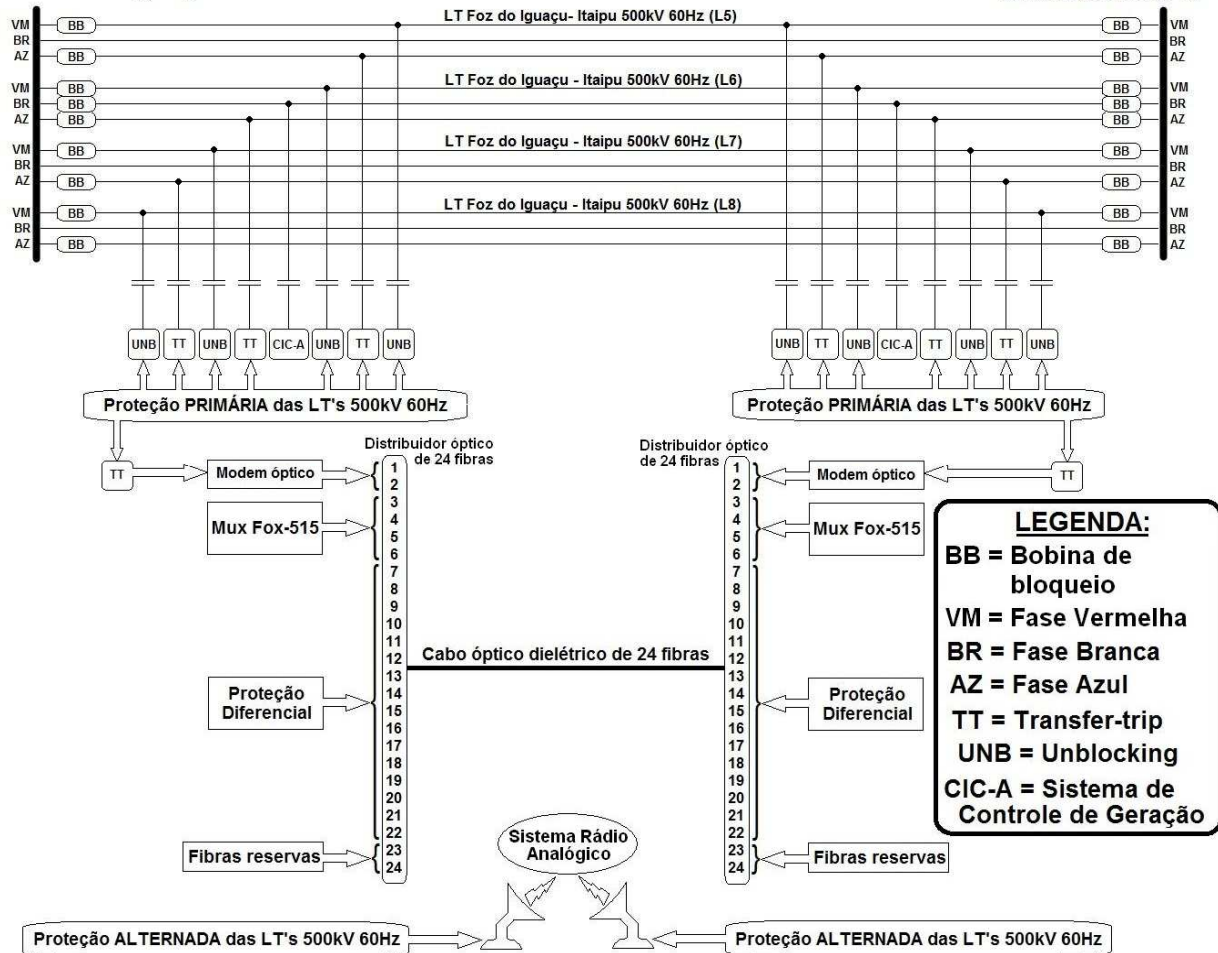


FIGURA 1 – Esquemas de Proteção existentes antes da retirada das bobinas de bloqueio

Tanto na Usina de Itaipu como na subestação de Foz do Iguaçu, os painéis de proteção de cada LT ficam muito afastados do sistema óptico a ser utilizado.

Inicialmente foi proposto que os equipamentos de teleproteção fossem instalados junto aos painéis de proteção, com a conexão ao equipamento óptico feita através de fibras ópticas, ao invés do lançamento de cabos de controle, por trazer uma maior imunidade a ruídos, simplificando a instalação, devido à proximidade física com os painéis de proteção.

No entanto, esta proposta apresentava alguns fatores que impediriam sua execução no prazo desejado:

- Necessidade de aquisição de conversores 125/48Vcc, para alimentação dos equipamentos de teleproteção digital;
- Necessidade de aquisição de modems ópticos para conversão das saídas a 2Mbps dos equipamentos de teleproteção digital em saídas ópticas (a 1310nm ou 1550nm).

Devido à inexistência de tais equipamentos em estoque, bem como pela dificuldade na aquisição imediata dos mesmos, a solução acabou convergindo para a instalação de bastidores com equipamentos de teleproteção digital junto aos bastidores ABB do multiplex SDH FOX-515, em ambas as localidades.

Assim, a solução definida para as LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 / L6 / L7) consistiu na instalação de um bastidor com equipamentos de teleproteção digital com saídas a 2Mbps junto ao bastidor ABB do Multiplex SDH FOX-515 existente, havendo, no entanto, a necessidade de lançamento de cabos de controle em prédios distintos (subestação de Foz do Iguaçu) ou elevações distintas (Usina de Itaipu).

As áreas de proteção de FURNAS providenciaram o envio dos cabos de controle necessários.

Encontrava-se também em operação um canal de dados do Controle de Geradores GSC-A (CIC-A em Itaipu) do Controle da Estação do Elo CCAT, que trafegava através de um sistema de ondas portadoras para comunicação conectado à fase BRANCA da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L6).

Devido a um problema apresentado em um cristal do canal de dados neste equipamento de ondas portadoras para comunicação e à inexistência de Cristal sobressalente, tal canal estava operando com cartões em frequência diferente da original, o que ocasionava taxas de erros significativas, afetando a confiabilidade e a disponibilidade do serviço. Desta forma, também a migração deste canal para o sistema óptico existente era recomendável.

Assim, a ITAIPU providenciou a substituição do cabo de pares existente e a migração deste canal de dados para o Sistema Óptico, o que viabilizou a retirada da bobina de bloqueio da fase BRANCA da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L6) na subestação de Foz do Iguaçu.

Após levantamento das necessidades na subestação de Foz do Iguaçu, constatou-se a disponibilidade de pares reservas de cabos de controle existentes entre a Sala de Relés da Elevadora (onde ficam instalados os painéis de proteção) e a Casa de Controle da Subestação de Foz do Iguaçu (onde ficam os equipamentos de comunicação), com necessidade de lançamentos de cabos apenas no interior da Casa de Controle.

2.1 Instalação na Subestação de Foz do Iguaçu

Desde 2007, a Usina Hidrelétrica de Luiz Carlos Barreto encontrava-se em um processo de modernização das unidades geradoras, que incluía a modernização dos sistemas de proteção e construção de uma nova Casa de Relés. Visando reduzir o tempo de indisponibilidade na modernização das LT's e antecipar os trabalhos locais na nova Casa de Relés da UHE L. C. Barreto, FURNAS iniciou em novembro de 2008 a aquisição de um novo bastidor de teleproteção digital da ALSTOM, com 06 (seis) equipamentos DIP5000 a 2Mbps.

Como este fornecimento foi concluído apenas em novembro de 2009, foi necessário transferir um outro bastidor similar, que encontrava-se instalado na subestação de Guarulhos, porém fora de operação, visando não comprometer a entrada em operação da subestação de Estreito, ocorrida em setembro de 2009.

Assim, quando efetivamente ocorreu o fornecimento do bastidor com 06 (seis) equipamentos de teleproteção ALSTOM modelo DIP5000, todas as LT's a que se destinavam esse bastidor já encontravam-se em operação tendo o bastidor permanecido em almoxarifado até que surgisse uma nova aplicação.

Esta necessidade surgiu em função da necessidade da desativação das bobinas de bloqueio relativas às LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 / L6 / L7 / L8). Assim, foi redefinida a aplicabilidade deste bastidor adquirido para o esquema de teleproteção primária destas LT's.

Como última providência, foi negociado junto ao fornecedor ALSTOM que os serviços de comissionamento fossem então realizados em Foz do Iguaçu ao invés da subestação de Luiz Carlos Barreto.

As tratativas entre FURNAS e ITAIPU foram feitas através de videoconferências realizadas entre maio e setembro de 2010. Após consolidada a solução a ser implementada, o bastidor não utilizado foi finalmente transferido para a subestação de Foz do Iguaçu em outubro de 2010 e os serviços de comissionamento realizados localmente pelo fornecedor ALSTOM em novembro de 2010, finalizando este fornecimento.

2.2 Instalação na Usina de Itaipu

Após a entrada em operação da subestação de Estreito, o antigo bastidor de teleproteção existente foi desativado e ficou disponível para utilização em outras aplicações.

Em nova videoconferência realizada em março de 2011 foram definidas as ações necessárias para transferência e instalação deste bastidor de teleproteção desativado na Usina de Itaipu.

Ainda no mês de março de 2011, foi feita uma vistoria na Usina de Itaipu para definição do local de instalação deste bastidor de teleproteção e estimativa dos materiais de infraestrutura necessários à migração dos sistemas de ondas portadoras existentes.

Antes, porém, era necessário que os equipamentos de teleproteção DIP5000 estivessem na mesma versão em ambas as localidades, tendo sido necessário realizar a seguinte adequação:

1. Retirada dos 03 (três) equipamentos DIP5000 da parte inferior do bastidor instalado em Foz do Iguaçu;
2. Retirada dos 03 (três) equipamentos DIP5000 da parte superior do bastidor a ser transferido para Itaipu;
3. Troca dos equipamentos retirados de um bastidor para outro, possibilitando que os equipamentos instalados na subestação de Foz do Iguaçu (e já comissionados) fossem enlaçados com equipamentos similares na Usina de Itaipu;

Concluída a troca dos equipamentos, o bastidor foi transferido para a Usina de Itaipu.

3.0 - IMPLANTAÇÃO

As atividades necessárias à implantação dos sistemas de teleproteção digital para atendimento às LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV (L5 / L6 / L7 / L8) ficaram assim definidas:

3.1. Atividades Pré-desligamentos

3.1.1. Subestação de Foz do Iguaçu

- Instalação, na Casa de Controle, de um novo bastidor contendo 06 (seis) equipamentos de teleproteção digital AREVA modelo DIP5000, incluindo alimentação e aterramento deste bastidor;
- Interligação entre 03 (três) equipamentos DIP5000 ao Mux SDH FOX-515 existente, através de cabos coaxiais de 10 metros, 06 (seis) conexões;
- Lançamento e acomodação de 03 (três) cabos de controle (2400 metros) entre os painéis de proteção existentes e os equipamentos DIP5000, com aproximadamente 48 conexões no novo bastidor;
- Migração, na Sala de Relés da Subestação Elevadora, de 01 (um) cabo de controle (20 metros) do equipamento OPLAT existente ao equipamento SWT2000D que opera hoje no esquema de teleproteção óptica da L8, com aproximadamente 04 conexões.
- Teste de continuidade em todos os cabos lançados.

3.1.2. Usina de Itaipu

- Instalação, na Sala de Comunicações da EI.124,00, de um novo bastidor contendo 06 (seis) equipamentos de teleproteção digital AREVA modelo DIP5000, incluindo alimentação e aterramento deste bastidor;
- Interligação entre 03 (três) equipamentos DIP5000 ao DID existente, através de cabos coaxiais de 10 metros, 06 (seis) conexões;
- Lançamento e acomodação de 03 (três) cabos de controle (900 metros) entre os painéis de proteção existentes na Galeria GIS EI.128,20 Eixo A/B e os equipamentos DIP5000, com aproximadamente 24 conexões no novo bastidor;
- Migração, na Sala de Relés da Subestação Elevadora, de 01 (um) cabo de controle (20 metros) do equipamento OPLAT existente ao equipamento SWT2000D que opera hoje no esquema de teleproteção óptica da L8, com aproximadamente 04 conexões.
- Teste de continuidade em todos os cabos lançados.

3.2. Atividades durante os desligamentos

3.2.1. Desligamento da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5)

3.2.1.1. Subestação de Foz do Iguaçu

- Retirada de 02 (duas) bobinas de bloqueio das fases AZUL e VERMELHA;
- Retirada de 02 (duas) caixas de sintonia GE das fases AZUL e VERMELHA;
- Desinstalação de 01 (um) bastidor com equipamentos CT/CR-61A.

3.2.2. Desligamento da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L6)

3.2.2.1. Subestação de Foz do Iguaçu

- Retirada de 03 (três) bobinas de bloqueio das fases AZUL, BRANCA e VERMELHA;
- Retirada de 02 (duas) caixas de sintonia GE das fases AZUL e VERMELHA;
- Retirada de 01 (uma) caixa de sintonia TELETTRA da fase BRANCA;
- Desinstalação de 01 (um) bastidor com equipamentos CT/CR-61A;
- Desinstalação de 01 (um) bastidor com equipamentos TET-N2.

3.2.3. Desligamento da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L7)

3.2.3.1. Subestação de Foz do Iguaçu

- Retirada de 02 (duas) bobinas de bloqueio das fases AZUL e VERMELHA;
- Retirada de 02 (duas) caixas de sintonia GE das fases AZUL e VERMELHA;
- Desinstalação de 01 (um) bastidor com equipamentos CT/CR-61A.

3.2.4. Desligamento da LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8)

3.2.4.1. Subestação de Foz do Iguaçu

- Retirada de 02 (duas) bobinas de bloqueio das fases AZUL e VERMELHA;
- Retirada de 02 (duas) caixas de sintonia GE das fases AZUL e VERMELHA;
- Desinstalação de 01 (um) bastidor com equipamentos CT/CR-61A.

A desativação e retirada das bobinas de bloqueio ocorreram nas seguintes datas:

- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5): 25 e 26/06/2011;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L6): 02 e 03/07/2011;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L7): 10 e 11/11/2011;
- LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L8): 05 e 06/12/2011.

A conclusão dos trabalhos nas LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz (L5 e L6) possibilitou ainda a entrada em operação da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500kV, após redistribuição da configuração elétrica dos barramentos de 500kV da subestação de Foz do Iguaçu, tendo a nova LT entrado em operação em 04/12/2011.

No mês de outubro de 2011, foi concluída a instalação do segundo conjunto de equipamentos ópticos FOX-515, possibilitando então prover uma redundância de equipamentos ópticos, todos, porém, inicialmente conectados ao mesmo cabo óptico dielétrico de 24 fibras.

O esquema de proteção alternado das LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz que trafegava através do sistema de micro-ondas analógico foi também migrado para o sistema óptico e, com isto, todas as LT's passaram a operar com esquemas de proteção redundantes, equipamentos redundantes, porém sem redundância de meios físicos, o que será definitivamente solucionado após a instalação do cabo OPGW na LT Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV (L8), atualmente com previsão de conclusão em junho de 2013.

Após a conclusão da implantação desta via óptica OPGW, o sistema óptico principal (identificado como “FOX-A”) utilizará este meio físico, ao passo que o sistema óptico alternado (identificado como “FOX-B”) continuará utilizando o cabo óptico dielétrico de 24 fibras como meio físico, possibilitando em definitivo o atendimento aos esquemas de proteção das LT's Foz do Iguaçu – Itaipu 500kV 60Hz através de rotas redundantes e totalmente independentes.

4.0 - CONCLUSÃO

Devido à superação por nível de curto-circuito na subestação de Foz do Iguaçu quando da entrada em operação da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500kV, foi definida a retirada das bobinas de bloqueio superadas na subestação de Foz do Iguaçu e migração dos sistemas de ondas portadoras em operação para um sistema óptico existente e já em operação, de propriedade da ITAIPU Binacional.

Consolidadas as tratativas com a ITAIPU, a migração dos sistemas de ondas portadoras para o sistema óptico existente ocorreu durante os desligamentos de cada uma das linhas de 500kV, quando também foram retiradas as bobinas de bloqueio superadas.

Todo este trabalho de migração foi realizado com sucesso, sem a necessidade de adquirir nenhum equipamento ou sistema novo, isto é, foram utilizados somente recursos disponíveis nas reservas técnicas de FURNAS e, através de parceria com a ITAIPU Binacional, do aproveitamento da capacidade do sistema óptico existente.

A aquisição das nove bobinas de bloqueio, além de representar um risco ao cumprimento do cronograma de energização da LT Foz do Iguaçu – Cascavel do Oeste 500kV, implicaria num custo adicional de bens da ordem de quatrocentos mil reais.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) FURNAS, Ata de Reunião DET.E.044.2010 de 29.06.2010;
- (2) FURNAS, Ata de Reunião DET.E.072.2010 de 21.09.2010;
- (3) FURNAS, Ata de Reunião DET.E.016.2011 de 15.03.2011;

(4) FURNAS, Ata de Reunião DET.E.031.2011 de 25.05.2011