



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

FI/GTL/28
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – XV

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

ADEQUAÇÃO DOS SISTEMAS DE TELEPROTEÇÃO À MODERNIZAÇÃO DAS PROTEÇÕES DE LT'S DO PMIS – PLANO DE MODERNIZAÇÃO DE INTERESSE SISTÊMICO

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

RESUMO

A partir das Resoluções Autorizativas da ANEEL 758/2006, de 07/12/2006 e 2040/2009, de 11/08/2009, e após entendimentos de FURNAS com o Ministério das Minas e Energia, foi estabelecido que a modernização dos sistemas de proteção de 47 linhas de transmissão teria como prazo limite de implantação o mês de maio de 2014.

Como os sistemas de proteção de diversas destas linhas encontrava-se obsoleto e precisaria ser adequado aos Procedimentos de Rede do ONS, constatou-se a necessidade de aquisição de novos equipamentos por FURNAS para 35 linhas de transmissão e outras 2 pela CEMIG.

FURNAS deu início às atividades em agosto de 2011, tendo assumido desta forma o compromisso de realizar a modernização de todas as linhas de transmissão envolvidas em menos de três anos.

O fornecimento de bens iniciou-se em março de 2013 e até o dia 01/06/2014, foram modernizadas 29 linhas de transmissão, o que totalizou 61,7% da meta desejada, percentual que poderia ter sido ainda maior caso alguns desligamentos não fossem indeferidos pelo ONS por restrições do Sistema Elétrico.

PALAVRAS-CHAVE

Sistema de Ondas Portadoras, Teleproteção, Resolução Autorizativa, ONS

1.0 - INTRODUÇÃO

As Resoluções Autorizativas da ANEEL 758/2006, de 07/12/2006 e 2040/2009, de 11/08/2009 indicaram a necessidade de modernização das proteções de 49 linhas de transmissão de FURNAS, sendo:

- 11 linhas de 138kV;
- 01 linha de 230kV;
- 18 linhas de 345kV;
- 10 linhas de 500kV;
- 09 linhas de 765kV.

Desse total, uma linha de 345kV e outra de 500kV foram excluídas, devido a seccionamento previsto na Subestação de Nova Iguaçu, num horizonte próximo, tendo sido descartada a necessidade de modernização antecipada.

Inicialmente foi feita por FURNAS uma análise da compatibilidade dos sistemas de teleproteção existentes com os novos relés de proteção, que também estavam em processo de modernização.

(*) Rua Real Grandeza, n° 219 – Bloco B – 3º Andar – CEP 22.281-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2528-4763 – Fax: (+55 21) 2528-2187 – Email: vladimir@furnas.com.br

Balizado pela necessidade de adequação às exigências do Submódulo 2.6 dos Procedimentos de Rede do ONS, bem como pela infraestrutura de telecomunicações disponível, este estudo apontou a necessidade de substituição dos sistemas de ondas portadoras de 10 linhas de transmissão, aquisição de novos equipamentos de teleproteção digital para 16 linhas e aquisição de conversores eletro-ópticos para outras 9 linhas.

A substituição dos sistemas de ondas portadoras foi necessária em 12 linhas de transmissão, das quais 8 de 345kV e 4 de 500kV, sendo 2 destas últimas de responsabilidade da CEMIG. Devido às classes de tensão envolvidas, o estudo do plano de frequências a ser implantado foi feito de forma a considerar a possibilidade de transmissão de até 4 comandos independentes e largura dos filtros de transmissão dos equipamentos definida para 2,5kHz.

O planejamento foi consolidado em março de 2012 e, a partir de então, iniciado o processo de compra.

2.0 - SOLUÇÕES ADOTADAS

Apresentamos a seguir as soluções que foram definidas para cada linha de transmissão do escopo desta modernização, agrupadas conforme a classe de tensão envolvida.

2.1 LT's 765kV

As nove linhas de transmissão de 765kV tiveram as modernizações dos sistemas de proteção e teleproteção autorizadas a partir da Resolução 758/2006 da ANEEL, conforme indicado a seguir:

TABELA 1 – Linhas de 765kV e modernizações realizadas

Linha de Transmissão	Energização	Resolução Autorizativa	Escopo
Itaberá - Tijuco Preto c1	08/12/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Itaberá - Tijuco Preto c2	22/12/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Itaberá - Tijuco Preto c3	05/01/2014	- - -	- - -
Ivaiporã - Itaberá c1	09/02/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Ivaiporã - Itaberá c2	16/03/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Ivaiporã - Itaberá c3	02/02/2014	- - -	- - -
Foz do Iguaçu - Ivaiporã c1	12/05/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Foz do Iguaçu - Ivaiporã c2	17/08/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Foz do Iguaçu - Ivaiporã c3	24/05/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção

De acordo com a Tabela 1, as LT's 765kV Itaberá – Tijuco Preto (circuito 3) e Ivaiporã – Itaberá (circuito 3) não foram incluídas em nenhuma Resolução Autorizativa, porém, visando padronizar as soluções implementadas, houve a necessidade de inclusão das mesmas nesta modernização.

Em atendimento às solicitações do Ministério das Minas e Energia, como parte integrante das melhorias definidas após a falha na SE Itaberá ocorrida em novembro de 1999, foram desativados todos os sistemas de ondas portadoras existentes nas LT's 765kV e as soluções ficaram assim definidas:

2.1.1. LT's Foz do Iguaçu – Ivaiporã 765kV (circuitos 1, 2 e 3)

- Esquema PRIMÁRIO: através de equipamentos de teleproteção de 2Mbps via Sistema Óptico utilizando cabo OPGW existente no circuito 3;
- Esquema ALTERNADO: utilizando equipamentos de teleproteção de 64kbps via Rádio Digital (*);

(*) Este esquema possui proteção de rota interligando-se a saída de 2Mbps do multiplex de Foz do Iguaçu a um canal alugado da COPEL até a SE Bateias, depois até Itaberá através de Rádio Digital próprio e, a partir de Itaberá, seguindo via Sistema Óptico utilizando cabo OPGW do circuito 3 até Ivaiporã.

2.1.2. LT's Ivaiporã – Itaberá 765kV (circuitos 1, 2 e 3)

- Esquema PRIMÁRIO: através de equipamentos de teleproteção de 2Mbps via Sistema Óptico utilizando cabo OPGW existente no circuito 3;
- Esquema ALTERNADO: utilizando equipamentos de teleproteção de 64kbps via Rádio Digital (*);

(*) Este esquema possui proteção de rota interligando-se a saída de 2Mbps do multiplex de Ivaiporã ao Sistema Óptico utilizando cabo OPGW existente no circuito 3 até Foz do Iguaçu, depois ao canal alugado da COPEL de Foz do Iguaçu até Bateias, seguindo até Itaberá através de Rádio Digital próprio.

2.1.3. LT's Itaberá – Tijuco Preto 765kV (circuitos 1, 2 e 3)

- Esquema PRIMÁRIO: através de equipamentos de teleproteção de 64kbps via Sistema Óptico utilizando cabo OPGW existente no circuito 3;
- Esquema ALTERNADO: utilizando equipamentos de teleproteção de 2Mbps via Sistema Óptico entre Tijuco Preto e Ibiúna e seguindo via Rádio Digital até Itaberá.

As datas de modernização indicadas na Tabela 1 indicam a entrada em operação dos esquemas PRIMÁRIO das LT's 765kV Ivaiporã – Itaberá e Itaberá – Tijuco Preto e ALTERNADO das LT's 765kV Foz do Iguaçu – Ivaiporã.

2.2 LT's 500kV

As dez linhas de transmissão de 500kV tiveram as modernizações dos sistemas de proteção e teleproteção autorizadas a partir das Resoluções da ANEEL indicadas a seguir:

TABELA 2 – Linhas de 500kV e modernizações realizadas

Linha de Transmissão	Energização	Resolução Autorizativa	Escopo
Angra - Cachoeira Paulista	10/06/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção
Cachoeira Paulista - Tijuco Preto	19/01/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção
Campinas - Cachoeira Paulista	09/05/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Adrianópolis - São José	22/12/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 1523/2008, de 26/08/2008	Proteção Teleproteção
Adrianópolis - Grajaú	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 1523/2008, de 26/08/2008	Proteção Teleproteção
Cachoeira Paulista - Taubaté	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Tijuco Preto - Taubaté	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Teleproteção
Itumbiara - Emborcação	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção
Itumbiara - São Simão	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Angra - São José	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Teleproteção

De acordo com a Tabela 2, as LT's 500kV foram incluídas nas Resoluções Autorizativas 758/2006 e 1523/2008, sendo que apenas as 7 primeiras foram trabalhadas por FURNAS.

As modernizações das LT's 500kV Itumbiara – Emborcação e Itumbiara – São Simão foram conduzidas pela CEMIG e a LT 500kV Angra – São José não foi modernizada devido a seccionamento previsto na Subestação de Nova Iguaçu.

Para as LT's 500kV Adrianópolis – São José, Adrianópolis – Grajaú e Angra – Cachoeira Paulista, verificou-se que os equipamentos de ondas portadoras existentes só disponibilizavam 2 comandos independentes, não atendendo à necessidade de 4 comandos requerida para implantação da lógica de religamento monopolar solicitada pelo ONS. Por haver disponibilidade de redundância de rotas digitais, a solução definida foi a utilização de equipamentos de teleproteção digital em ambos os esquemas (PRIMÁRIO e ALTERNADO) e desativação do Sistema de Ondas Portadoras existente.

No entanto, para as LT's 500kV Tijuco Preto – Cachoeira Paulista e Campinas – Cachoeira Paulista, não existia um indicativo do ONS para implantação da lógica de religamento monopolar e, desta forma, foram mantidas as soluções anteriormente planejadas, utilizando-se no esquema PRIMÁRIO equipamentos de ondas portadoras com largura de banda de 2kHz, para transmissão de até 2 comandos independentes e no esquema ALTERNADO equipamentos de teleproteção digital a 2Mbps.

Para a LT 500kV Tijuco Preto – Cachoeira Paulista foi mantido no esquema PRIMÁRIO o equipamento de ondas portadoras existente mas, em particular, para a LT 500kV Campinas – Cachoeira Paulista, havia a necessidade de substituição do equipamento existente por obsolescência. No entanto, FURNAS já havia adquirido no ano de 2002 equipamentos de ondas portadoras para esta linha, com largura de banda de 2kHz, e que continuavam atendendo as necessidades planejadas. Com isto, não houve necessidade de uma nova aquisição, mas tão somente colocar em operação equipamentos já fornecidos.

Para as LT's 500kV Tijuco Preto – Taubaté e Cachoeira Paulista – Taubaté, as Resoluções Autorizativas indicavam a necessidade de implantação de meio alternativo de transmissão, haja vista que ambos os esquemas destas linhas utilizavam para tráfego dos sinais de teleproteção apenas o sistema de ondas portadoras.

A solução que foi definida para estas linhas de interligação entre FURNAS e CTEEP considerou no esquema PRIMÁRIO a modernização do sistema de ondas portadoras, através da utilização de novos equipamentos com largura de banda de 2,5kHz, atendendo à necessidade de 4 comandos requerida para implantação da lógica de religamento monopolar solicitada pelo ONS e no esquema ALTERNADO a utilização de equipamentos de teleproteção digital a 64kbps, com interligação entre as duas empresas em Araraquara.

2.3 LT's 345kV

As dezoito linhas de transmissão de 345kV tiveram as modernizações dos sistemas de proteção e teleproteção autorizadas a partir das Resoluções da ANEEL indicadas a seguir:

Linha de Transmissão	Energização	Resolução Autorizativa	Escopo
Brasília Sul - Corumbá	- - -	- - -	- - -
Brasília Sul - Samambaia c1	16/09/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Brasília Sul - Samambaia c2	16/12/2013	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Samambaia - Bandeirantes c1	25/02/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção Teleproteção
Samambaia - Bandeirantes c2	17/03/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção Teleproteção
Itumbiara - Bandeirantes c1	05/05/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 1523/2008, de 26/08/2008	Proteção Teleproteção
Itumbiara - Bandeirantes c2	25/05/2014	ReA 758/2006, de 07/12/2006 ReA 1523/2008, de 26/08/2008	Proteção Teleproteção
Ibiúna - Tijuco Preto c1	02/03/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Ibiúna - Tijuco Preto c2	- - -	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Ibiúna - Guarulhos c1	- - -	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Ibiúna - Guarulhos c2	- - -	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Campinas - Guarulhos	26/02/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Campinas - Poços de Caldas	01/06/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Itumbiara - Porto Colômbia	07/04/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Marimondo - Porto Colômbia	02/05/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Campos - Vitória	- - -	ReA 758/2006, de 07/12/2006	Proteção + Teleproteção
Adrianópolis - Jacarepaguá c1	06/04/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção + Teleproteção
Adrianópolis - Jacarepaguá c2	- - -	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Proteção

TABELA 3 – Linhas de 345kV e modernizações realizadas

De acordo com a Tabela 3, as LT's 345kV foram incluídas nas Resoluções Autorizativas 758/2006, 1523/2008 e 2040/2009 da ANEEL, com exceção da LT 345kV Corumbá – Brasília Sul, ainda em fase de autorização junto à ANEEL. Destas, apenas a LT 345kV Adrianópolis – Jacarepaguá (circuito 2) não foi modernizada devido a seccionamento previsto na Subestação de Nova Iguaçu.

Para a LT 345kV Brasília Sul – Corumbá, não existia um indicativo do ONS para implantação da lógica de religamento monopolar e, desta forma, foram mantidas as soluções de teleproteção anteriormente planejadas, utilizando-se no esquema PRIMÁRIO equipamentos de ondas portadoras com largura de banda de 2kHz, para transmissão de até 2 comandos independentes e no esquema ALTERNADO equipamentos de teleproteção digital a 2Mbps.

Para as LT's 345kV Brasília Sul – Samambaia (circuitos 1 e 2), a existência de cabos OPGW em ambos os circuitos bem como a distância pequena (cerca de 15km) entre as subestações motivou a modernização com utilização de modens ópticos numa das rotas e utilização de sistema óptico existente na outra rota.

Para ambas as LT's, cada esquema é composto de um conversor eletro-óptico e dois equipamentos de teleproteção digital, com dupla redundância de via em ambos os esquemas.

Para as LT's 345kV Samambaia – Bandeirantes (circuitos 1 e 2) e Itumbiara – Bandeirantes (circuitos 1 e 2), os sistemas de ondas portadoras existentes apresentavam obsolescência e deveriam ser substituídos nesta modernização. No entanto, a existência de um anel óptico interligando as SE's Brasília Sul, Samambaia, Pirineus, Bandeirantes, Itumbiara e Corumbá tornou possível desativar os sistemas de ondas portadoras destas linhas, implantando rotas de direção oposta, para compor a redundância de via, conforme indicado na Figura 1 abaixo.

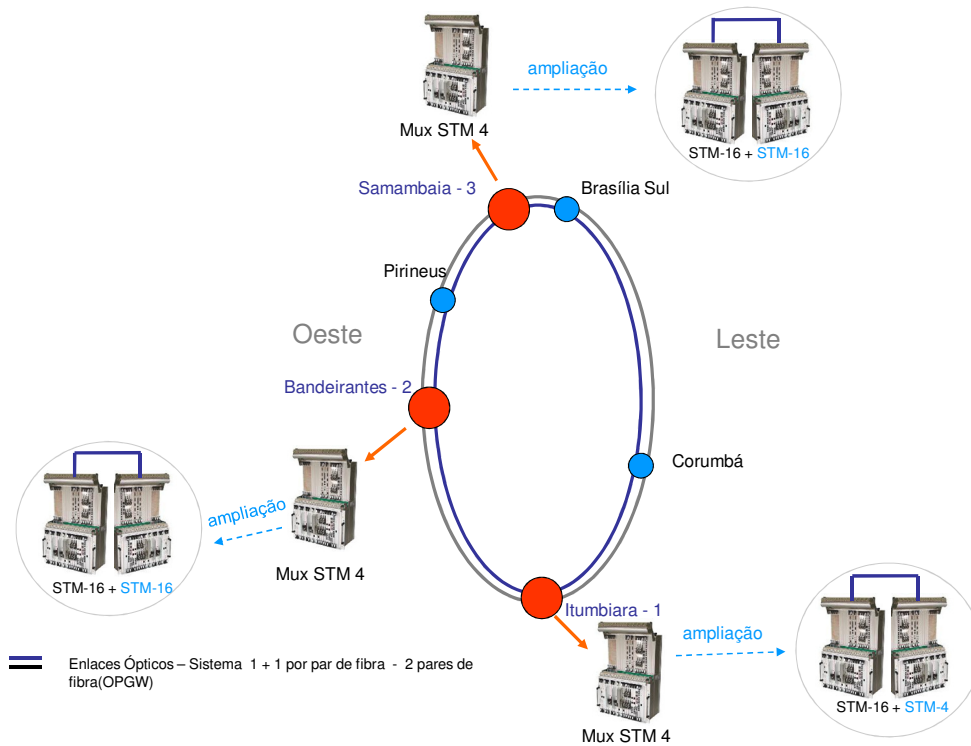


FIGURA 1 – Solução de Telecomunicações para as LT's 345kV Itumbiara – Bandeirantes (circuitos 1 e 2) e Bandeirantes – Samambaia (circuitos 1 e 2)

A mesma situação ocorreu para as LT's 345kV Ibiúna – Tijuco Preto (circuitos 1 e 2). Também os sistemas de ondas portadoras existentes apresentavam obsolescência e deveriam ser substituídos nesta modernização, mas a existência de um anel óptico interligando as SE's Ibiúna, Itaberá e Tijuco Preto tornou possível desativar os sistemas de ondas portadoras destas linhas, implantando rotas de direção distintas, para compor a redundância de via, conforme indicado na Figura 2 abaixo.

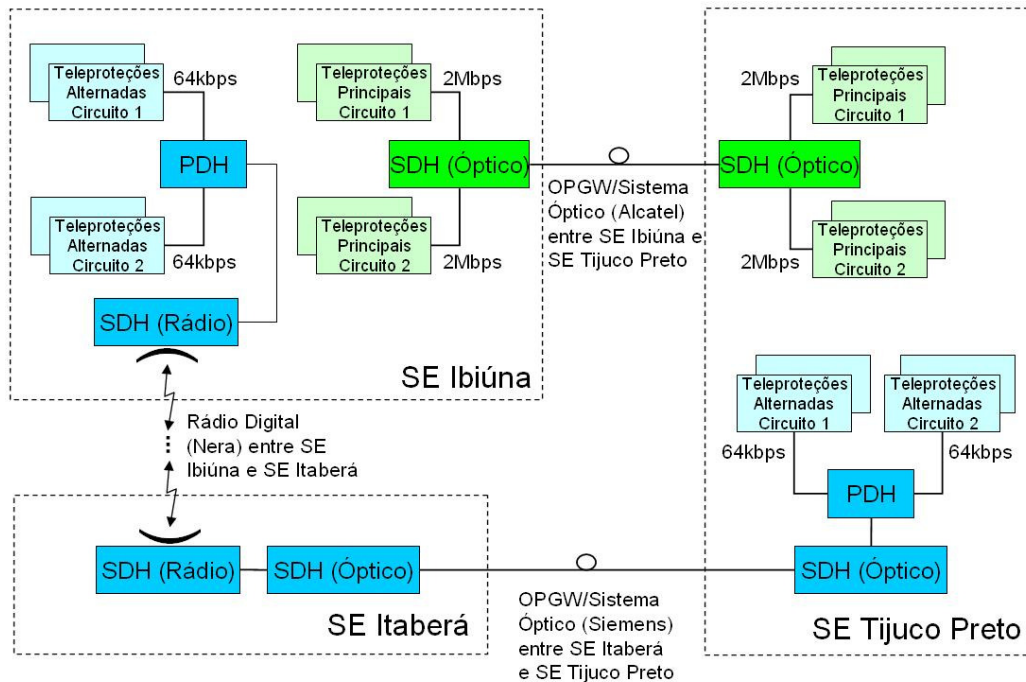


FIGURA 2 – Solução de Telecomunicações para as LT's 345kV Ibiúna – Tijuco Preto (circuitos 1 e 2)

Para as LT's Ibiúna – Guarulhos 345kV (circuitos 1 e 2), Campinas – Guarulhos 345kV, Campinas – Poços de Caldas 345kV, Itumbiara – Porto Colômbia, Marimbondo – Porto Colômbia, Campos – Vitória e Adrianópolis – Jacarepaguá (circuito 1), a solução que foi definida considerou no esquema PRIMÁRIO a modernização do sistema de ondas portadoras, através da utilização de novos equipamentos com largura de banda de 2,5kHz, atendendo à necessidade de 4 comandos requerida para implantação da lógica de religamento monopolar solicitada pelo ONS e no esquema ALTERNADO a utilização de equipamentos de teleproteção digital a 2Mbps utilizando sistemas ópticos existentes.

2.4 LT 230kV

Apenas uma linha de 230kV foi incluída nas modernizações autorizadas a partir das Resoluções da ANEEL:

Linha de Transmissão	Energização	Resolução Autorizativa	Escopo
Brasília Sul - Brasília Geral c1	18/05/2014	ReA 2040/2009, de 11/08/2009	Teleproteção

TABELA 4 – Linha de 345kV e modernização realizada

Por ser uma linha de 230kV, apenas um único esquema de teleproteção é suficiente para atendimento aos Procedimentos de Rede do ONS. Desta forma, foram substituídos os equipamentos de teleproteção analógicos existentes por novos equipamentos de teleproteção digital com interfaces de 2Mbps.

2.5 LT 138kV

As onze linhas de transmissão de 138kV tiveram as modernizações dos sistemas de proteção e teleproteção autorizadas a partir das Resoluções da ANEEL indicadas a seguir:

Linha de Transmissão	Energização	Resolução Autorizativa	Escopo
Adrianópolis - Magé c1	24/03/2014	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Adrianópolis - Magé c2	30/03/2014	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Rocha Leão - Magé c1	14/12/2013	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Rocha Leão - Magé c2	30/01/2014	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Adrianópolis - Alcântara c1	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Adrianópolis - Alcântara c2	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Adrianópolis - Alcântara c3	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Adrianópolis - Imbariê - Alcântara	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Rocha Leão (Furnas) - Rocha Leão (Ampla) c1	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
Rocha Leão (Furnas) - Rocha Leão (Ampla) c2	- - -	ReA 2376/2010, de 04/05/2010	Proteção
São José - Rio da Cidade	- - -	ReA 2837/2011, de 29/03/2011	Proteção

TABELA 5 – Linha de 345kV e modernização realizada

De acordo com a Tabela 5, as LT's 138kV foram incluídas nas Resoluções Autorizativas 2376/2010 e 2837/2011 da ANEEL.

Para todas as LT's 138kV do escopo destas modernizações, foi prevista a desativação dos sistemas de ondas portadoras existentes e implantação de proteção diferencial, utilizando protocolo C.3794 e conversores eletro-ópticos.

Para as LT's 138kV Adrianópolis – Magé (circuitos 1 e 2), Rocha Leão – Magé (circuitos 1 e 2) e Rocha Leão (Furnas) – Rocha Leão (Ampla) (circuitos 1 e 2), onde existe interligação direta entre as subestações, utilizou-se conversores eletro-ópticos com interfaces digitais de 2Mbps.

Para as LT's 138kV Adrianópolis – Alcântara (circuitos 1, 2 e 3), Adrianópolis – Alcântara – Imbariê e São José – Rio da Cidade, onde existe é necessário migrar os canais entre as empresas através de sistemas ópticos distintos, utilizou-se conversores eletro-ópticos com interfaces digitais de 64kbps.

3.0 - FORNECIMENTO DE BENS

Devido à complexidade e abrangência atípica das aquisições a serem feitas, optou-se por dividi-las em 4 grupos, sendo 2 deles envolvendo linhas com sistemas de ondas portadoras, 1 grupo somente para as linhas de 765kV e outro para linhas de 138kV, somente para aquisição dos conversores eletro-ópticos.

As aquisições foram realizadas através de pregões eletrônicos iniciados em novembro/2012 e os contratos iniciais foram assinados em dezembro/2012 (grupo 1), janeiro/2013 (bobinas de bloqueio) e fevereiro/2013 (grupo 2).

O valor total das aquisições para atendimento às modernizações necessárias foi de R\$ 6 milhões, envolvendo fornecimento de bens e serviços de treinamento, instalação e comissionamento.

O fornecimento total dos bens principais, sem a inclusão de peças sobressalentes, correspondeu a 40 equipamentos de ondas portadoras, 40 caixas de sintonia, 106 equipamentos de teleproteção digital, 32 bobinas de bloqueio, 6 kits de sintonia e pararraios para instalação em bobinas existentes, 22 conversores eletro-ópticos, 20 modems ópticos, notebooks, cabos e acessórios.

O fornecimento de todos os bens foi iniciado em março/2013 e totalmente concluído em outubro/2013.

Os projetos executivos foram contratados pelo setor de proteção e controle de FURNAS e incluíram no escopo o projeto de telecomunicações.

A primeira linha de transmissão foi modernizada em junho/2013, tendo sido ao longo do segundo semestre de 2013, outras seis linhas de transmissão modernizadas,

Outras 22 linhas de transmissão foram modernizadas até o dia 01/06/2014, totalizando 61,7% da meta desejada (29 de 47 linhas).

4.0 - CONCLUSÃO

Toda a modernização dos sistemas de teleproteção realizada por FURNAS ocorreu em tempo recorde, considerando o número reduzido das equipes envolvidas e as energizações em sequência, principalmente no primeiro semestre de 2014.

Todo o planejamento foi feito visando evitar retrabalhos. Assim, os planos de frequências definidos já atenderam a uma possível modernização futura para atendimento a implantação de lógicas de religamento monopolar que porventura venham a ser solicitadas pelo ONS.

Nas substituições dos sistemas de ondas portadoras, procurou-se manter o faseamento existente e o tipo de montagem das bobinas de bloqueio, simplificando os trabalhos durante os desligamentos de cada linha transmissão modernizada.

Para algumas linhas de transmissão, a superação dos equipamentos de pátio implicou na substituição antecipada de bobinas de bloqueio. Para estes casos, o plano de frequências foi definido de forma a aproveitar as bobinas de bloqueio existentes.

Sempre que possível procurou-se migrar sistemas de ondas portadoras obsoletos para sistemas de teleproteção digital, desde que houvesse redundância de meios físicos de transmissão e de equipamentos.

Desta forma, até o momento todas as modernizações ocorreram de forma satisfatória garantindo assim maior confiabilidade ao SIN – Sistema Interligado Nacional.