



XVI SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

ST E I V

SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL DE TELECOMUNICAÇÕES EM SISTEMAS DE POTÊNCIA

A EVOLUÇÃO DO SISTEMA ÓPTICO DA ELETRONORTE - PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Manoel Gonçalves Neto
ELETRONORTE

Nagib Bechara Pardauil
ELETRONORTE

RESUMO

A evolução tecnológica vivenciada pela Eletronorte, na área de telecomunicações, quando a rede óptica passou, ao longo de quatro anos, de 1,5 para algo em torno de 1.500 km, os desafios enfrentados para a implantação e as características técnica desta rede, sua particularidades, a adoção de estratégias mercadológicas e perspectivas futuras, são apresentadas ao longo do artigo.

PALAVRAS CHAVE: Evolução Tecnológica; Sistemas Ópticos.

1.0. INTRODUÇÃO

Pioneirismo é uma das características da Eletronorte. A implantação de milhares linhas de transmissão e construção de usinas na região Amazônica, ao lado da implantação do primeiro cabo OPGW no Brasil, na usina de Tucuruí em 1984, constituem-se em um marco. No ano seguinte, foi elaborado um dos primeiros projetos de interligação de subestações através de cabos ópticos: o projeto do anel óptico de Manaus, que previa a interligação de todas as subestações existentes na cidade. Infelizmente, fatores diversos fizeram que fatos como estes não sofressem continuidade.

Muitos esforços foram desenvolvidos no sentido de digitalizar a rede de telecomunicações da Eletronorte e reduzir o hiato tecnológico existente. A partir de 1997, com a mudança no cenário dos setores de energia elétrica e telecomunicações, a Eletronorte estabeleceu

novas diretrizes, entre as quais a que toda nova linha de transmissão fosse equipada com cabo óptico OPGW. E desta forma, as linhas de transmissão Norte/Sul, Tramo-Oeste e interligação Brasil/Venezuela, foram equipadas com cabos e sistemas ópticos, proporcionado com isto que outros sistemas ópticos fossem implantados nos anos vindouros, entre os quais destaca-se: o sistema Rondônia, o anel óptico de Manaus, o sistema norte do Amapá. Mais recentemente, novos projetos ópticos foram incorporados aos empreendimentos da Eletronorte, como os sistemas Norte/Nordeste, Acre/Rondônia e a ampliação dos sistemas ópticos de Manaus e Amapá.

Associado aos projetos ópticos, encontra-se a constituição de empresa de propósito específico, a Eletronet, formada pelas empresas do grupo Eletrobrás associadas à empresa privada, que se constituiu no agente impulsionador e parceiro nos empreendimentos ópticos da própria Eletronorte.

Esta evolução tecnológica é apresentada ao longo do artigo, através de um breve histórico, a digitalização dos sistemas, com ênfase nos troncos de transmissão, e os novos desafios.

2.0. HISTÓRICO

Desde a sua fundação, em 1973, os sistemas de ondas portadoras analógicos, constituíram-se na espinha dorsal dos sistemas de telecomunicações da Eletronorte, interligando todos as subestações dos sistemas elétricos, com sua grande maioria ainda em operação.

A partir do início dos anos 80, foram desenvolvidos projetos que proporcionassem confiabilidade e operacionalidade aos sistemas de telecomunicações e, por conseguinte, ao sistema elétrico. Estes projetos estavam calcados em enlaces de rádio analógicos e visavam interligar as principais unidades operacionais dos sistemas elétricos da Eletronorte: Norte/Nordeste, composto de vinte e quatro estações entre repetidoras e subestações para a interligação Belém/São Luís; Mato Grosso, com mais de doze estações; Manaus/Balbina, com quatro estações; dentre outros.

Paralelamente aos projetos das grandes rotas via rádio, também foram desenvolvidos projetos para instalação de sistemas ópticos em Tucuruí, na interligação usina/subestação e em Manaus, na concepção do anel óptico de interligação de todas as subestações.

Uma miríade de fatores, contribuíram à postergação dos diversos projetos, exceto a interligação usina/subestação em Tucuruí, na qual a Eletronorte tornou-se pioneira no Brasil na implantação de cabo óptico OPGW. Esta interligação, desativada no final do ano 2000, consistia em um enlace de 1,5 km, utilizando cabo óptico OPGW com quatro fibras multimodo e sistema óptico PDH com capacidade para 8 Mbps. Depois deste pioneirismo, seguiu-se um hiato de vários anos em termos de tecnologia.

Muitos esforços foram desenvolvidos no sentido de digitalizar os sistemas de telecomunicações da Eletronorte, para dotá-la dos requisitos indispensáveis ao pleno atendimento dos usuários internos e externos. A partir de 1997, com a adoção de novas diretrizes empresariais adotadas pela Empresa, associada às mudanças no cenário dos mercados de energia elétrica e de telecomunicações, foi possível implementar a digitalização.

O hiato surgido cobrou seu preço. Com quadro técnico reduzido, a Eletronorte teve que investir em capacitação tecnológica, ao mesmo tempo em que desenvolvia projetos para a digitalização de grande parte do seu sistema de telecomunicações e iniciava a instalação das grandes redes ópticas.

Entre 1997 e 2000, a Eletronore projetou e instalou as seguintes redes ópticas:

- Norte/Sul: 513 km de cabo OPGW, interligando as subestações de Miracema, Colinas, Porto Franco e Imperatriz;
- Tramo-Oeste do Pará: 662 km de cabo OPGW, interligando as subestações de Rurópolis, Uruará, Altamira, Tucuruí e usina de Tucuruí;

- Rondônia: 48 km de cabo óptico espinado, interligando as subestações de Porto Velho, Areal, Alfaville e Rio Madeira;
- Rondônia: 110 km de cabo OPGW interligando as subestações de Ji-Paraná e Rolim de Moura;
- Amapá: 224 km de cabo OPGW interligando as subestações de Central, Tartarugalzinho, Amapá, Calçoene e Santana e Equatorial;
- Sistema Manaus: 52 km de cabo óptico espinado interligando as subestações de Manaus, Flores, Ponta Negra, Aparecida, Distrito I, Distrito II, Mauá, V Oito, Cachoeirinha, Seringal Mirim e Sede;
- Interligação Brasil/Venezuela: 220 km de cabo OPGW interligando as subestações de Boa Vista, no Brasil, e Santa Elena, na Venezuela.

Implantar sistemas ópticos na região Amazônica, é um desafio, semelhante ao enfrentado na instalação das linhas de transmissão e cada um dos sistemas ópticos instalados nas linhas de transmissão da Eletronorte, teve seus desafios particulares. O Tramo-Oeste, que foi instalado seguindo a rodovia Transamazônica, foi marcado pela dificuldade de acesso, principalmente na época das chuvas, com os muitos atoleiros na região e queda de árvores sob as linhas, sem causar danos ao cabo óptico. A interligação Brasil/Venezuela ficou caracterizada pelas dificuldades encontradas ao atravessar, em ambos os lados da fronteira, reservas indígenas e ambientais. Os sistemas instalados nas cidades, caso de Porto Velho e Manaus, nos quais os cabos ópticos foram instalados em linhas de transmissão em operação, tiveram as dificuldades típicas da impossibilidade de desligamentos das linhas.

Quando da elaboração deste artigo diversos outros projetos, e novos desafios, encontram-se em curso:

- Sistema Maranhão: 706 km de cabo OPGW, interligando as subestações de Imperatriz, Presidente Dutra, Peritoró, Miranda, São Luís II e São Luís I; este projeto encontra-se em fase de instalação;
- Sistema Acre/Rondônia: 1.020 km de cabo OPGW interligando as subestações Rio Branco, Abunã, Guajará-Mirim, Porto Velho e Ji-Paraná, Pimenta Bueno e Vilhena; este projeto encontra-se em fase de licitação;
- Sistema Manaus: 230 km de cabo OPGW, interligando as subestações Manaus, Cariri, Itacoatiara; 60 km de cabo óptico espinado, interligando as subestações Manaus, Cachoeirinha, Marapatá, Aparecida, Cosama, Ponta Negra, Redenção, São José, Mauá, Cidade Nova, Santo Antonio e Sivam; 110 km de cabo óptico ADSS, interligando as subestações Iranduba, Manacapuru e Novo Ayrão; 4 km de

cabo óptico submarino interligando as subestações de Cosama e Iranduba; este projeto encontra-se em fase de obtenção dos recursos necessários à sua implantação;

- Sistema Pará: 796 km de cabo OPGW e ADSS, interligando as subestações de Imperatriz, Marabá, Tucuruí, Vila do Conde, Guamá e Utinga; este projeto está sendo desenvolvido em parceria com a Eletronet.

A escolha dos sistemas ópticos como espinha dorsal dos sistemas de telecomunicações deveu-se, principalmente, a fatores técnicos, o sistema rádio era inviável em função das diversas estações repetidoras necessárias, e econômicos-financeiros, com o retorno do investimento proporcionado pela comercialização do excesso da canalização dos equipamentos e das fibras ópticas dos cabos.

3.0. REDES ÓPTICAS EM OPERAÇÃO

Nos próximos itens são apresentadas as principais características dos sistemas instalados.

3.1. Sistema Tramo-Oeste

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 230 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli, instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação ECI e proteção em anel;
- Sistema PDH: fabricação RAD, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: seis, incluindo uma estação repetidora, ao longo de 662 km de linhas de transmissão.

3.2. Sistema Norte/Sul

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 500 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli, instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 36 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação Alcatel e proteção por enlace;
- Sistema PDH: fabricação Alcatel, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;

- Número de estações: cinco, incluindo uma estação repetidora, ao longo de 513 km de linhas de transmissão.

3.3. Interligação Brasil/Venezuela

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 230 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli, instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,21 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação General Eletric, com proteção em anel;
- Sistema PDH: fabricação General Eletric, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: duas, sem estação repetidora, ao longo de 220 km de linhas de transmissão.

3.4. Sistema Rondônia

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 230/138 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli, instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 12 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico PDH, capacidade 8 Mbps, fabricação ABB, com proteção por enlace, e interfaces para voz, dados, vídeo e teleproteção;
- Número de estações: duas, sem estação repetidora, ao longo de 110 km de linhas de transmissão;

3.5. Sistema Porto Velho

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 69 kV;
- Cabo óptico espinado, fabricação Siemens, instalado em linha existente desenergizada;
- Número de fibras: 12 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação Siemens, com proteção por enlace;
- Sistema PDH: fabricação Siemens, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: quatro, sem estação repetidora, ao longo de 48 km de linhas de transmissão.

3.6. Sistema Manaus

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 69 kV;
- Cabo óptico espinado, fabricação Siemens, instalado em linha existente desenergizada;
- Número de fibras: 12 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação Siemens, com proteção por enlace;
- Sistema PDH: fabricação Siemens, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: onze, sem estação repetidora, ao longo de 52 km de linhas de transmissão;

3.7. Sistema Amapá

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 138/69 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli, instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 12 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,22 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps, fabricação ABB e proteção por enlace;
- Sistema PDH: fabricação ABB, com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: seis, sem estação repetidora, ao longo de 224 km de linhas de transmissão.

4.0. NOVOS DESAFIOS

Novos desafios quase sempre vêm acompanhados de novas soluções. Esta afirmação pode ser confirmada com a implantação de cabo OPGW nas linhas de 500 kV, em operação, que interligam as subestações do sistema elétrico do Maranhão (Imperatriz a São Luís). Para evitar o desligamento das linhas e os transtornos operacionais e financeiros decorrentes, optou-se pela instalação do cabo OPGW como um terceiro cabo pára-raios, em local apropriado das estruturas de transmissão. O sucesso alcançado com a aplicação deste processo, será estendido para as linhas de transmissão, também em 500 kV, que interligam as subestações do sistema elétrico do Pará e desta com o Maranhão.

Outra novidade, a nível de Eletronorte, será a utilização de cabo óptico submarino na travessia do Rio Negro em Manaus. Também encontra-se em estudos a utilização de cabo espinado em linhas de 138 kV, sistema Amapá, e 230 kV, sistema Mato Grosso,

além de cabo ADSS, nos sistemas Pará, Mato Grosso, Amazonas e Rondônia.

Nos próximos itens, são apresentadas as principais características dos novos desafios.

4.1. Sistema Maranhão

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 500 kV e 230 kV;
- Cabo óptico OPGW, fabricação Pirelli e LG, instalado em linha existente energizada;
- Número de fibras: 36/24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,21 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 622 Mbps e proteção por enlace;
- Sistema PDH: com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: sete, incluindo uma estação repetidora, ao longo de 706 km de linhas de transmissão, sendo 18 km em linhas de 230 kV

Este sistema encontra-se no seguinte estágio:

- instalados 388 km cabo óptico OPGW;
- em fase de instalação 318 km;
- equipamentos em fase de licitação.

4.2. Sistema Pará

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 500 kV e 230 kV;
- Cabo óptico OPGW, a ser instalado em linha existente energizada;
- Número de fibras: 36/24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,21 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 622 Mbps e proteção por enlace;
- Sistema PDH: com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: oito, incluindo duas estações repetidoras, ao longo de 796 km de linhas de transmissão, sendo 70 km em linhas de 230 kV

Este sistema encontra-se no seguinte estágio:

- A instalação do cabo óptico será efetuada pela Eletronet;
- No trecho Imperatriz/Marabá/Tucuruí, 415 km, será utilizado cabo OPGW;
- No trecho Tucuruí/Vila do Conde, 323 km, está sendo estudo a utilização de cabo óptico ADSS
- equipamentos em fase de licitação.

4.3. Sistema Acre/Rondônia

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 230 kV;
- Cabo óptico OPGW a ser instalado em linha nova desenergizada;
- Número de fibras: 24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,21 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps e proteção por enlace;
- Sistema PDH: com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: sete, incluindo uma estação repetidora, ao longo de 1.020 km de linhas de transmissão.

Este sistema encontra-se no seguinte estágio:

- cabo óptico OPGW e equipamentos em fase de licitação.

4.4. Sistema Manaus

As principais características deste sistema são:

- Linha de transmissão em 230 e 69 kV;
- Cabo óptico OPGW, ADSS, espinado e submarino a serem instalados em linha existentes e novas;
- Número de fibras: 24 monomodo standard;
- Janela de operação: 1550 nm;
- Atenuação média: 0,21 dB/km;
- Sistema óptico SDH, capacidade 155 Mbps e proteção por anel;
- Sistema PDH: com interfaces para voz, dados, vídeo, teleproteção;
- Número de estações: dezoito, ao longo de 400 km de linhas de transmissão, sendo 230 km em linhas de 230 kV

Este sistema encontra-se no seguinte estágio:

- projetos concluídos.

Além dos sistemas mencionados, encontram-se em estudos os seguintes:

- Sistema Amapá, 140 km de cabo óptico, cujo tipo ainda não se encontra definido, interligando as subestações de Central, Santana e Macapá, em linhas de 138 e 69 kV;
- Sistema Rondônia, 360 km de cabo óptico, cujo tipo ainda não se encontra definido, complementando o sistema em implantação, interligando as subestações de Porto Velho, Samuel, Ariquemes, Jarú e Ji-Paraná, em linhas de 230 kV;

- Sistema Mato Grosso, 820 km de cabo óptico, cujo tipo ainda não se encontra definido, interligando as subestações de Couto Magalhães, Barra do Peixe, Rondonópolis, Coxipó, Nova Mutum, Sorriso e Sinop, em linhas de 230 kV.

Características comuns aos sistemas mencionados acima, são: linhas encontram-se em operação e apenas um circuito.

5.0. CONCLUSÃO

Quando observamos a atual rede óptica da Eletronorte e as redes em implantação e projetadas, vê-se a evolução alcançada em pouco mais de três anos.

Atuando em uma região ainda carente de infraestrutura, infelizmente, vê-se o mercado de telecomunicações a ser atendido, com os resultados econômico-financeiros daí advindos. Cabendo à própria Eletronorte a criatividade necessária, para a expansão do “negócio telecomunicações”, expansão esta que poderá ser efetuada isoladamente, ou em parceria, como ocorre hoje com a Eletronet, caminho este que acreditamos ser o mais viável.

Para abarcar tal rede que se torna complexa a cada dia, faz-se mister a adoção de uma nova estratégia empresarial no que diz respeito ao gerenciamento da mesma. A proliferação de inúmeras plataformas de gerência, oriundas dos diversos fornecedores dos sistemas, a extensão da rede e a sua interligação com redes de outras empresas (e os problemas de sincronismo advindos), exigem a adoção de programas que visem o aporte de recursos técnicos, gerenciais e financeiros, que permitam o bom gerenciamento da rede e o atendimento ao usuário. Programas de capacitação do corpo técnico, de sistemas de gerência integrada, como a TMN, e de qualidade, como o TPM, são instrumentos imprescindíveis nesta tarefa hercúlea, mas que não assusta quem sempre trilhou o pioneirismo, uma das marcas da Eletronorte.

6.0. BIBLIOGRAFIA

- (1) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Norte/Sul, 1997.
- (2) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Tramo-Oeste, 1997.
- (3) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Interligação Brasil/Venezuela;
- (4) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Manaus, 1998.
- (5) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Rondônia, 1998.
- (6) ELETRONORTE. Projeto sistema óptico Amapá.

7.0. DADOS BIOGRÁFICOS

Manoel Neto, formado em Engenharia Elétrica, pelo Inatel em 1986, em Santa Rita do Sapucaí, trabalha desde 1987 na Eletronrte.

Nagib Pardaul, formado em Engenharia Elétrica, pela UFPA em 1986, em Belém, trabalha desde 1987 na Eletronorte.