



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

GTL - 26  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

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

**AValiação de desempenho do sistema óptico Tramo-Oeste da Eletronorte, no período  
1998 a 2004 : A MANUTENÇÃO E A OPERAÇÃO DO SISTEMA**

**Nagib Bechara Pardauil \***

**Eletronorte**

**RESUMO**

A avaliação do desempenho do sistema óptico Tramo-Oeste da Eletronorte, localizado ao longo da rodovia Transamazônica no Estado do Pará, desde sua implantação em 1998 até os dias de hoje, é apresentada do ponto de vista da manutenção e da operação deste sistema, destacando-se as dificuldades operacionais e o desempenho dos equipamentos, em especial os de transmissão óptica, e de cabos OPGW e as perspectivas de melhorias neste sistema em decorrência da avaliação de desempenho.

**PALAVRAS-CHAVE**

Sistemas Ópticos, Amplificadores ópticos, Cabo OPGW, Avaliação de desempenho.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Sendo o segundo sistema óptico implantado na Eletronorte, o primeiro foi implantado em 1984, o sistema óptico Tramo-Oeste foi concebido dentro de uma nova filosofia para a Eletronorte à época, que abolia a utilização dos equipamentos de ondas portadoras como meio de transporte de comunicação de voz, dados e teleproteção entre as subestações pertencentes ao sistema.

Este sistema, que entrou em operação em 1998, interligou a usina hidrelétrica de Tucuruí a diversas subestações localizadas na região oeste do Estado do Pará (daí o nome Tramo-Oeste), através de 675 km de cabo óptico OPGW e sistema de transmissão óptica operando com taxa de transmissão de 155 Mbps, sendo complementado pelos sistemas de acesso (PDH e teleproteção), comutação, supervisão e gerência, CFTV, energia, etc..

Com a entrada em operação do sistema óptico Tramo-Oeste, doravante denominado sistema Tramo-Oeste, a Eletronorte foi compelida, em paralelo com a capacitação técnica de sua equipe, a adotar mecanismos de avaliação de desempenho dos diversos sub-sistemas, em especial os sub-sistemas ópticos, utilizando-se em grande parte dos recursos proporcionados pela gerência associada a este sub-sistemas.

Esta avaliação de desempenho foi dividida em dois grandes grupos. Um destinado a avaliar o desempenho do cabo OPGW, com ênfase no parâmetro de atenuação das fibras ópticas, e outro destinado a avaliar o desempenho dos equipamentos, com ênfase nos equipamentos de transmissão óptica, SDH e amplificadores, e de acesso, PDH e teleproteção.

\* SCN Qd. 6, Conj. A, Bl. C, Sl. 701 - CEP 70718-910 - Brasília - DF - Brasil  
Tel.: (061) 429-5355 - Fax: (061) 329-6821 - e-mail: [nagib@eln.gov.br](mailto:nagib@eln.gov.br)

Se por um lado o sistema de gerência criou mecanismos de facilitar a operação do sistema e o constante acompanhamento da performance do mesmo, sua manutenção apresentou e ainda apresenta problemas, quer pela falta de pessoal, quer pelas distâncias envolvidas, quer pela dificuldade de acesso às subestações em decorrência das condições da Rodovia Transamazônica às margens da qual aquelas estão localizadas.

A avaliação do desempenho do sistema Tramo-Oeste é procedida, ao longo deste Informe Técnico, pela apresentação das características técnicas dos diversos sub-sistemas e dos enlaces ópticos, além da perspectiva de ampliação para prover serviços de telecomunicações para terceiros.

## 2.0 - SISTEMA ÓPTICO TRAMO-OESTE

O sistema óptico Tramo-Oeste, é uma rede óptica SDH, operando com taxa de transmissão de 155 Mbps (STM-1), sendo composto por sete estações das quais cinco subestações (Tucuruí-500 kV, Tucuruí Vila - 69 kV, Altamira, Transamazônica, e Rurópolis), uma estação repetidora (Pacajá) e uma usina hidrelétrica (Tucuruí), interligadas através de 675 km de cabo óptico OPGW, instalado ao longo da linha de transmissão de 230 kV que forma o sistema elétrico do Tramo-Oeste do Pará, estando em operação desde 1998.

A topologia da rede é em anel plano (no mesmo cabo), com proteção 1+1 ao nível de STM-1, sendo que a estação UHE Tucuruí interliga-se radialmente ao anel óptico através de enlace com a estação Tucuruí-500 kV. Nesta topologia, um lado do anel, denominado via principal, utiliza equipamentos SDH tipo ADM (Add-and-Drop Multiplexer), enquanto o outro lado, denominado via de proteção, utiliza equipamentos SDH tipo REG (Regenerator Multiplexer). Os equipamentos SDH localizados nas estações finais do anel são do tipo TM (Terminal Multiplexer). A rede óptica opera com sincronismo de acordo com a recomendação G-813 a partir do equipamento SDH instalado na estação Tucuruí-500 kV, sendo o sinal regenerado nas estações seguintes. Em decorrência das distâncias envolvidas, todos os enlaces, exceto entre UHE Tucuruí e Tucuruí-500 kV, possuem equipamentos de amplificação óptica.

O sistema óptico Tramo-Oeste é composto por equipamentos SDH (fabricação ECI Telecom, modelos SDM-1 e SDM-1C); equipamentos PDH (fabricação RAD Telecom, modelo MP-2100); equipamentos de amplificação óptica (fabricação Pirelli, modelo T-31); equipamentos de teleproteção (fabricação Siemens, modelo SWT-2000D); equipamentos de comutação (fabricação Lucent, modelos Merlin Legend, Definity 3Gi e Prologic); equipamentos rádio UHF (rádio e multiplex de fabricação Siemens, modelos CTR-210 e MDE-2MC, respectivamente); equipamentos rádio UHF (de fabricação Motorola, modelo 350); sistema CFTV (diversos equipamentos e fabricantes com integração Thomson); equipamentos de alimentação em corrente contínua, 48 Vcc (retificadores, banco de baterias e QDCC, de fabricação Saturnia); equipamentos de alimentação em corrente alternada (motores geradores e acessórios correlatos, de fabricação MWM e Maquigeral).

Três sistemas de gerência supervisionam o sistema óptico possuindo, cada um, sua estação de trabalho, sendo operados através do centro de gerência de Brasília, quais sejam: gerência dos equipamentos SDH (ECI eNM 7.515); gerência PDH (Radview 4.02) e de infra-estrutura e outros equipamentos (Actionview 3.0, que utiliza remotas Motorola). Complementando o sistema, em Tucuruí há estações de gerência do tipo "x-terminal".

A figura 1, a seguir, apresenta um diagrama esquemático do sistema Tramo-Oeste com destaque para as distâncias envolvidas. Ressalta-se que na prática, a interligação da via de proteção do anel, entre as estações Tucuruí Vila (TUV) e Pacajá (PAC), não é direta e sim através do distribuidor óptico localizado na estação Tucuruí-500 kV (TUC). A título de informação, o sistema óptico Tramo-Oeste é interligado em Rurópolis, a sistema semelhante pertencentes à empresa Rede Celpa, nas direções de Santarém e Itaituba, com equipamentos SDH, PDH e de teleproteção idênticos aos encontrados no lado da Eletronorte.

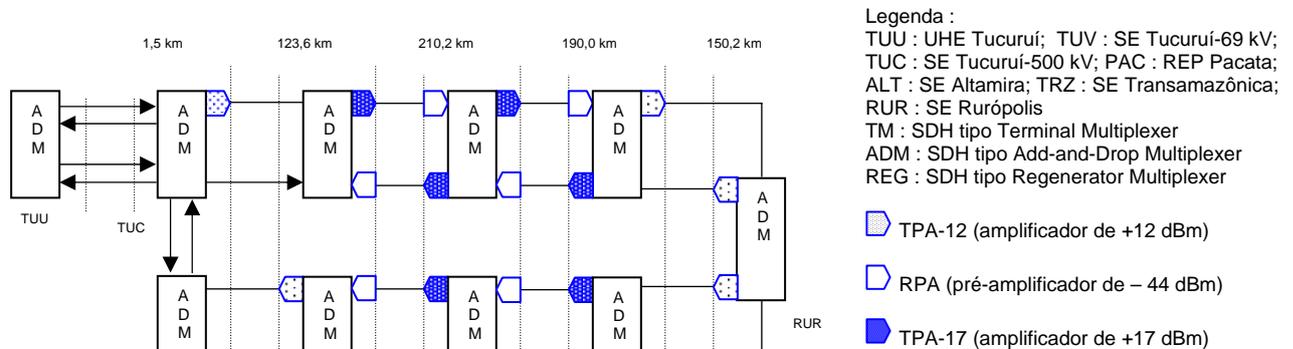


FIGURA 1 : Diagrama esquemático do sistema Tramo-Oeste

### 3.0 - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA ÓPTICO TRAMO-OESTE

Os equipamentos que constituem os diversos subsistemas que concorrem para a composição do sistema Tramo-Oeste, têm seu desempenho avaliado periodicamente ao longo dos quase sete anos de operação do sistema. Entretanto, seria por demais cansativo, e foge ao escopo deste Informe Técnico, apresentar a avaliação de todos os subsistemas e os respectivos equipamentos. Desta forma, este informe está centrado na avaliação do subsistema de transmissão óptica (equipamentos SDH e de amplificação óptica), e do meio de transmissão óptica utilizado (cabo óptico OPGW).

#### 3.1 Avaliação de desempenho do subsistema de transmissão óptica

O subsistema de transmissão óptica é constituído, no âmbito deste Informe Técnico, pelos equipamentos SDH e de amplificação óptica, instalados nas vias principal e de proteção do sistema.

##### 3.1.1 Características dos equipamentos de transmissão óptica

Os equipamentos SDH estão divididos nos tipos TM (Terminal Multiplexer), ADM (Add Drop Multiplexer) e REG (Regenerator Multiplexer). A diferença básica entre eles está no fato de que os equipamentos tipo TM e ADM possuem módulos tributários de 2 Mbps, enquanto os do tipo REG não os possuem. Os equipamentos ADM encontram-se instalados na via principal (estações de Tucuruí-500 kV, Pacajá, Altamira e Transamazônica) e na via de proteção (estações Tucuruí-500 e Tucuruí Vila). Os equipamentos TM encontram-se instalados em ambas as vias (estações UHE Tucuruí e Rurópolis), enquanto os equipamentos REG encontram-se na via de proteção (estações Pacajá, Altamira e Transamazônica).

Encontramos, no sistema Tramo-Oeste, equipamentos SDH modelos SDM-1 e SDM-1C, ambos de fabricação ECI Telecom., cuja diferença reside no número máximo de tributários de 2 Mbps permitido : 63 para o primeiro e 32 para o segundo, respectivamente. Em ambos os modelos, a máxima potência óptica de transmissão é de 0,0 dBm, com valor típico de -1,2 dBm, enquanto o limiar de recepção do sinal óptico é de -33,0 dBm, sendo verificados em campo valores de até -41,0 dBm.

Os equipamentos de amplificação óptica são de fabricação Pirelli Telecom., modelo T-31, equipamentos estes que tiveram sua fabricação descontinuada quando da venda desta unidade da Pirelli para a empresa Cisco. Nos equipamentos de amplificação óptica, instalados em diversas estações do sistema, encontramos dois modelos de amplificadores, TPA-12 e TPA-17, com potências ópticas nominais de transmissão de 12,0 dBm e 17,0 dBm, respectivamente, e um modelo de pré-amplificador, RPA, cujo limiar de recepção do sinal óptico é de -44,0 dBm. Alguns valores típicos encontrados em campo são 13,4 dBm, 18,5 dBm e -49,0 dBm, correspondendo, respectivamente, aos amplificadores TPA-12, TPA-17 e ao pré-amplificador RPA. A distribuição dos equipamentos SDH e de amplificação óptica, pode ser observada na Figura 1.

##### 3.1.2 Avaliação de desempenho

Ao longo dos anos de avaliação, observou-se que os equipamentos SDH apresentaram desempenho satisfatório, não sendo registradas falhas em módulos destes equipamentos. O ponto negativo é o fato de que o sistema opera com sincronismo baseado na recomendação G-813 do ITU-T, a partir de equipamento SDH instalado na estação Tucuruí-500 kV. Todos os demais equipamentos recebem o sinal de sincronismo recuperado do sinal de linha da rede, contribuindo para a degradação deste sinal à medida que o mesmo circula pela mesma. Esta degradação, verificada com o aumento da taxa de erro e de escorregamentos na rede, é mais crítica para o tráfego de sinais de dados e de vídeo-conferência. Este problema está sendo solucionado com a ativação de equipamento de sincronismo, operando em conformidade com as recomendações G-811 e G-812 do ITU-T, na estação Tucuruí-500 kV.

Apesar do tempo médio entre falhas dos equipamentos de amplificação óptica, ser de vinte anos, a partir de 2002, portanto com quatro anos de operação do sistema óptico, foram observadas degradações na performance dos equipamentos de amplificação óptica, em particular dos módulos amplificadores e pré-amplificadores. Estas degradações atingiram um ponto tal que, no início de 2005, 50 % dos amplificadores ópticos de 17,0 dBm [Pacajá (1), Altamira (2) e Transamazônica (1)], 20 % dos amplificadores de 12,0 dBm [Transamazônica (1) e Rurópolis (1)] e 50% dos pré-amplificadores [Pacajá (1), Altamira (2) e Transamazônica (1)], encontram-se inoperantes ou operando com valores muito baixo do nominal, ou seja, o tempo de vida útil médio da metade dos amplificadores foi reduzido em até 80 %.

As causas destas degradações ainda não estão totalmente definidas. Aspectos com relação à temperatura de operação dos equipamentos, potência óptica refletida, corrente de laser elevada, foram analisados porém sem obter resultados conclusivos. Este problema é agravado quando se observa inconsistência entre os valores medidos, para a potência óptica de saída, através do software do equipamento e instrumentos de medida óptica

adequados, com a diferença de valores chegando a 50 %, ou seja, parte dos amplificadores opera com valores correspondentes à metade do nominal, conforme pode ser observado na Tabela 1 a seguir.

TABELA 1 : Valores de potência de amplificadores, medidos através de software e de instrumentos

Local	Direção	Valores de potência dos amplificadores em dBm			Situação
		Nominal	Software	Instrumento	
Transamazônica	Rurópolis	+ 12,0	+ 13,3	-	Em operação (principal)
Transamazônica	Rurópolis	+ 12,0	+ 8,2	+ 7,65	Em operação (proteção)
Transamazônica	Altamira	+ 17,0	+ 17,2	-	Em operação (principal)
Transamazônica	Altamira	+ 12,0	+ 13,4	+ 10,0	Em operação (proteção) (*)
Altamira	Transamazônica	+ 17,0	+ 18,0	-	Em operação (principal)
Altamira	Transamazônica	+ 12,0	+ 8,2	+ 7,54	Em operação (proteção) (*)
Altamira	Pacajá	+ 17,0	+ 17,7	-	Em operação (principal)
Altamira	Pacajá	+ 17,0	+ 17,5	+ 7,54	Em operação (proteção)

Observações :

- Não foi possível efetuar medidas com instrumento da via principal;
- (\*) substituiu o amplificador original de + 17 dBm.

Os problemas verificados nos amplificadores e pré-amplificadores, já foram responsáveis pela interrupção total do sistema por duas vezes, com duração inferior a quatro horas, e pela interrupção parcial do sistema, apenas um lado do anel, em mais de quatro ocasiões no período de um ano. A dificuldade em promover manutenção nos módulos é agravada pelo fato de que a fabricação destes equipamentos e de componentes específicos, foi descontinuada, sendo que o único laboratório de análise e manutenção ainda em operação, deverá encerrar suas atividades neste semestre, havendo um compromisso da empresa Cisco em tentar efetuar manutenção, porém não há garantias de que tal fato ocorrerá. Nesta situação, a permanência destes equipamentos no sistema Tramo-Oeste torna-se desaconselhável.

Aliado ao desempenho insatisfatório dos amplificadores ópticos, observou-se o aumento da atenuação das fibras ópticas do cabo OPGW, objeto de análise no próximo item, levando-se à adoção de ações emergenciais, como a redistribuição dos amplificadores com melhor desempenho para os enlaces mais longos e a instalação provisória de outro equipamento de amplificação óptica, de 15,0 dBm, na via de proteção do enlace Altamira/Transamazônica. A solução em médio prazo será a substituição de todos os amplificadores T-31, acompanhada de medidas que solucionem o aumento de atenuação das fibras ópticas.

### 3.2 Avaliação de desempenho do meio de transmissão óptico

O meio de transmissão óptico, neste Informe Técnico, é formado pelo cordão monofibra, conector óptico, distribuidor óptico, cabo óptico dielétrico, cabo óptico OPGW e caixa de emenda óptica, cujas principais características no sistema Tramo-Oeste são:

- conector óptico tipo SC/ST;
- caixa de emenda modelo GECO 36, de fabricação Pirelli;
- cabo óptico dielétrico, 24 fibras, tipo loose, @ 0,22 dB/km, dispersão 18 ps/nm.km, fabricação Pirelli;
- cabo óptico OPGW, 24 fibras, tipo loose, @ 0,22 dB/km, dispersão 18 ps/nm.km, ø 14,7 mm, Pirelli.

Ao longo do período de avaliação, foram verificados os seguintes problemas:

- ressecamento dos cordões ópticos;
- modelo de distribuidor óptico facilita o acúmulo de poeira nos conectores;
- tipo de conector óptico (ST/SC), apresenta imperfeições na conexão com a fibra óptica e facilita o acúmulo de poeira;
- peso da caixa de emenda dificulta os trabalhos de manutenção;
- queda de árvore e incidência de descarga atmosférica sobre o cabo OPGW.

Apesar do alto índice pluviométrico e da umidade elevada, verificados na região, não foram detectadas, nas 184 caixas de emenda existentes no sistema, indícios de água em seu interior, fato este já verificado em outros sistemas ópticos da Eletronorte.

A queda de uma árvore de grande porte (castanheira), no trecho Tucuruí/Pacajá, chegou a provocar esmagamento parcial do cabo OPGW, danos nas estruturas das torres de transmissão localizadas no vão, entretanto, as fibras não sofreram danos, sendo verificado o aumento de atenuação em algumas fibras de 0,3 dB. As fibras ópticas apresentaram, neste mesmo trecho e após seis anos de operação, um aumento médio de atenuação da ordem de 10 % em relação aos valores medidos à época.

Descargas atmosféricas chegaram a atingir o cabo OPGW em diversas ocasiões sem causar danos, porém, em 2002, às proximidades da subestação Altamira, houve registro de descarga atmosférica que provocou ruptura em tentos do cabo chegando a aumentar significativamente a atenuação das fibras ópticas no trecho.

A partir deste evento foram realizadas diversas medições de atenuação das fibras ópticas ao longo de todos os enlaces do sistema (Tucuruí/Pacajá, Pacajá/Altamira, Altamira/Transamazônica e Transamazônica/Rurópolis), com o objetivo de verificar a existência de outros trechos com atenuação óptica elevada. Estas medidas realizadas em 2003 e 2004 comprovaram um aumento da atenuação das fibras ópticas em todos os enlaces, conforme pode ser observado na Tabela 2, que apresenta uma comparação entre os valores de atenuação óptica medidos em 1998, durante o comissionamento do cabo, e em 2004, com a atenuação média das fibras ópticas tendo um aumento médio variando de 10,7 % a 40,7 %.

TABELA 2 : Variação dos valores de atenuação das fibras ópticas em 1998 e em 2004

Enlaces	Distância (km)	Atenuação (dBm)						Variação (%)		
		Mínima		Média		Máxima		Mínima	Média	Máxima
		1998	2004	1998	2004	1998	2004			
Tucuruí-500/Pacajá	123,62	23,60	26,49	24,79	27,45	25,99	29,14	+ 12,2	+ 10,7	+ 12,1
Pacajá/Altamira	210,19	40,99	45,20	41,77	46,66	42,46	50,00	+ 10,2	+ 11,1	+ 17,7
Altamira/Transamazônica	190,00	42,44	52,80	44,78	55,40	47,60	58,90	+ 24,4	+ 23,7	+ 23,7
Transamazônica/Rurópolis	150,18	33,75	48,70	35,39	49,8	37,52	52,60	+ 44,2	+ 40,7	+ 40,2

De posse das informações obtidas, foram realizadas medidas complementares para determinar com a maior precisão possível os trechos nos quais havia aumento da atenuação óptica pois, pela experiência da Eletronorte, atenuações deste tipo já haviam sido verificadas em outros sistemas nas caixas de emenda, quer seja pelo acúmulo de água, quer seja, pelo deslocamento da fibra óptica no interior da caixa, em função da alta temperatura.

Este levantamento detalhado apontou que a atenuação das fibras ópticas, em sua grande maioria, ocorre nos trechos compreendidos entre caixas de emendas e não nestas, como pode ser observado através dos diagramas de atenuação apresentados nas Figuras 2 e 3. Nestes diagrama podemos observar que a atenuação medida entre as caixas números 99 e 100, correspondendo a um lance de cabo óptico, instaladas respectivamente nas torres números 67 e 76 do trecho Altamira/Transamazônica, apresenta atenuação de 4,22 dB, sendo que 71,8 % deste valor são verificados entre as torres números 70 e 72. No trecho Transamazônica/Rurópolis, foi detectado um lance de cabo OPGW cuja atenuação medida foi de 7,29 dB. Ao todo, foram detectados 22 lances de cabo OPGW com atenuação elevada (maior ou igual a 1,0 dB), entre Altamira e Transamazônica e 15 lances entre Transamazônica e Rurópolis.

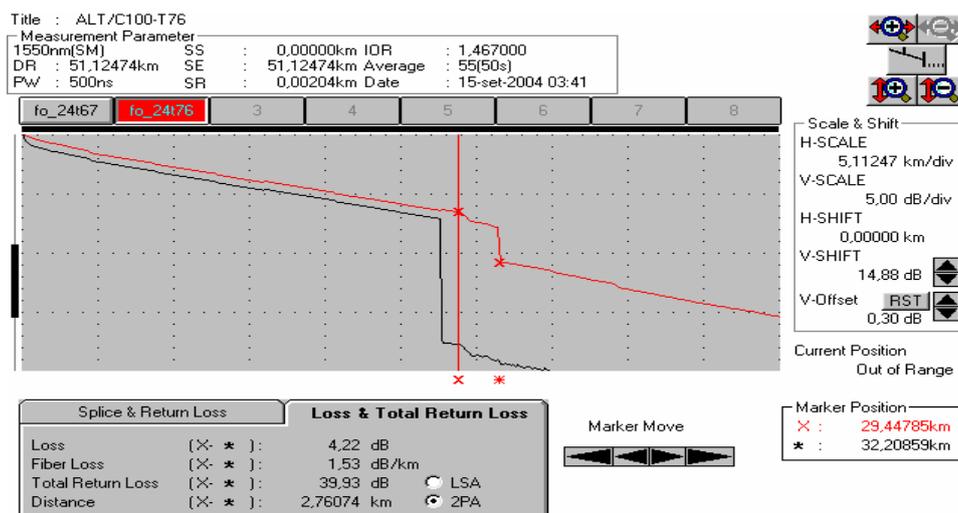


FIGURA 2 : Atenuação medida no lance de cabo OPGW entre as caixas de emendas 99 (torre 67) e 100 (torre 76)

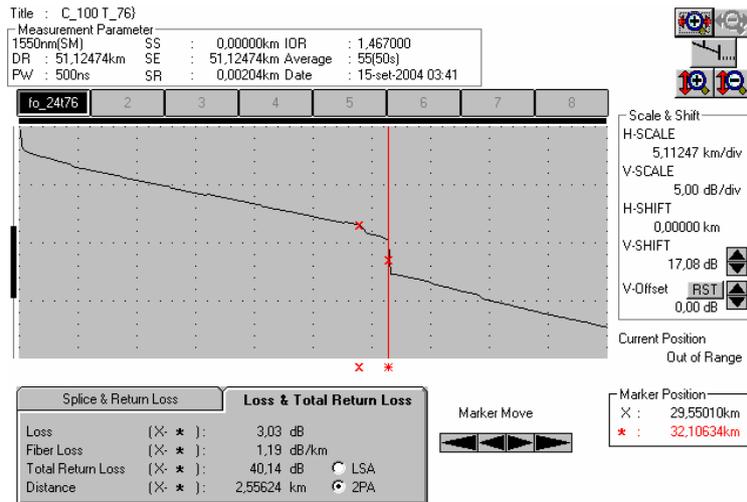


FIGURA 3 : Atenuação medida no mesmo lance de cabo OPGW, entre as torres 70 e 72.

As inspeções realizadas ao longo do cabo OPGW (visuais, mecânicas e ópticas), não foram suficientes para determinar as causas do aumento da atenuação das fibras ópticas, havendo apenas um trecho no qual o aumento da atenuação, aparentemente foi provocado por descarga atmosférica. Outra hipótese para este aumento de atenuação, levantada pelo fabricante do cabo OPGW, é que tenham ocorrido danos ao cabo durante a fase de instalação, danos imperceptíveis à época, mas que ao longo dos anos com os esforços a que os cabos são submetidos, ventos, etc., podem ter agravado o problema. Como a atenuação não ocorre em um ponto isolado e sim ao longo de diversos lances de cabo, apenas uma análise laboratorial poderá determinar as causas desta atenuação.

Como não é possível substituir, neste momento, todos os 37 lances de cabo OPGW que apresentaram atenuação elevada, optou-se pela substituição de dois lances mais críticos, um localizado no trecho Altamira/Transamazônica cuja atenuação é de 4,22 dB, e outro no trecho Transamazônica/Rurópolis, com atenuação de 7,29 dB. Este trabalho deverá ser realizado em linha energizada e compreenderá a instalação de um segundo cabo OPGW, substituindo o cabo pára-raios convencional, nos trechos escolhidos.

### 3.4 Análise da avaliação de desempenho

Nos itens anteriores, foi apresentada a avaliação de desempenho do subsistema de transmissão óptico e do meio de transmissão óptico propriamente dito. Entretanto, quando se avalia o sistema óptico como um todo o desempenho destes dois subsistemas devem ser avaliados conjuntamente. Este fato é mais claramente observado quando se compara a "margem do sistema óptico" verificada em 1998 e em 2004, ou seja, a combinação do aumento de atenuação óptica das fibras com a perda de desempenho dos equipamentos de amplificação, provocaram diminuição na margem do sistema de até 84,62 % para o trecho mais crítico, conforme é apresentado na Tabela 3 a seguir para a via principal e na Tabela 4 para a via de proteção.

TABELA 3 : Comparação entre a margem do sistema óptico em 1998 e 2004, via principal

Enlace	Margem do sistema óptico		Variação (%)
	1998	2004	
Tucuruí-500/Pacajá	19,0 dB	17,5 dB	- 7,90
Pacajá/Altamira	18,5 dB	14,4 dB	- 21,95
Altamira/Transamazônica	17,3 dB	5,6 dB	- 67,64
Transamazônica/Rurópolis	6,5 dB	0,5 dB	- 84,62
Observação : foi utilizada a atenuação média das fibras ópticas em ambos os anos			

TABELA 4 : Comparação entre a margem do sistema óptico em 1998 e 2004, via de proteção

Enlace	Margem do sistema óptico		Variação (%)
	1998	2004	
Tucuruí-500/Pacajá	19,0 dB	17,5 dB	- 7,90
Pacajá/Altamira	18,5 dB	8,5 dB	- 54,06
Altamira/Transamazônica	17,3 dB	1,7 dB	- 99,90 (*)
Transamazônica/Rurópolis	6,5 dB	- 5,0 dB	- 130,00 (**)
Observações :			
- foi utilizada a atenuação média das fibras ópticas em ambos os anos;			
- (*) : sistema próximo à ruptura			
- (**) : sistema rompido			
- em ambos os casos, o sistema foi recomposto com a substituição dos equipamentos de amplificação óptica			

Caso a atenuação das fibras ópticas do cabo OPGW continue a aumentar em proporção semelhante à verificada nos últimos seis anos, em pouco mais de um ano haverá colapso no sistema óptico no trecho compreendido entre Transamazônica e Rurópolis, mesmo que haja a substituição dos equipamentos de amplificação óptica.

E é para evitar que este colapso ocorra que ações, como as já mencionadas anteriormente, encontram-se em fase de implementação.

#### 4.0 - A OPERAÇÃO E A MANUTENÇÃO DO SISTEMA ÓPTICO TRAMO-OESTE

##### 4.1 Operação do sistema

Sucintamente, o sistema óptico Tramo-Oeste é operado através do centro de gerência de redes de telecomunicações, CGRT, da Eletronorte, localizado em Brasília, através de sistemas de gerência independentes para os principais subsistemas, SDH, PDH, infra-estrutura (engloba energia, teleproteção e outros), havendo duas estações de trabalho, sendo uma destinada aos equipamentos SDH e outra destinada aos equipamentos PDH e ao subsistema de infra-estrutura. Completando a operação, estações do tipo "x-terminal", operam em Tucuruí e em breve também em Altamira (vide Figura 4).

Através do banco de dados existente sobre a performance de todos os equipamentos, e o cruzamento de informações contidas nos relatórios operacionais, torna-se possível avaliar o real desempenho dos equipamentos, permitindo ações de caráter não apenas preventivas e sim preditivas. Tal análise será aprimorada quando ocorrer a integração entre as gerências dos sistemas ópticos Tramo-Oeste e Norte/Nordeste que, além de estarem interligados fisicamente na estação Tucuruí-500 kV, possuem equipamentos SDH e PDH semelhantes (mesmos fabricantes).

Com esta integração, será possível implementar a estação de gerência de Altamira que, a exemplo das estações de Guamá e São Luís, passará a operar o sistema Tramo-Oeste em caso de falha na estação principal.



FIGURA 4 : Diagrama esquemático da supervisão do sistema Tramo-Oeste

##### 4.2 Manutenção do sistema

A manutenção do sistema Tramo-Oeste constitui-se no maior laboratório de sistemas ópticos da Eletronorte, quer seja pelas condições de logística adversas, quer pela grande diversidade de problemas práticos, quer pela oportunidade de adequação dos antigos documentos de manutenção à realidade dos sistemas ópticos, sendo esta manutenção de responsabilidade das equipes de telecomunicações dos centros de manutenção de Tucuruí e Altamira, com apoio eventual dos centros de Belém e Brasília.

As dificuldades de logística vivenciadas no sistema Tramo-Oeste, em especial o acesso às estações em determinadas épocas do ano e as distâncias envolvidas, tornam a logística o ponto nevrálgico da manutenção do sistema, que é agravado pela redução do quadro de pessoal da Eletronorte ocorrido em 1999.

A experiência adquirida pela Eletronorte na manutenção de sistemas ópticos, entre eles o sistema Tramo-Oeste, permitiu o desenvolvimento de planos de manutenção planejada, baseados no sistema de gestão R/3, com avaliações periódicas dos principais parâmetros dos diversos subsistemas, possibilitando acompanhar com maior propriedade o desempenho dos mesmos de modo a agir preditivamente na manutenção. Em decorrência da

situação vivenciada no sistema óptico, alguns períodos de avaliação foram reduzidos, por exemplo, o período de medição da atenuação das fibras ópticas foi reduzido de anual para semestral.

Além de prover as equipes de manutenção de telecomunicações de instrumentos e de constante capacitação técnica adequada, um ponto importante é a capacitação das equipes de manutenção de linhas de transmissão para que estas, que já atuam em conjunto com as equipes de telecomunicações, possam avaliar o desempenho do meio de transmissão óptico (cabo OPGW).

## 5.0 - CONCLUSÕES

A experiência adquirida pela Eletronorte na avaliação de desempenho dos seus sistemas ópticos, entre eles o Tramo-Oeste, possibilitou a revisão de conceitos e de procedimentos relacionados à operação e manutenção, a capacitação técnica das equipes, o estabelecimento de um banco de dados consistente e confiável, o desenvolvimento de um sistema de logística e, até mesmo, a revisão de projetos e de especificações técnicas.

A(s) causa(s) dos problemas verificados e relatados neste Informe Técnico, ainda dependerá(ão) de estudos posteriores. A solução dos problemas, por outro lado, encontra-se equacionada, aonde destacamos as seguintes ações:

- substituição de trechos do cabo OPGW que apresentam maior atenuação;
- monitorar com maior frequência a atenuação das fibras ópticas;
- substituir os equipamentos de amplificação óptica;
- substituir os distribuidores ópticos;
- substituir os conectores ópticos.

Além das ações acima mencionadas, a partir de 2005 será realizada medição de PMD em todas as fibras ópticas do cabo OPGW instalado no sistema, parâmetro este não mensurado à época da instalação em 1998, pois ainda não era adotado como parâmetro de comissionamento.

Há de se considerar que a avaliação de desempenho de um sistema, não deve ficar restrito às áreas responsáveis pela operação e manutenção deste. Esta avaliação deverá ser objeto de análise das demais áreas, ou equipes, que formam o processo de telecomunicações, em especial as áreas de planejamento, projeto e aquisição. Esta, pois, a manutenção de um sistema inicia-se no planejamento do mesmo.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ELETRONORTE, Projeto do Sistema Óptico Tramo-Oeste, Brasília, 1997;
- (2) ELETRONORTE, Relatório de Comissionamento do cabo OPGW do sistema Tramo-Oeste, 1998;
- (3) ELETRONORTE, Relatório de Comissionamento do sistema óptico Tramo-Oeste, 1998;
- (4) ALVES, G. e GONÇALES, M. Sistema de Telecomunicações do Oeste do Pará, Brasília, 1998;
- (5) ANTONIO, F., Relatório de Inspeção, Eletronorte, TTLR, Brasília, Novembro de 2002;
- (6) AFRA, P., e outros, Relatório Técnico de instalação de luva preformada no cabo OPGW, Eletronorte, CPA, Altamira, novembro de 2002;
- (7) VALENTE, A., e outros, Relatório Técnico da manutenção corretiva do sistema óptico Tramo-Oeste, Eletronorte, CPA, Tucuruí, Março de 2004;
- (8) PEREIRA, L., e outros, Relatório Técnico de inspeção e testes no cabo OPGW, Eletronorte, CPA, Altamira, julho de 2004;
- (9) GALDINO, J., e outros, Relatório Técnico da comunicação do sistema óptico Tramo-Oeste, Eletronorte, CPA, Altamira, Julho de 2004;
- (10) PÁDUA, R., Composição do Sistema Tramo-Oeste - Diagramas, Eletronorte, TTLR, Brasília, Julho, 2004;
- (11) PEREIRA, L., Situação do sistema óptico Tramo-Oeste, Eletronorte, CPA, Belém, Agosto de 2004;
- (12) PEREIRA, L., e outros, Relatório Técnico de inspeção dos cabos OPGW, Eletronorte, CPA, Belém, Setembro de 2004.