

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

GUILHERME DUARTE LOPES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA POTÊNCIA DE SAÍDA DO MUX/DEMUX
ÓPTICO MVDDC21401GT2F**

Ilha Solteira

2022

GUILHERME DUARTE LOPES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA POTÊNCIA DE SAÍDA DO MUX/DEMUX
ÓPTICO MVDDC21401GT2F**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Ailton Akira Shinoda
Orientador

Leticia Lustosa Schuina
Coorientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L864e Lopes, Guilherme Duarte .
estudo do comportamento da potência de saída do mux/demux óptico
MVDDC21401GT2F / Guilherme Duarte Lopes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
56 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Ailton Akira Shinoda
Co-orientador: Leticia Lustosa Schuina
Inclui bibliografia

1. Telecomunicações. 2. Fibras ópticas. 3. Multiplexação óptica. 4.
Demultiplexação óptica. 5. Tecnologia DWDM.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção

Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

GUILHERME DUARTE LOPES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA POTÊNCIA DE SAÍDA DO MUX/DEMUX
ÓPTICO MVDDC21401GT2F**

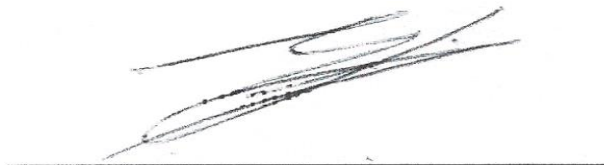
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica, da Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Ilha Solteira - SP, 31 de janeiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ailton Akira Shinoda
Universidade Estadual Paulista



Prof. José Henrique Galeti
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul



Eng.ª Leticia Lustosa Schuina
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família que sempre me apoiou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me dado forças, minha família por ter me dado todo o suporte, minha mãe sempre terna e compreensível, e meu pai por me encorajar a não desistir. Também agradeço à Padtec S/A e toda a equipe de suporte técnico nível 3, em especial à Letica Lustosa, que me ensinou e ajudou imensamente. Gostaria de agradecer aos meus melhores amigos Nicolás Marcelo e Taís Barraviera por estarem comigo desde o começo dessa empreitada na Unesp, sempre compartilhando as dificuldades e desafios.

“... E os meus sonhos
Eu procuro acordar
E perseguir meus sonhos ...”
Edgard Scandurra

RESUMO

Este trabalho de graduação consistiu no estudo do comportamento do gráfico de potência de saída da placa MVDDC21401GT2F multiplexadora/demultiplexadora com atenuador variável fabricada pela empresa Padtec S/A. Realizou-se um estudo detalhado dos cálculos que envolvem o processo de criação do gráfico de saída e a validação do atual método de visualização das potências. O trabalho originou-se da demanda proveniente de um caso da área de Engenharia de Suporte Técnico nível três (EST-SN3) da Padtec S/A, onde um determinado usuário questiona a funcionalidade do seletor de gráficos de potência de saída da placa MVDDC21401GT2F. Isso gerou a necessidade de verificação deste equipamento, uma vez que não foi possível determinar a validação desse gráfico por meio dos dados existentes até aquele momento. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, elaborou-se diversos cenários com modelos diferentes de placas para a análise do problema. Nas etapas finais do trabalho detectou-se uma falha na interface do sistema de gerenciamento de redes e posterior correção da mesma pelos responsáveis dessa parte do sistema.

Palavras-chave: Fibras, telecomunicações, óptica, DWDM, Padtec, multiplexador, demultiplexador, potência.

ABSTRACT

This graduation work consisted of studying the behavior of the output power graph of the MVDDC21401GT2F multiplexer/demultiplexer with variable attenuator manufactured by Padtec S/A. A detailed study of the calculations that involve the process of creating the output graph and the validation of the current method of visualizing the powers was carried out. The work originated from the demand from a case of the Technical Support Engineering area three (EST-SN3) of Padtec S/A, where a certain user questions the functionality of the MVDDC21401GT2F board's output power graphics selector. This generated the need to verify this equipment, since it was not possible to determine the validation of this graph through the existing data until that moment. During the development of the work, several scenarios were elaborated with different models of plates for the analysis of the problem. In the final stages of the work, a failure was detected in the interface of the network management system and its subsequent correction by those responsible for this part of the system.

Keywords: Fibers, telecommunications, optics, DWDM, Padtec, multiplexer, demultiplexer, power.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Espectro Eletromagnético	11
1.1.1 Decomposição da luz	13
1.1.2 Reflexão	13
1.1.3 Refração.....	15
1.2 Fibra óptica.....	16
1.2.1 Princípio de funcionamento	16
1.2.2 Tipos de Fibras.....	18
1.3 Sistemas de Telecomunicações Ópticas.....	18
1.3.1 Sistemas DWDM - <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>	18
1.3.2 Módulo Multiplexador óptico – Mux	20
1.3.3 Módulo Demultiplexador óptico – Demux	20
1.3.4 <i>Transponder</i>	21
1.3.5 Plugáveis.....	23
1.3.6 Estações.....	25
1.3.7 Gerência.....	27
1.3.8 Perdas em sistemas DWDM	28
1.3.8.1 Perdas por Conexão.....	28
1.3.8.2 Perdas por Transmissão	28
1.3.9 Potência Óptica	29
2 DESENVOLVIMENTO	30
2.1 Materiais.....	30
2.2 Métodos.....	30
2.3 O chamado EST-2253.....	31

3	CONCLUSÃO.....	55
4	REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu ao longo do estágio dentro dos laboratórios da Padtec S/A, na equipe de Engenharia de Suporte Técnico Nível 3 EST-SN3 que atua na resolução de chamados de suporte que envolvam correções e verificações a nível de engenharia do sistema.

Em um sistema de comunicação óptica é necessário a detecção, caracterização e correção de possíveis problemas em várias partes como hardware, software da placa óptica, gerência de rede, entre outros

Isso ocasiona um processo constante na atualização e melhoria dos dispositivos de comunicação envolvidos no sistema. Desta forma, o projeto consiste num estudo sobre o gráfico de potência de saída da placa mux/demux tendo como objetivo determinar:

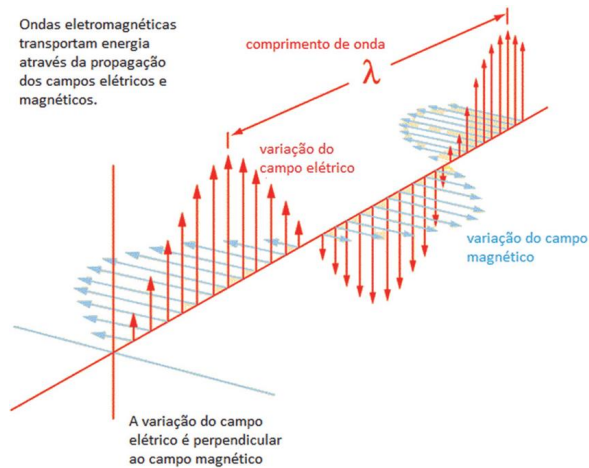
- Se o gráfico é válido.
- Como o mesmo funciona
- Porque os canais de passagem não são exibidos no gráfico.

A seguir são descritos alguns conceitos sobre a transmissão de dados baseados em tecnologia óptica.

1.1 Espectro Eletromagnético

A luz é uma onda eletromagnética visível, é composta pela união de um campo elétrico e um magnético ambos em propagação, ilustrada pela Fig.1. Por se tratar de uma radiação eletromagnética, a luz se propaga através de diversos meios e também pode sofrer mudanças em sua velocidade ao mudar de meio de propagação. A luz possui no vácuo velocidade máxima igual a $3,0 \times 10^8$ m/s.

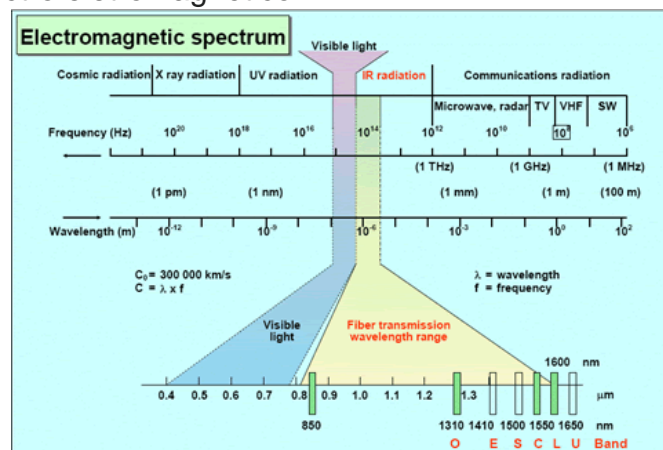
Figura 1 – Composição vetorial da luz



Fonte: Bagnato e Prata Vieira (2021)

Em transmissões ópticas utiliza-se uma parte do espectro óptico chamada de faixa de luz infravermelha, essa fração de luz possui seu comprimento de onda dentro do intervalo de 800nm a 1700nm. Existem outras duas outras faixas de luz a banda ultravioleta e a banda visível, somente a faixa de banda visível é detectável ao olho humano as demais não são visíveis, a Fig. 2 ilustra o espectro eletromagnético.

Figura 2 – Espectro eletromagnético

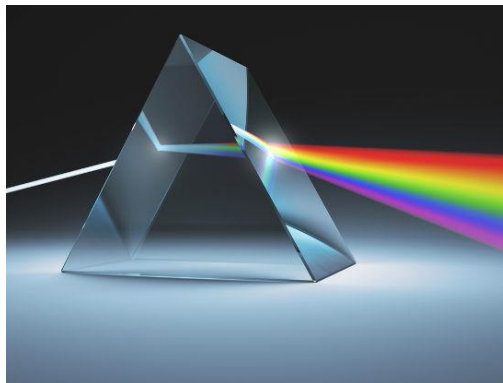


Fonte: Teleco (2022)

1.1.1 Decomposição da luz

Um prisma consegue separar as cores contidas em um feixe branco de luz em um processo de demultiplexação óptica, ilustrada pela Fig.3. Quando a luz incide em um prisma, as cores são separadas, pois, cada uma sofre um desvio diferente devido ao seu comprimento de onda e frequência de vibração. Esse fenômeno físico é a base da tecnologia de transmissão de dados por meio da Multiplexação Densa por Comprimento de Onda – DWDM, mais adiante a mesma será explicada em detalhes.

Figura 3 – Prisma decompondo a luz



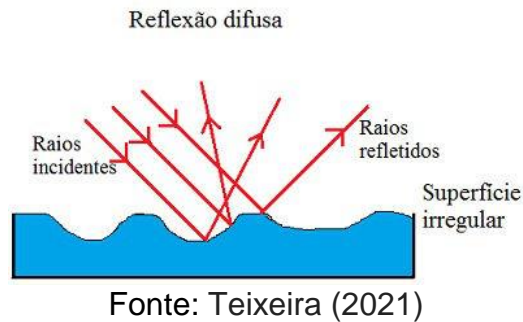
Fonte: Júnior (2021)

1.1.2 Reflexão

A reflexão da luz ocorre quando a mesma incide em uma superfície e retorna ao seu meio originário, esse fenômeno óptico pode ser separado em dois tipos:

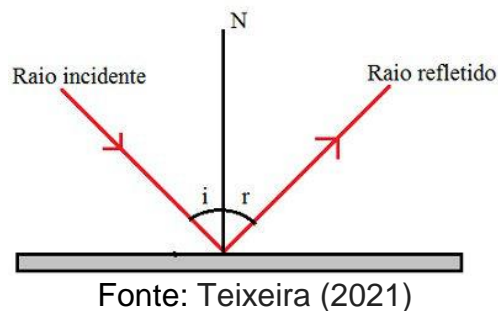
Reflexão difusa: Ocorre quando a luz incide em um meio irregular, e os raios refletidos não são paralelos entre si e possuem diferentes direções e ângulos, ilustrada pela Fig.4.

Figura 4 – Reflexão difusa



Reflexão Regular: Ocorre quando a luz incide em um meio regular e sem rugosidades, e os raios refletidos são paralelos entre si e possuem a mesma direção, ilustrada pela Fig.5.

Figura 5 – Reflexão Regular



Reflexão Total: ocorre em situações em que a luz incidente se depara com uma superfície de separação de meios de índices de refração diferentes, tendo a luz incidente a sua orientação de sentido partindo do meio de maior para o menor índice de refração, ocorrendo somente se o ângulo de incidência foi maior do que o ângulo limite, graças a esse comportamento tem-se as fibras ópticas, visto que as mesmas são compostas por materiais com diferentes índices de refração, a Fig. 6 ilustra as fibras ópticas em funcionamento.

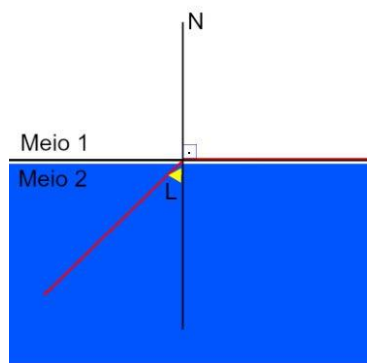
Figura 6 – Fibras ópticas em reflexão total



Fonte: Júnior (2022)

Ângulo Limite: é o mínimo ângulo de incidência de luz necessário para que o ângulo de refração do raio de luz - quando tem e a passagem de um meio com maior para um com menor índice de refração - seja igual a 90° , conforme a Fig. 7 ilustra.

Figura 7 – Ângulo limite



Fonte: Júnior (2022)

1.1.3 Refração

O fenômeno da refração óptica, ilustrado pela Fig.6, ocorre quando a luz passa de um meio para outro com diferente índice de refração, e nesse processo ocorre uma mudança em sua velocidade de propagação, nesse processo a luz tem seu comprimento de onda modificado e sua frequência preservada.

Figura 6 – Refração da luz



Fonte: Helerbrock (2021)

O índice de refração absoluto é uma grandeza adimensional, ele é determinado pela velocidade de propagação da luz no meio e da velocidade da luz no vácuo, se o valor do índice de refração de um meio é alto, a velocidade da luz nesse meio é mais baixa.

$$\eta = \frac{c}{V} [1]$$

Onde:

η : Índice de refração [adimensional]

C : Velocidade da luz no vácuo - $3,0 \times 10^8$ [m/s]

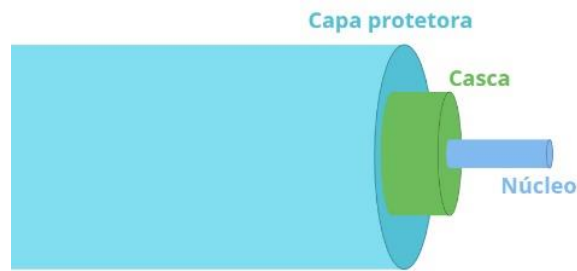
V : Velocidade da luz no meio – [m/s]

1.2 Fibra óptica

1.2.1 Princípio de funcionamento

As fibras ópticas, ilustradas pela Fig.7, são dispositivos fabricados em materiais transparentes sendo feitas de sílica pura ou dopada, sua casca e capa protetora são feitas de fibras de vidro, plástico. As fibras são utilizadas como meio de propagação da luz. As mesmas possuem apenas micrômetros de espessura, porém, possuem quilômetros de comprimento e são comumente utilizadas em transmissões de dados

Figura 7 – Constituição física da fibra óptica

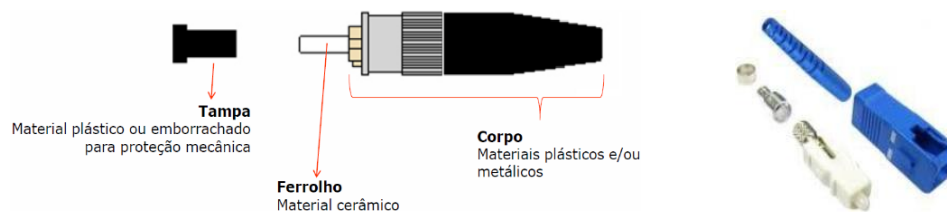


Fonte: Helerbrock (2021)

As fibras ópticas são formadas por um núcleo transparente de alto índice de refração revestido por camadas plásticas transparentes cujos índices de refração são mais baixos que os do núcleo. O fenômeno físico que permite a utilização das fibras ópticas é a reflexão interna total da luz.

O conector óptico tem a função de unir dois cabos ópticos permitindo que a luz passe de um deles para o outro. Existem vários tipos de conectores, mas todos eles possuem as partes básicas conforme a Fig.8.

Figura 8 – Conector óptico



Fonte: Padtec S/A (2021)

Os conectores são divididos em dois grandes grupos, sendo classificados de acordo com a sua mecânica:

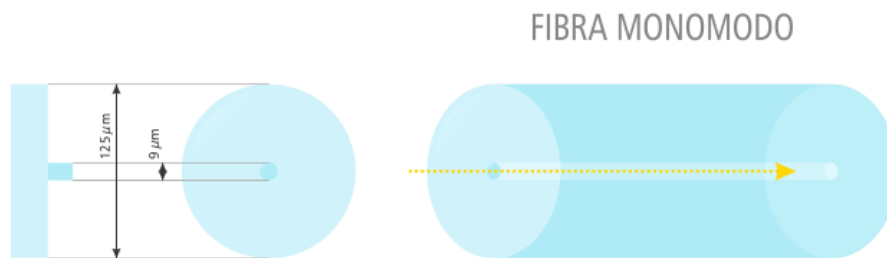
- Tipo PC: Possui o ângulo de contato reto.
- Tipo APC: Seu contato é angulado.

1.2.2 Tipos de Fibras

As fibras são divididas em 2 grupos:

Fibra monomodo: são usadas em transmissões mais longas, possuem poucas perdas pois apresentam menor atenuação, a luz trafega nela de forma linear, conforme ilustra a Fig. 9 seu núcleo tem um menor diâmetro do que as fibras multimodo.

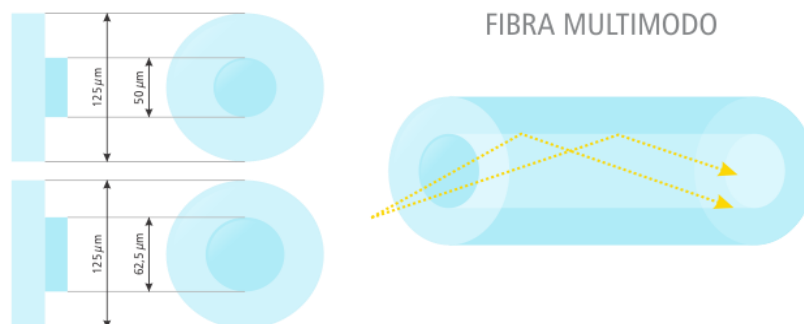
Figura 9 - Fibra Monomodo



Fonte: Zttcable (2022)

Fibra multimodo: são usadas em transmissões de curtas distâncias, possuem mais perdas pois apresentam maior atenuação, a luz trafega nela em zigue-zague, conforme ilustra a Fig. 10 seu núcleo tem um maior diâmetro do que as fibras monomodo.

Figura 10 – Fibra Multimodo



Fonte: Zttcable (2022)

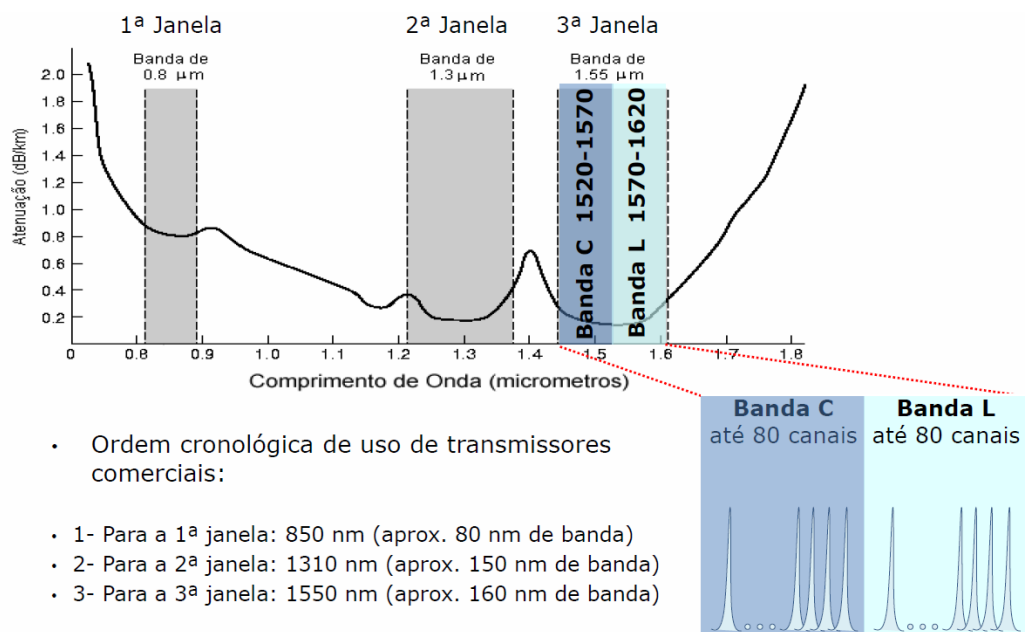
1.3 Sistemas de Telecomunicações Ópticas

1.3.1 Sistemas DWDM - *Dense Wavelength Division Multiplexing*

A tecnologia DWDM (Multiplexação Densa por Comprimento de Onda) consiste na compressão de múltiplos canais em uma única fibra, por meio de um sistema de multiplexação por múltiplos comprimentos de onda, a fibra óptica pode combinar até 64 canais de transmissão de dados em si, segundo o ITU (International Telecommunications Union). Estudos mais recentes apontam a possibilidade de transmissão de 206 canais por fibra.

Os canais possuem espaçamentos de 200 GHz, 100 GHz, 50 GHz ou 25 GHz, sendo estes transmitidos com comprimentos de onda na faixa de 1500nm a 1600nm, ilustrado na Fig. 11.

Figura 11 – Faixas de banda de transmissão



Fonte: Padtec S/A (2021)

A principal característica do sistema é a sua grande capacidade de passagem de dados, variando de 10Gbps até 1Tbps em uma única fibra.

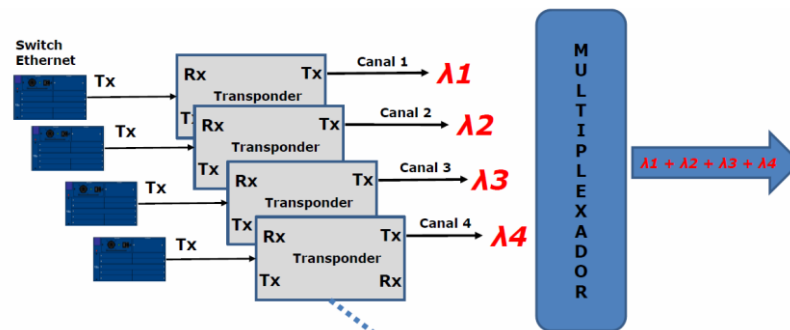
Essa tecnologia possibilita uma grande capacidade de transmissão de dados, assim como, não exige grandes equipamentos de conversão em seus pontos de final do sistema, além disso, temos que a mesma pode ser implementada em fibras do

tipo monomodo (G.652) vastamente utilizada nos backbones (sistema de ligações de rede muito amplo).

1.3.2 Módulo Multiplexador óptico – Mux

O sinal óptico que sai de cada *transponder*, para ser multiplexado, possui um comprimento de onda diferente dos demais, mas padronizado pelo ITU-T (*International Telecommunications Union*). Para cada comprimento de onda tem-se a respectiva entrada no módulo Multiplexador óptico. O Multiplexador óptico ou simplesmente Mux recebe cada canal (comprimento de onda) em suas respectivas entradas e na saída do módulo são liberados todos os canais juntos ou melhor, multiplexados, ilustrado na Fig. 12.

Figura 12 – Mux

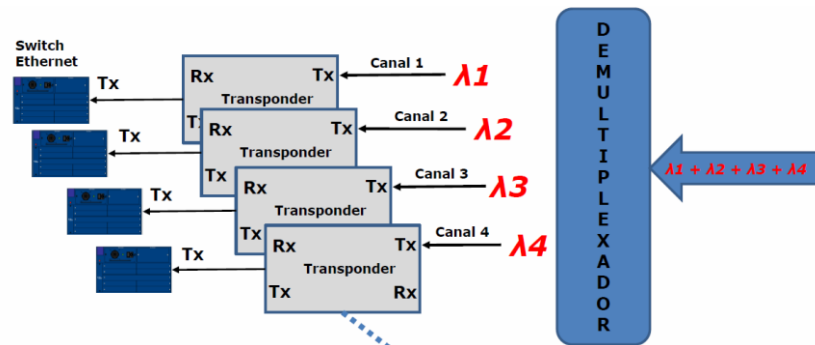


Fonte: Padtec S/A (2021)

1.3.3 Módulo Demultiplexador óptico – Demux

O Demultiplexador óptico ou simplesmente “Demux” recebe todos os canais (comprimentos de onda) agrupados em sua entrada e nas saídas do módulo obtêm-se todos os canais separados ou melhor, demultiplexados. Os sinais ópticos (de cada canal) que chegam ao módulo Demux estão com os comprimentos de onda padronizados pelo ITU-T, ilustrado na Fig.13.

Figura 13 – Demux



Fonte: Padtec S/A (2021)

Em geral os Multiplexadores e Demultiplexadores são dispostos em uma mesma placa, uma vez que se encontram no mesmo ponto do sistema e também pelo fato do sistema ser de duplo sentido (tráfego de dados bidirecional), assim, passamos a chamar esses dois modelos como Mux/Demux. Temos duas categorias gerais de Mux/Demux:

- *Mux/Demux Passivo*: Não são energizados, portanto, não são gerenciáveis. Atuam de forma puramente mecânica, realizando a união e separação dos canais de dados.
- *Mux/Demux Ativo*: São energizados, portanto, são gerenciáveis. Atuam de forma eletrônica e óptica, realizam a atenuação de canais de dados de forma controlada via software de gestão de redes, as suas potências podem ser ajustadas através de atenuações aplicadas via comandos gerenciados.

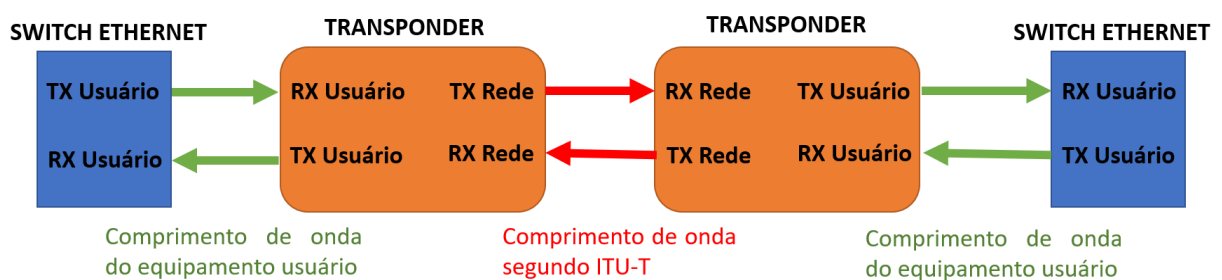
1.3.4 Transponder

O *Transponder* é um equipamento cuja função é fazer transposição de comprimentos de onda. No sentido lado Usuário → lado Rede, ele recebe na porta Rx usuário o sinal óptico que sai do equipamento do usuário (switch), o sinal óptico do equipamento do usuário pode estar em “comprimentos de onda” 850 nm, 1300 nm ou 1550 nm, faz a conversão deste sinal para uma frequência, ou comprimento de onda, p

adronizado pelo ITU (*International Telecommunications Union*), e transmite o sinal convertido pela porta Tx rede.

No sentido lado Rede → lado Usuário o *transponder* realiza o processo inverso, ou seja, converte um comprimento de onda padronizado dentro da grade do ITU-T para o comprimento de onda do equipamento usuário, ilustrado na Fig.14.

Figura 14 – Diagrama do *transponder*



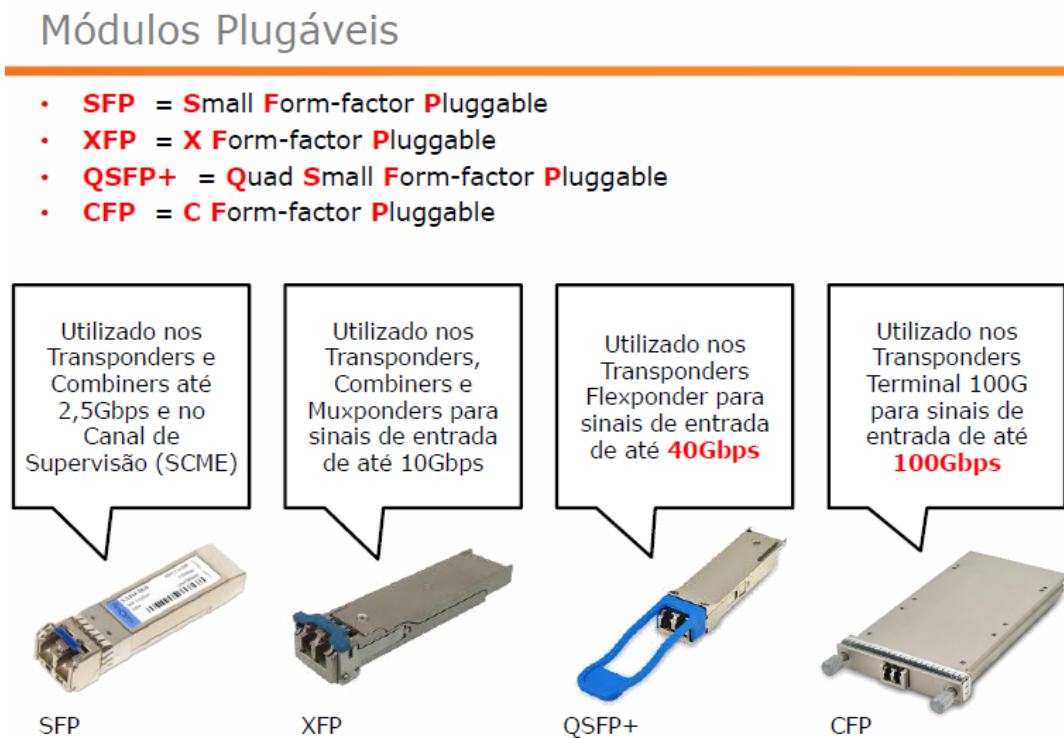
Fonte: Elaborado pelo autor.

Existem diversas famílias de *transponders* com variações em suas capacidades de transmissão do link DWDM (de 10Gbps até 1200Gbps), tipo de modulação de sinal, e forma de protocolo de comunicação. Existem *transponders* com capacidade de disparo de mais de um link DWDM, sendo possível escolher qual sinal do lado usuário irá ser disparado na porta rede desejada, a esse tipo de *transponder* dá-se o nome de *Transponder Combiner/Combinador*, já que ele pode combinar sinais do lado usuário e os redirecionar de forma específica nas portas rede.

1.3.5 Plugáveis

Os plugáveis são periféricos que são conectados nos *transponders*, e neles são inseridas as fibras ópticas, esses equipamentos são pequenos e compactos, tem a função de realizar a conversão do sinal luminoso em sinal elétrico – conversão óptica eletrônica. O sinal de informação pode ser modulado de diferentes formas a depender da taxa de transmissão de dados, na Fig.15 temos uma ilustração com os principais plugáveis utilizados e suas respectivas velocidades de operação.

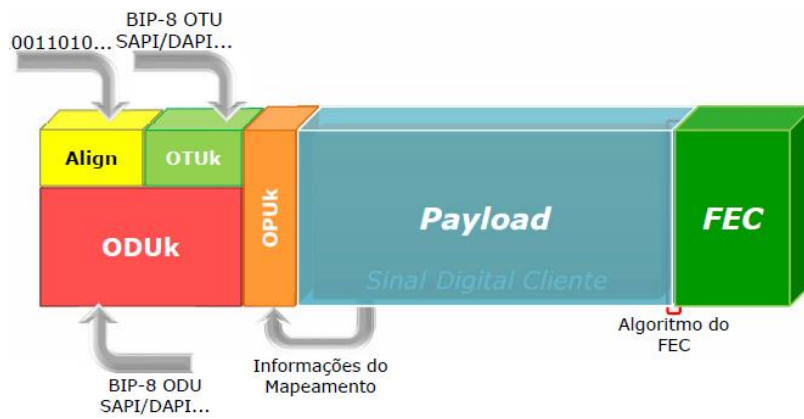
Figura 15 – Modelos de Plugáveis



Fonte: Padtec S/A (2021)

Os sinais elétricos possuem diferentes tipos de protocolos de comunicação do sinal do rede – link DWDM - tais como: SDH, Ethernet, FICON, Fibre Channel todos contidos dentro do quadro OTN de comunicação. Dentro do quadro de comunicação, ilustrado na Fig. 16, são inseridos outros programas como o por exemplo, o algoritmo o FEC de correção de erros.

Figura 16 – Quadro do Protocolo OTN



Fonte: Padtec S/A (2021)

1.3.6 Estações

O sistema está confinado em estações, ilustrada na Fig.17, sendo estas compostas por sub-hacks – ilustrada na Fig.18, as placas são inseridas nos sub-hacks onde são energizadas e são estabelecidas as suas comunicações por meio do protocolo ethernet, que é realizado pelas placas supervisoras, ilustrada na Fig.19, elas fazem a interface entre a gerência remota e dispositivo local.

Figura 17 - Estações



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 - Sub-hacks



Fonte: Padtec S/A (2021)

Figura 19 - Placas Supervisoras



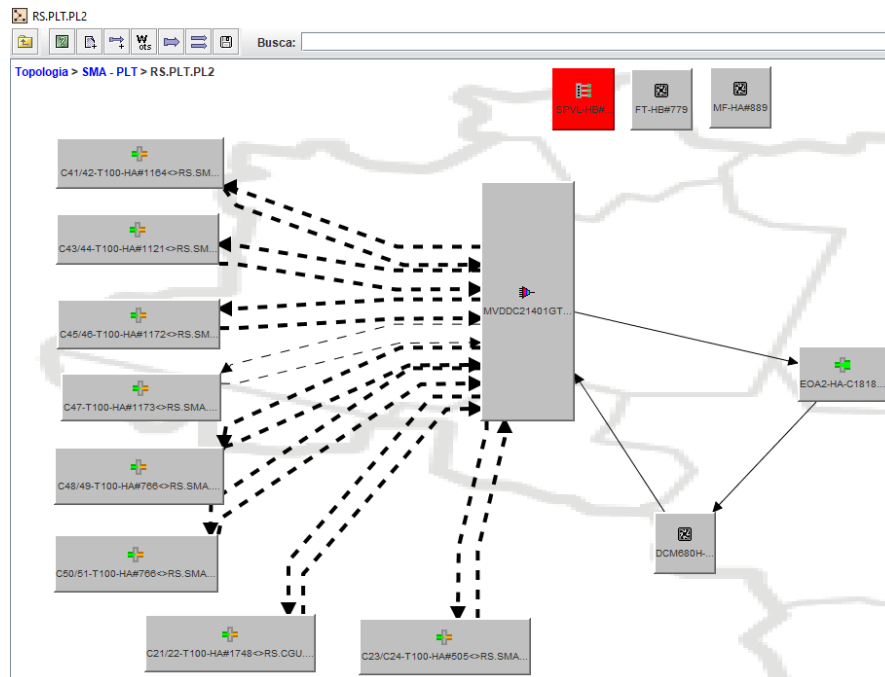
Fonte: Padtec S/A (2021)

1.3.7 Gerência

Todo o sistema de transmissão de dados é controlado pela gerência de redes, ilustrada na Fig.20, ela é responsável pela monitoração, configuração e manutenção do tráfego de informações, ela possibilita a atuação direta, imediata e remota em placas e sites longínquos (locais onde se encontram as estações). Funciona por meio de servidores que armazenam todo o histórico de eventos que ocorrem no sistema, sendo este monitorado 24 horas.

A gerência também tem a função de calibração do sistema, visto que os sinais ópticos estão sujeitos a interferências.

Figura 20 – Gerência de redes



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.3.8 Perdas em sistemas DWDM

1.3.8.1 Perdas por Conexão

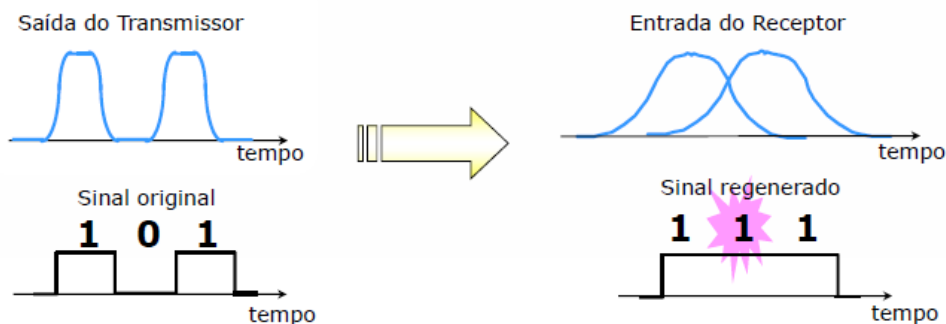
A perda por conexão entre fibras acontece independentemente do tipo de polimento dos conectores. Quando a conexão é feita corretamente, utilizando o mesmo tipo de conector, a perda normalmente fica abaixo de 0,5 dB.

1.3.8.2 Perdas por Transmissão

Dispersão Cromática

O índice de refração tem um fator dependente do comprimento de onda, portanto, os diferentes componentes dos pulsos ópticos se propagam em velocidades distintas (os comprimentos de onda mais altos propagam-se mais rapidamente que os mais baixos). O efeito resultante é um alargamento temporal dos pulsos ópticos e uma consequente interferência entre estes pulsos, muita dispersão cromática acumulada pode causar taxa de erro no sinal recebido, ilustrada na Fig.21

Figura 21 – Dispersão Cromática



Fonte: Padtec S/A (2021)

1.3.9 Potência Óptica

Os sistemas de telecomunicações ópticos existem devido à potência luminosa, a Fig.22 explica em detalhes como esse processo ocorre.

Figura 22 - Potência nos sistemas ópticos



Fonte: Padtec S/A (2021)

Usualmente é utilizada a medida de potência em dB ou dBm, assim é necessária a conversão de unidades de potência, ilustrada na Fig.23, de mW (milli-Watt) para dB ou dBm. Uma vez que o dB é usado como medida de perda, e dBm é unidade de potência propriamente dita.

Figura 23 – Conversão de potências

$$P_{dBm} = 10 \times \log_{10} \frac{P_1}{1mW}$$

Valores **maiores** que 1mW(0dBm)

P_1 (mW)	P_{dBm}
1	0 dBm
1,259	1 dBm
2	3 dBm
10	10 dBm
100 = 10^2	20 dBm
1000 = 10^3	30 dBm

$$R_{dB} = 10 \times \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

Se P_2 é **maior** que P_1

$\frac{P_2}{P_1}$	G (dB)
1	0 dB
1,259	1 dB
2	3 dB
10	10 dB
100 = 10^2	20 dB
1000 = 10^3	30 dB

Se P_2 é **menor** que P_1

$\frac{P_2}{P_1}$	A (dB)
1	0 dB
1/1,259 = 0,794	- 1 dB
1/2 = 0,5	- 3 dB
1/10 = 0,1 = 10^{-1}	- 10 dB
1/100 = 10^{-2}	- 20 dB
1/1000 = 10^{-3}	- 30 dB

Fonte: Padtec S/A (2021)

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais

Ao longo das atividades os seguintes materiais foram utilizados:

- Computador;
- Software de gerenciamento e monitoramento de redes;
- *Transponders*;
- Smartphone;
- Multiplexadores;
- Demultiplexadores;
- Cordões e carretéis de fibras ópticas;

2.2 Métodos

Este trabalho de graduação foi realizado nas dependências da Padtec S/A durante o estágio, com a supervisão da equipe de Engenharia de Suporte Técnico (EST) nível 3 (SN3).

A equipe ESTSN3 é responsável pelo atendimento técnico aos usuários dos equipamentos com a tecnologia DWDM fabricados pela companhia, essa interação com a equipe proporcionou capacitação técnica sobre o assunto.

2.3 O chamado EST-2253

A Padtec S/A prevê em seu programa de estágio, o desenvolvimento de um projeto, no caso em questão foi com a supervisão da equipe ESTSN3 sobre o sistema DWDM.

O projeto em questão foi devido à uma demanda para equipe EST-SN3 de uma dúvida de usuário sobre como ocorre o funcionamento do gráfico das potências de saída da placa MVDDC21401GT2F. Trata-se de um Mux/Demux, que possui atenuador óptico variável interno, permitindo, por esta razão, que as potências de entrada e saída sejam ajustáveis. Estas potências, por sua vez, são exibidas no software de gerenciamento de redes.

Como essa funcionalidade é de uma versão anterior e não existe nenhuma documentação sobre isso, além do responsável não estar mais na empresa, a realização desse trabalho exigiu uma boa dose de desafio.

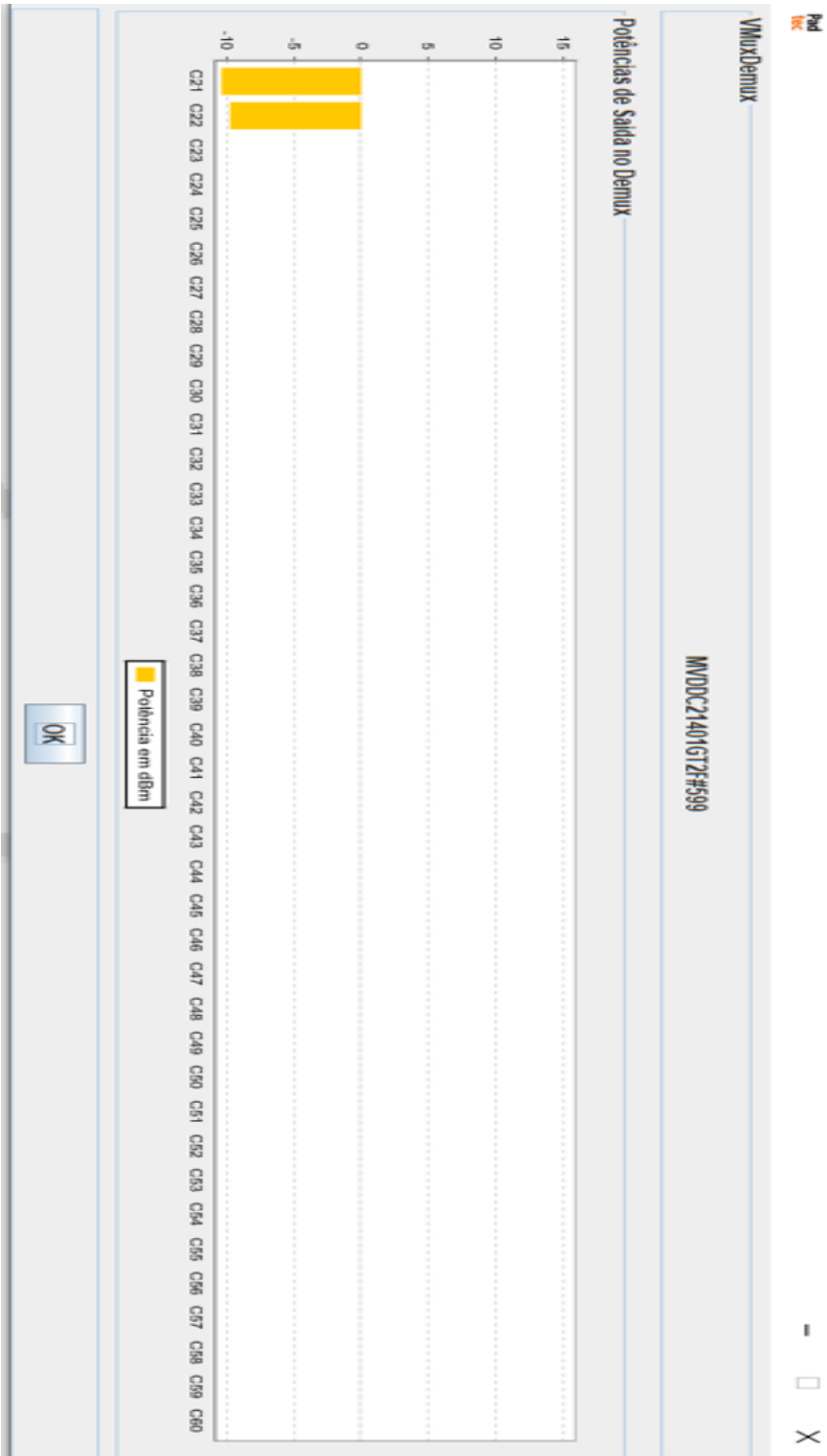
Para resolver o problema foi necessário a montagem de um sistema físico reduzido em laboratório, mas com todas as partes envolvidas no problema.

Metodologia adotada:

1) Verificação, levantamento de modelos e características do sistema presente no cliente;

A análise está baseada no gráfico de potências apresentado pelo sistema do usuário, ilustrado na Fig. 24.

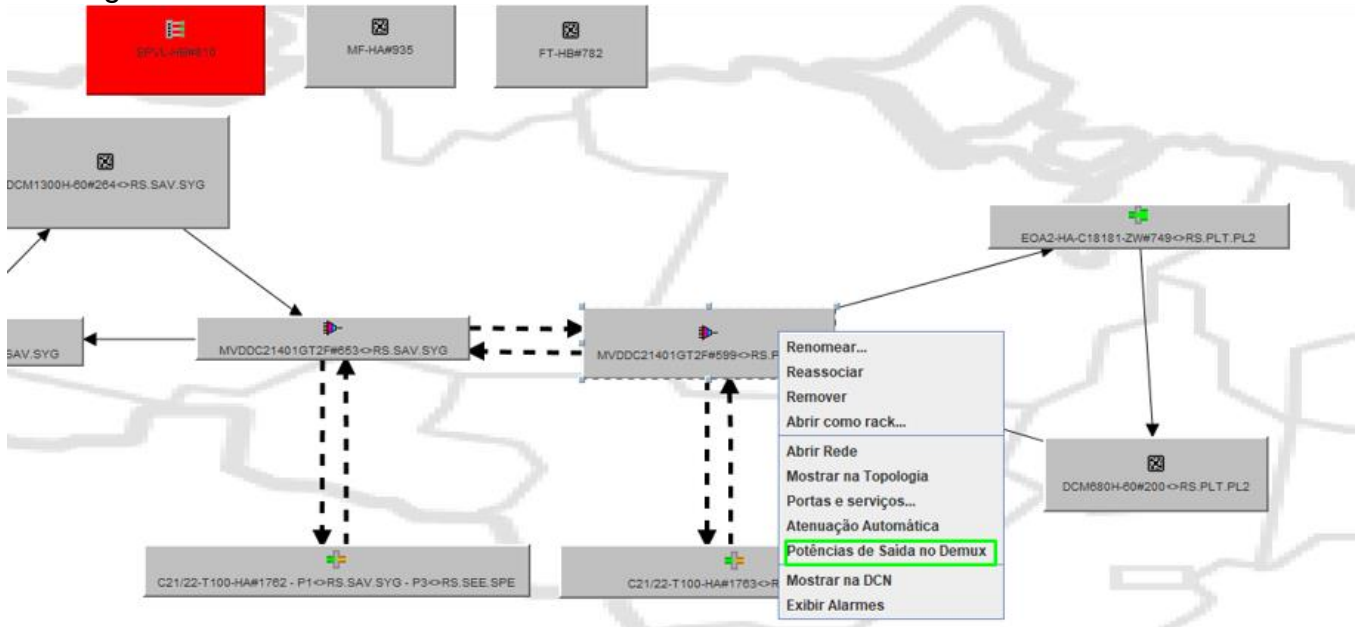
Figura 24 - Gráfico de potências cliente



Fonte: Elaborado pelo autor.

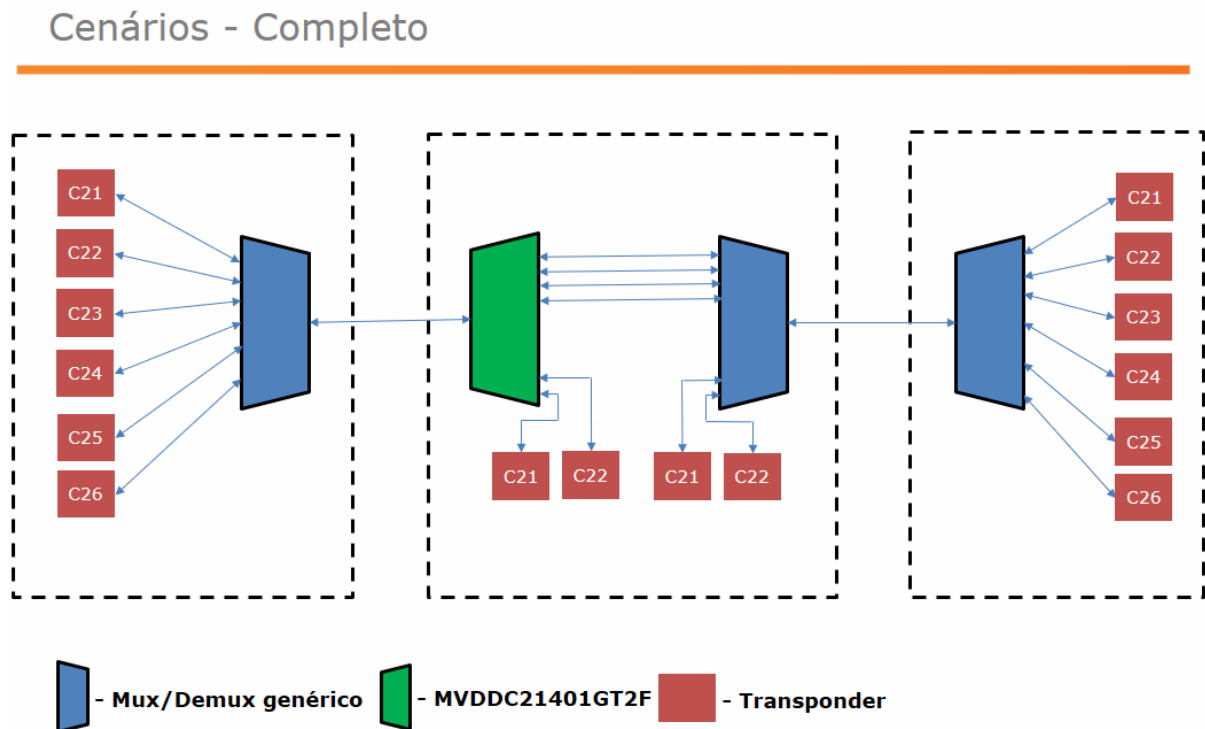
A Fig. 25 ilustra a configuração do sistema do usuário neles vemos que o mux/demux está conectado a transponders e demais placas.

Figura 25 – Sistema do cliente



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26 – Diagrama cliente



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Fig.26 ilustra o diagrama do usuário com elementos de *transponder*, Mux/Demux e a placa MVDDC21401GT2F.

Pode ser visto pela Fig.26 a presença de uma rota mais longa que atravessa o site onde se encontra a placa, além disso há uma rota mais curta que está sendo exibida no gráfico de potência do Mux/Demux (Fig.24).

Durante os trabalhos, foi realizado um levantamento de dados sobre a placa: o botão “Potências de Saída do Demux” foi inserido pelo projeto EAVGER-36 em 2016. Como a placa não possui sensores de leitura de potência óptica a determinação dos valores de potência é feita pela gerência de redes, através de uma estimativa baseada em leituras de potências feitas em outros pontos do circuito óptico, como portas de *transponders*.

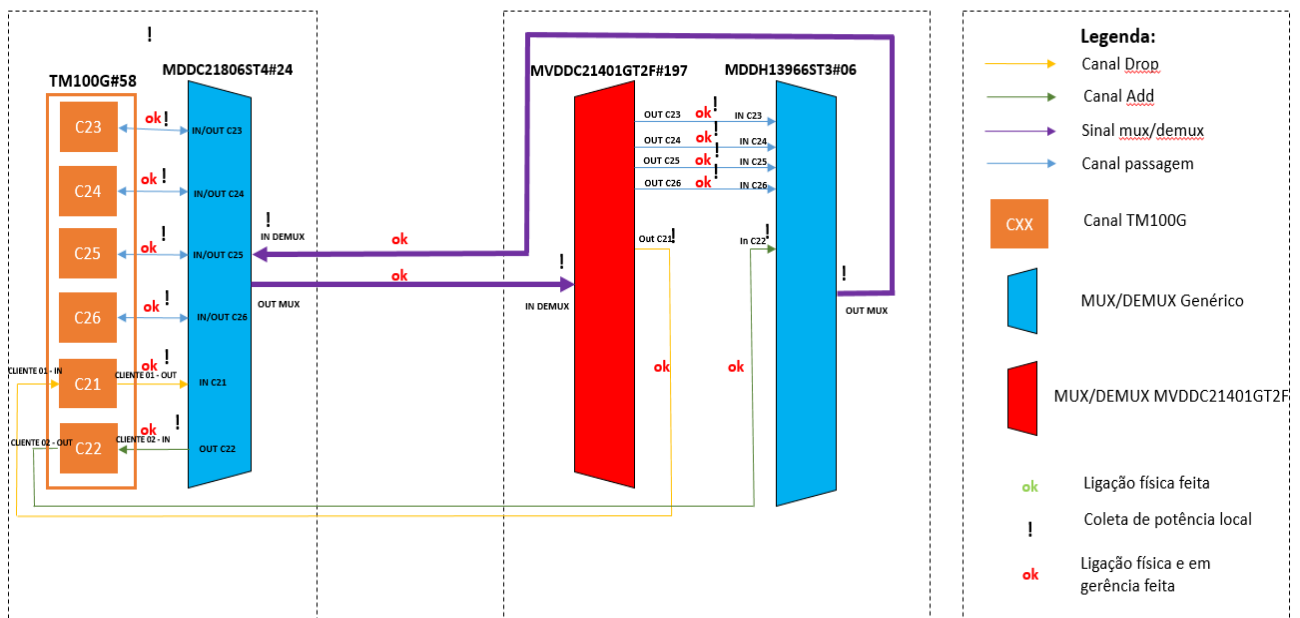
2) Montagem do sistema nos laboratórios Patdec o mais similar possível ao do usuário.

Ao tentar reproduzir o sistema do usuário, foram montados alguns cenários para se analisar o gráfico de potências de saída, foram usados diferentes modelos de *transponders* e formas de ligações de *looping* do sinal no lado rede (link DWDM) para o mapeamento da forma de funcionamento dos gráficos de potência do Mux/Demux.

1º Cenário de montagem:

Foi montado o *setup* ilustrado na Fig.27 para testes iniciais:

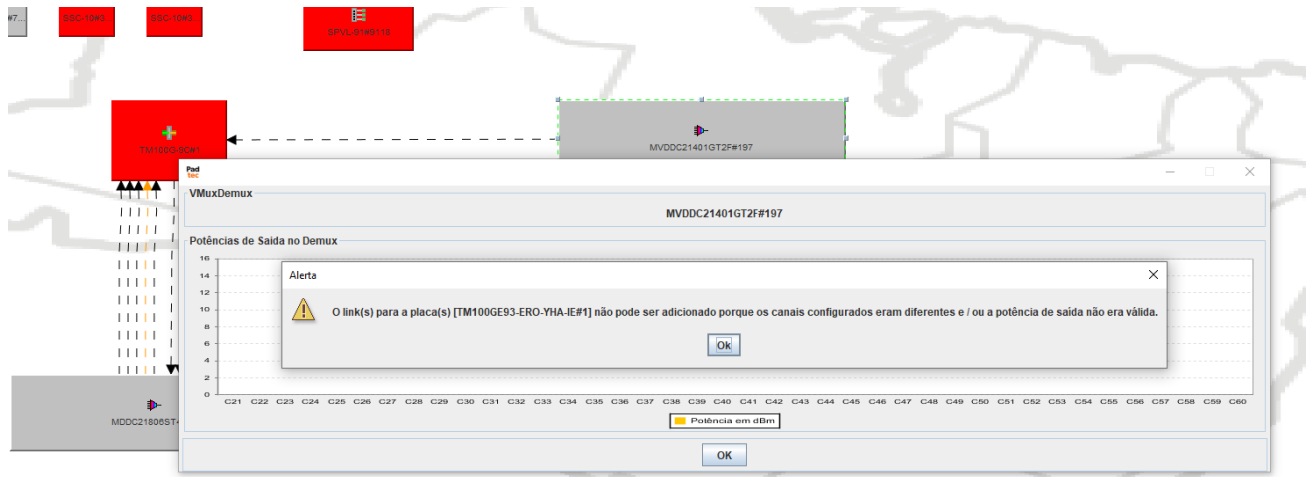
Figura 27 – Setup 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No cenário não foi possível ver as potências de saída de add/drop no gráfico, pois, o setup montado estava em *looping*, assim, não existe comunicação fluida entre os dois transponders, o que é necessário para a replicação do cenário do usuário, o seguinte erro surgiu ao se ativar o menu "Potências de saída no Demux", ilustrado na Fig.28.

Figura 28 – Erro Setup 1.



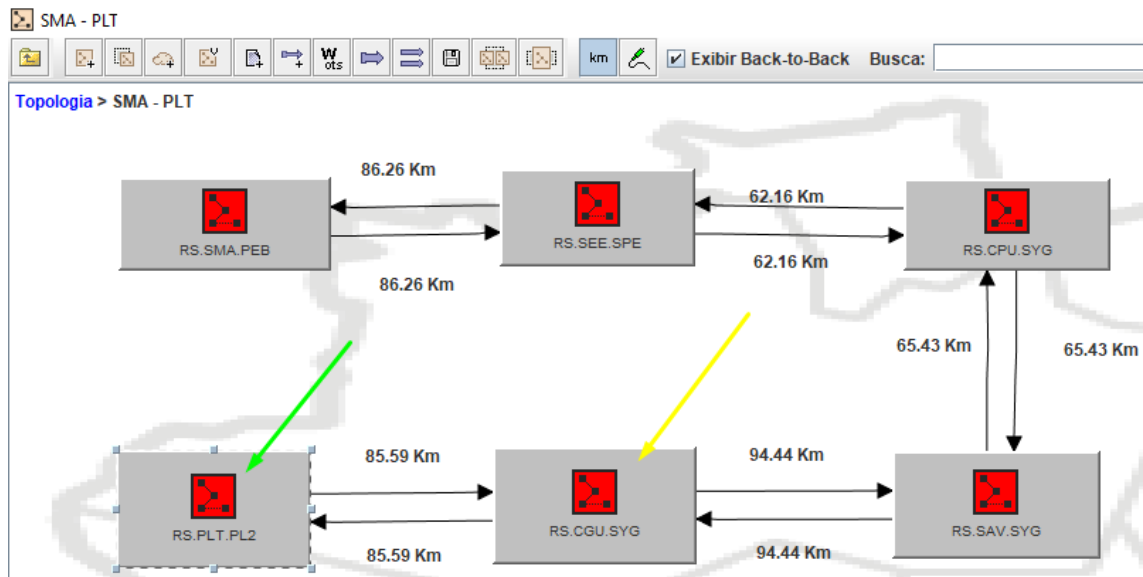
Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi notado que o botão de "Atenuação automática" funciona quando existe a conexão da placa Mux/demux com VOA (Variador de Atenuação Óptica).

Após uma melhor análise do sistema do usuário, foi percebido que as potências exibidas no gráfico (Pout) podem ser as potências de entrada (Pin) dos *transponders* que estão diretamente conectados à placa. Desta forma, apenas os canais de Add/Drop são plotados no gráfico, uma vez que esses canais estão imediatamente conectados ao mux/demux por meio de seus *transponders*. Existe a hipótese de que o mux/demux apenas copia os valores dos canais diretamente ligados a ele, e os exibe no gráfico.

A Fig.29 ilustra o funcionamento dos sites, em amarelo o site 01, e em verde o site 02.

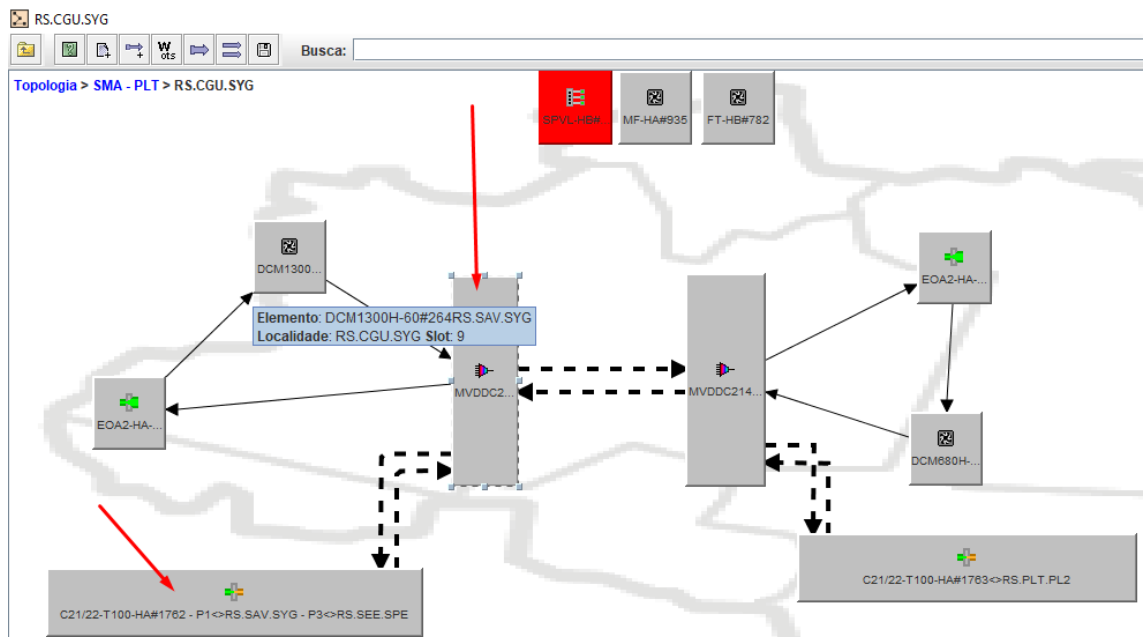
Figura 29 – Sites no cliente



Fonte: Elaborado pelo autor.

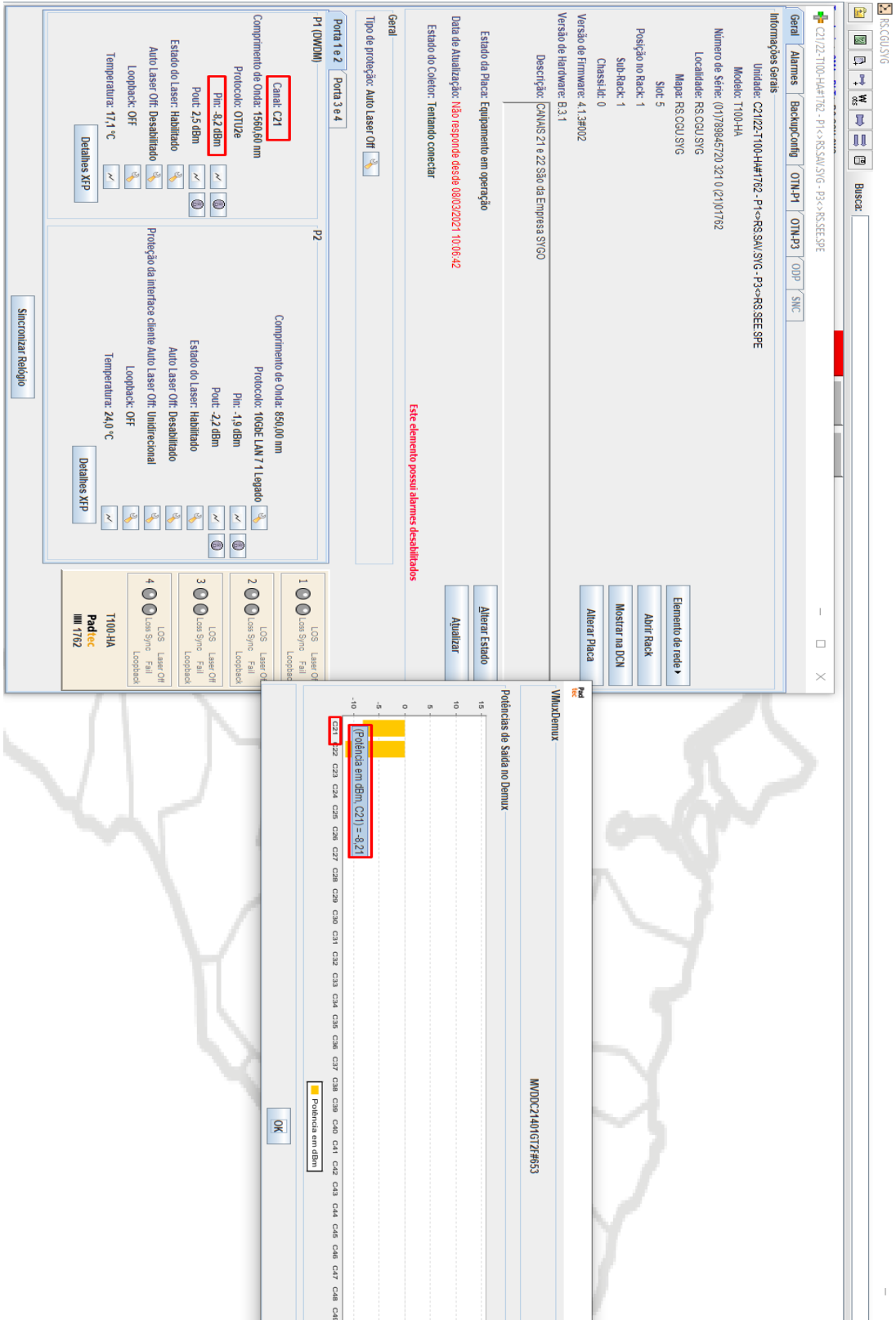
As Fig.30, 31 e 32 ilustram os add/drop dos canais C21 e C22.

Figura 30 – Site terminal usuário 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 31 – Add/drop C21



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 – Add/drop C22

The screenshot displays the configuration page for a network device (1100-HA) in a management system. The interface is divided into several sections:

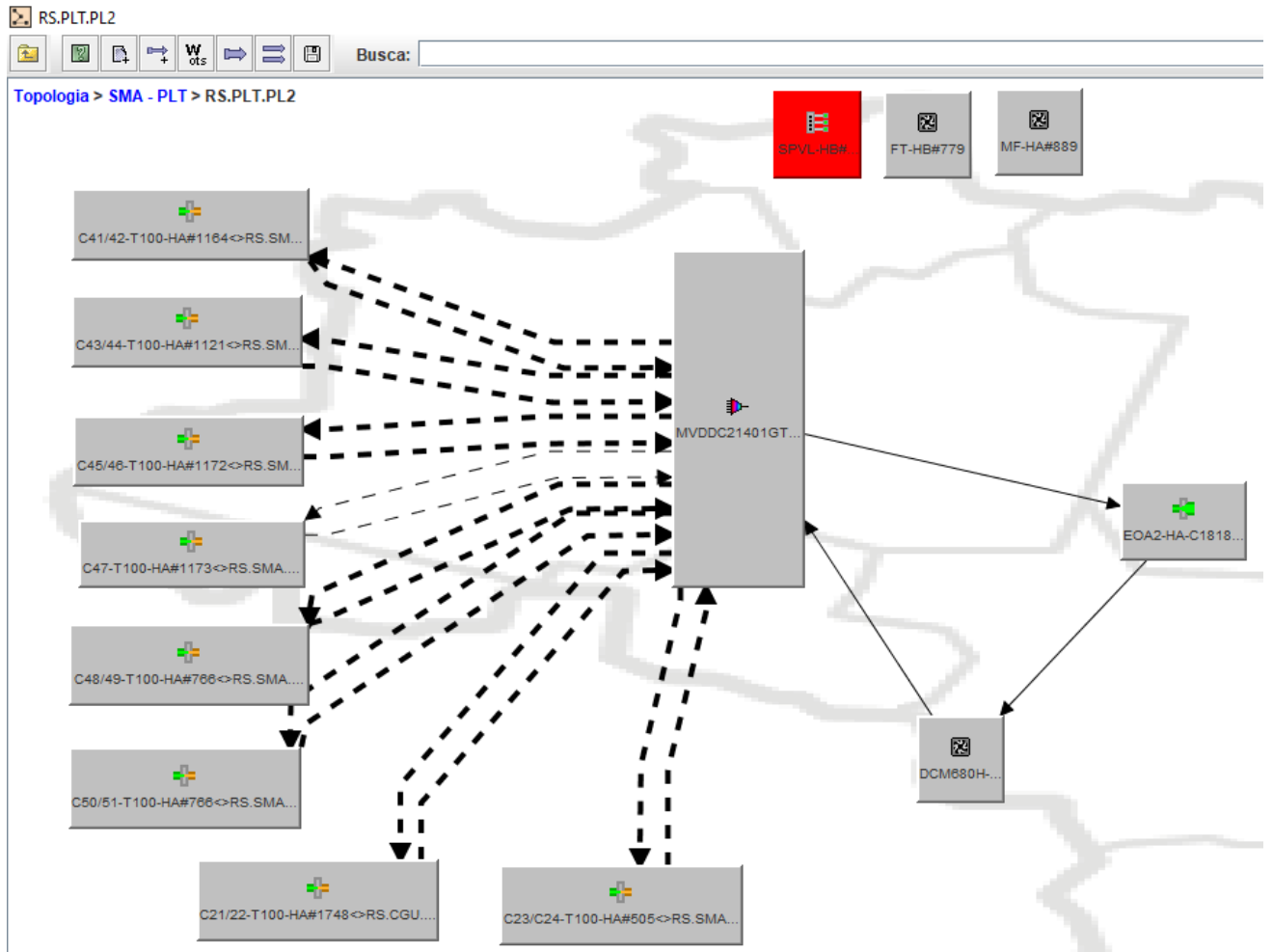
- Informações Gerais:** Shows device details such as Model: 1100-HA, Serial: 011789845720 321 0 (21017762), and Location: RS-CJU-SVG.
- Estado da Placa:** Indicates the board status as "Equipamento em operação" (Equipment in operation).
- Portas (Ports):** A table lists ports P3 and P4 with their respective configurations:
 - P3 (OWDM):** Wavelength: 1559.80 nm, Power: 2.1 dBm, and a highlighted "Canal: C22".
 - P4:** Wavelength: 850.00 nm, Power: -2.0 dBm, and a highlighted "Canal: C22".
- Legend:** A legend at the bottom identifies the highlighted "Canal: C22" as "Potência em dBm: C22 = -11.643".

The bar chart at the bottom shows the output power for various ports (C21 to C48). The y-axis represents "Potência de Saída no Demux" (Output Power in Demux) in dBm, ranging from -10 to 15. The x-axis lists ports from C21 to C48. The bar for C22 is highlighted in yellow and labeled with its value: -11.643 dBm.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As Fig.33, 34 e 35 ilustram os *add/drop* dos canais C21-C24 e C41-C51.

Figura 33 – Site terminal usuário 02.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 34 – Add/drop C41

The screenshot displays a network management interface for a fiber optic system. The main window shows the configuration for a specific port, with a pop-up window titled "Potências de saída no Demux" (Output powers in the Demux) overlaid on top.

Main Window Information:

- Informações Gerais:** Unidade: C4142-T100-H4#1164-RS-SMA-FEB; Modelo: T100-H4; Número de Série: 017789845720 321 0 (210)1164; Localidade: RS-PT-PL2; Mapa: RS-PT-PL2; Sinc: 9; Posição no Rack: 1; Sub-Rack: 1; Chassi-id: 0; Versão de Firmware: 4.13#02; Versão de Hardware: B.3.1; Descrição: RS-PT-PL2-DW-PT-180-18-1-RS-SNS-FEB-DW-PT-080-18-1-10G-1000-0; RS-PT-PL2-DW-PT-180-18-3-RS-SNS-FEB-DW-PT-080-18-3-10G-1000-0
- Estado da Placa:** Equipamento em operação
- Data de Atualização:** Não responde desde 08/03/2021 10:07:17
- Estado do Cliente:** Tentando conectar
- Portas:** Porta 1 e 2 (highlighted in green), Porta 3 e 4
- Port 1 (DWDM):** Comprimento de Onda: 1544,50 nm; Protocolo: OTU2e; Pwr: -8,6 dbm (highlighted in green); Estado do Laser: Habilitado; Auto Laser Off: Desabilitado; Loopback: OFF; Temperatura: 30,5 °C
- Port 2:** Comprimento de Onda: 1310,00 nm; Protocolo: 10GbE LAN7.1 Legado; Pwr: -5,0 dbm; Estado do Laser: Habilitado; Auto Laser Off: Desabilitado; Loopback: OFF; Temperatura: 27,6 °C
- Legend:** 1. Loss Sync Fail; 2. Loss Sync Loopback; 3. Loss Sync Loopback; 4. Loss Sync Loopback
- Device Info:** T100-H4 Padtec III 1164

Pop-up Window: Potências de saída no Demux

This window shows a bar chart of output powers for various channels. The y-axis ranges from -10 to 15 dBm. The x-axis lists channels from C37 to C49. Channel C41 is highlighted in green, with a tooltip indicating "Potência em dbm (C41) = -8,623". Other channels show varying power levels, with C42 and C43 also having tooltips.

Channel	Power (dBm)
C37	~10
C38	~10
C39	~10
C40	~10
C41	-8,623
C42	~10
C43	~10
C44	~10
C45	~10
C46	~10
C47	~10
C48	~10
C49	~10

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 35 – Add/drop C21

The screenshot displays the configuration interface for a network device (RS.PLR2) and a power meter (MuxDemux). The main configuration area is titled "Geral" and includes the following information:

- Informações Gerais:** Unidade: C21Z2-T100-HA#1748<>RS.CQUSIG, Modelo: T100-HA, Número de Série: (01)789845720 321 0 (21)071748, Localidade: RS.PLR2, Mapa: RS.PLR2, Slot: 4.
- Postagem no Rack:** 1, Sub-Rack: 1, Chassi: 0, Versão de Firmware: 4.1.3#002, Versão de Hardware: B.3.1, Descrição: CANAIS 21 e 22 São da Empresa SIVCO.
- Estado da Placa:** Equipamento em operação, Data de Atualização: Não responde desde 08/03/2021 10:09:50, Estado do Coletor: Tentando conectar.
- Tipos de Proteção:** Auto Laser Off.
- P1 (DWDM):** Porta 3 e 4, Canal: C21, Comprimento de Onda: 1560,60 nm, Protetor: OTU2e, Pm: -11,6 dbm, Pot: 1,8 dbm. Estado do Laser: Desabilitado, Auto Laser Off: Desabilitado, Loopback: Off, Temperatura: 27,1 °C.
- P2:** Comprimento de Onda: 850,00 nm, Protetor: 10GbE LAN 7.1 Legado, Pm: -2,0 dbm, Pot: -2,2 dbm. Estado do Laser: Desabilitado, Auto Laser Off: Desabilitado, Loopback: Off, Temperatura: 29,9 °C.
- Legend:** 1. LOS Laser Off Loopback, 2. LOS Laser Off Loopback, 3. LOS Laser Off Loopback, 4. LOS Laser Off Loopback.
- Alertas:** T100-HA Padloc III 1748.

At the bottom, there are buttons for "Alterar Estado" and "Atualizar". A red warning message states: "Este elemento possui alarmes desabilitados".

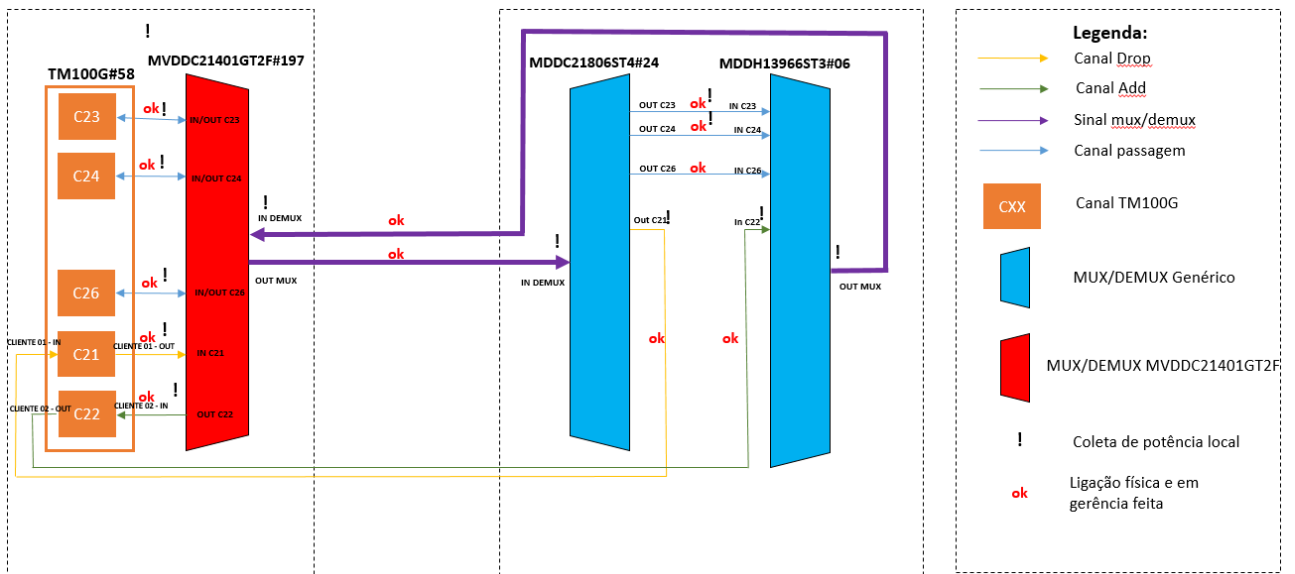
Overlaid on the configuration is a "MuxDemux" window showing a bar chart of "Potências de Saída no Demux" (Output Powers in Demux) for ports C21 through C20. The y-axis ranges from -10 to 15. Port C21 shows a power level of -11,561 dBm, which is highlighted with a green box and labeled "Potência em dbm C21 = -11,561". Other ports (C20 to C2) show power levels near 0 dBm. A legend at the bottom of the chart indicates "Quilômetros em dBm".

Fonte: Elaborado pelo autor

2º Cenário de montagem:

A Fig.36 ilustra o sistema que foi montado:

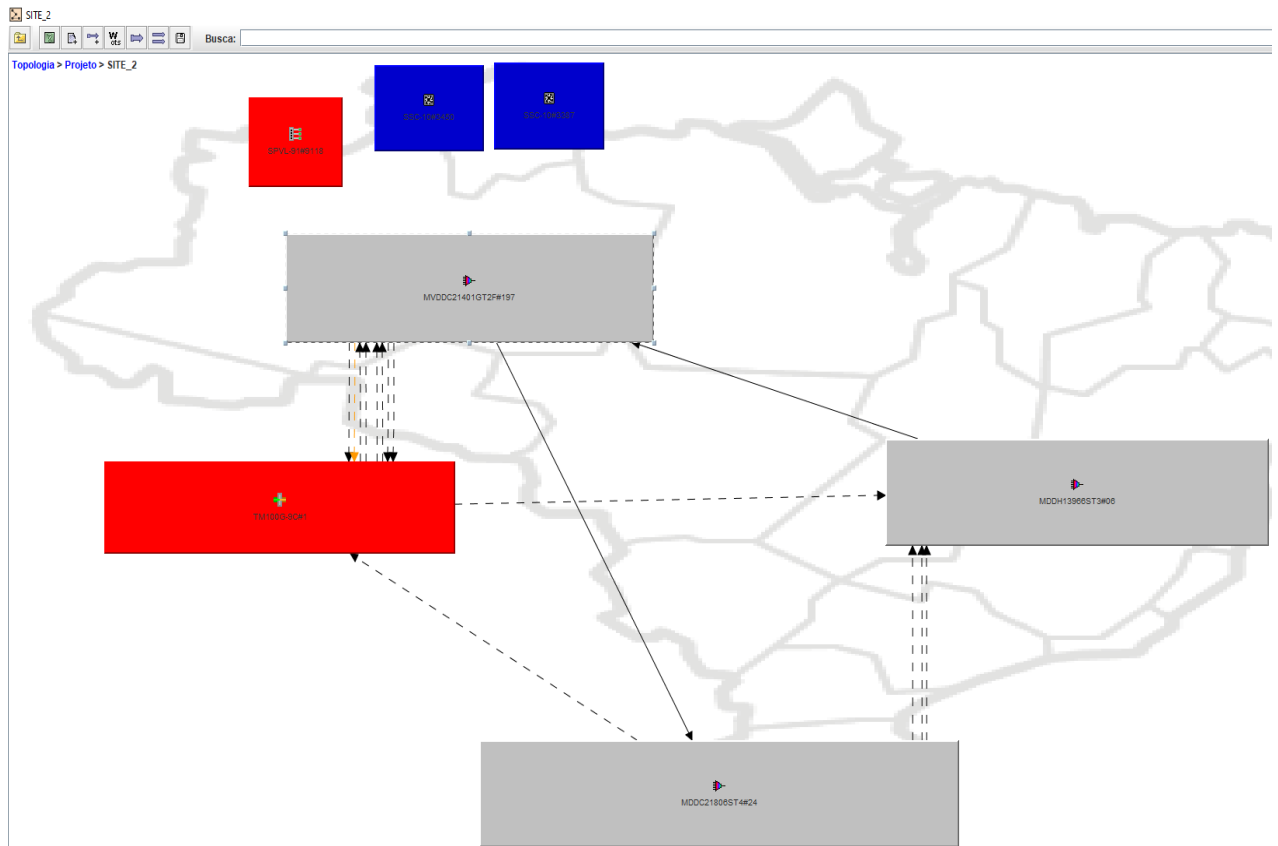
Figura 36 – Setup 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

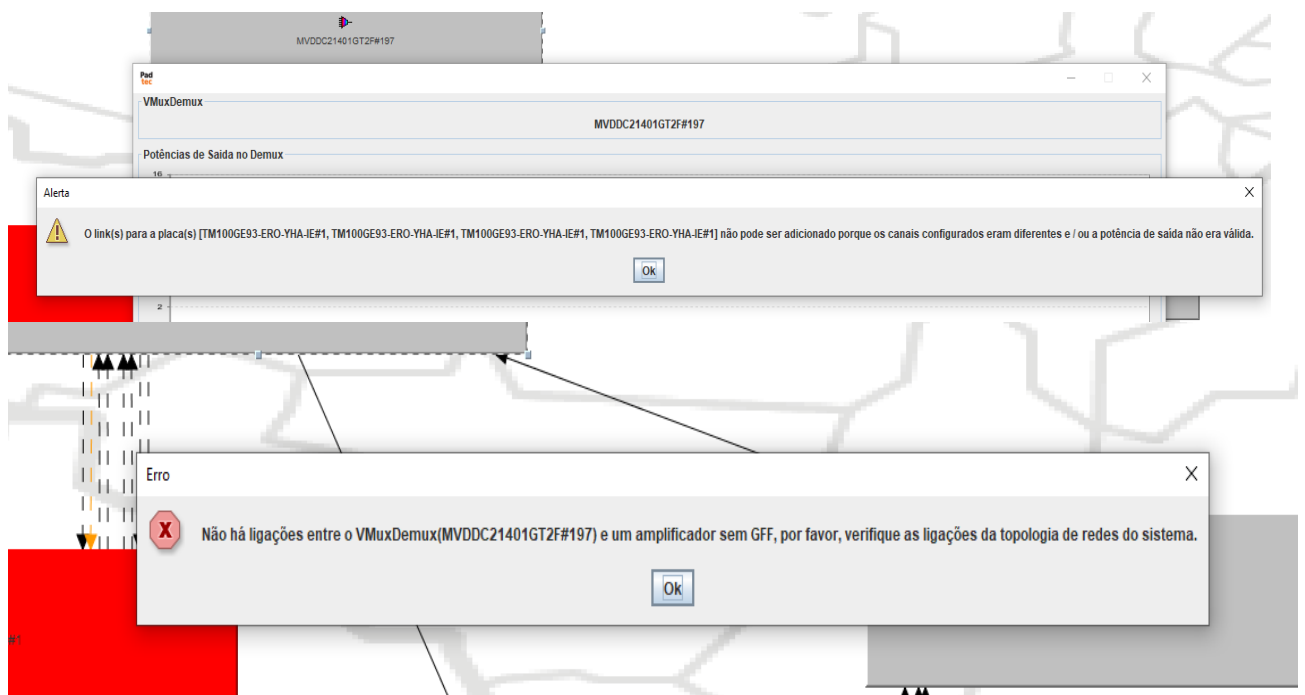
Nessa montagem foi alterada a localização do transponder para uma verificação o da necessidade de presença de uma placa gerenciável diretamente conectada ao Mux/Demux, não foi possível ver a criação do gráfico de saídas de potência.

Figura 37 – Setup 2 na gerência de redes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 – Erros setup 2



Fonte: Elaborado pelo autor

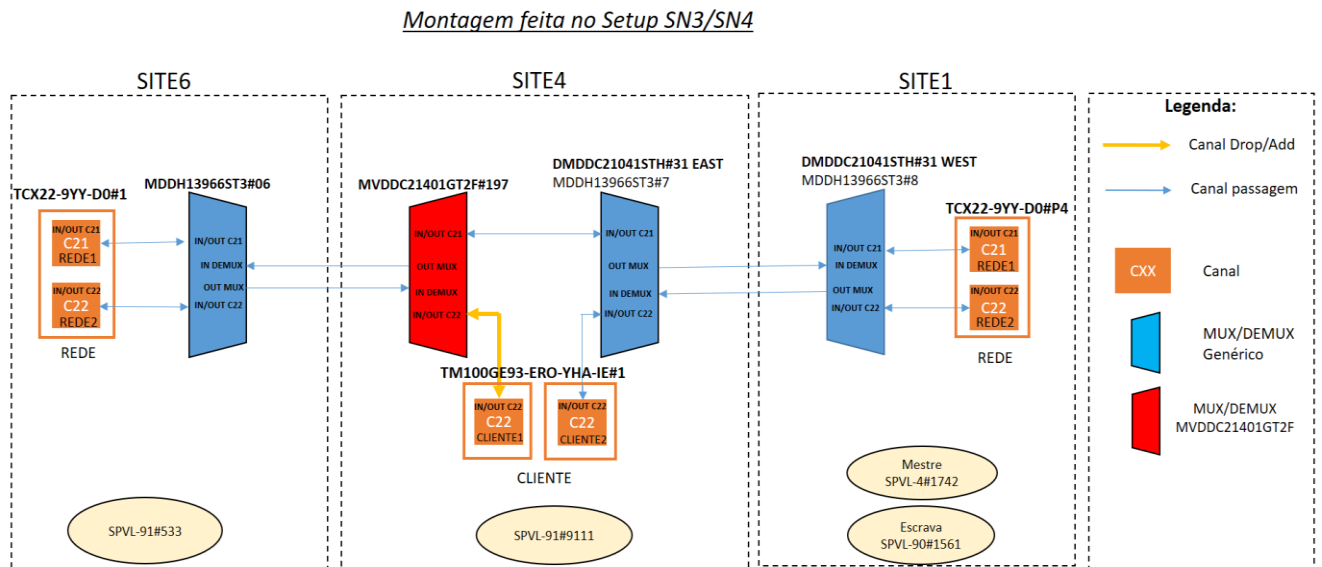
A gerência, ilustrada na Fig.37, acusa um erro de configuração, apresentado na Fig.38, nos canais do *transponder*, ainda que eles estejam diretamente ligados à placa MVDDC21401GT2F não permitindo a síntese do diagrama de potências.

Para contornar o problema, um novo cenário mais completo foi montado, com mais *transponders*.

3º Cenário de montagem:

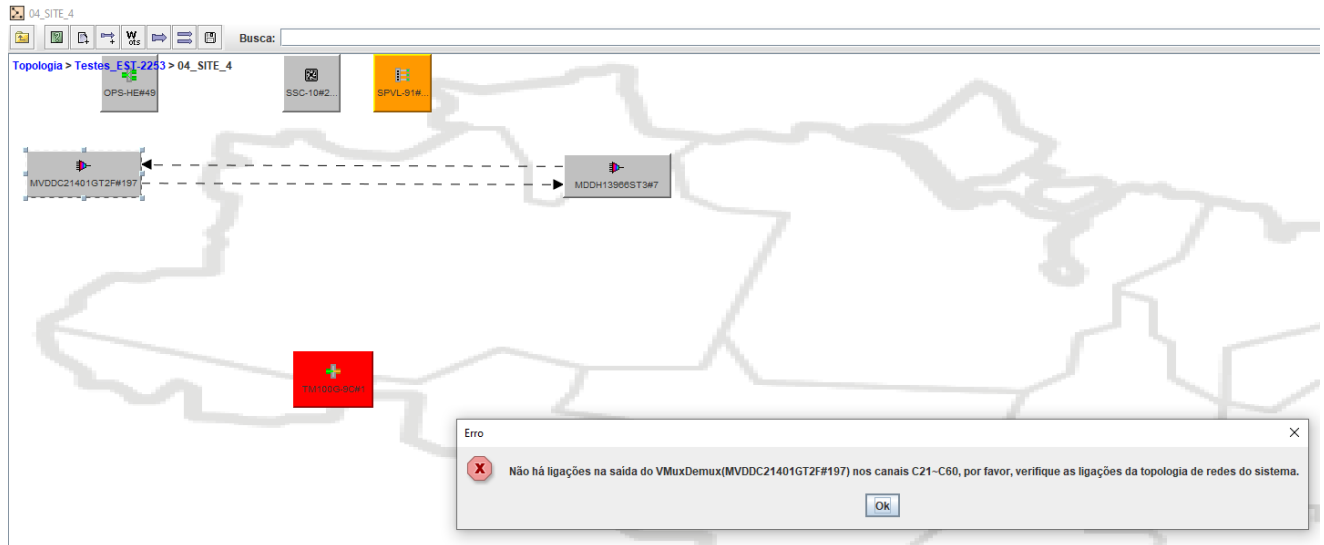
A Fig.39 ilustra o *setup* que foi montado com separação de sites, visando um sistema mais completo.

Figura 39 – Setup 3



Com a criação de uma rota que atravessa o *Site 4* [C21], foi possível observar que o Mux/Demux apenas coleta os dados de canais que estão diretamente ligados a um *transponder*, ele despreza os dados de sinais de passagem direta como no caso do canal C21.

Figura 40 – Erro setup 3



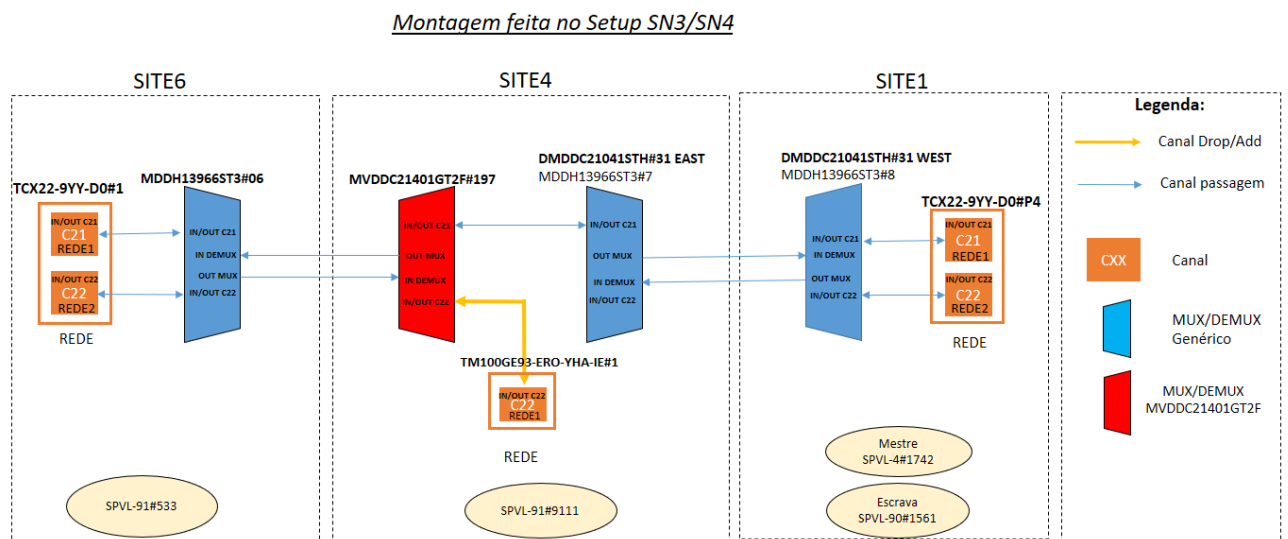
Fonte: Elaborado pelo autor

Não foi possível criar o circuito dos canais C22 na gerência de redes, existe a suspeita da origem do erro, ilustrado na Fig.40, ser a simultaneidade das portas rede e cliente no sistema (originalmente possui apenas portas rede), ou a falha estar em um possível conflito entre os modelos de *transponders* utilizados - TM100G e TCX22

4º Cenário de montagem:

O cenário ilustrado na Fig.41 foi construído para novos testes da funcionalidade do gráfico, o mesmo utiliza as portas rede do *transponder* TM100G.

Figura 41 – Setup 4.

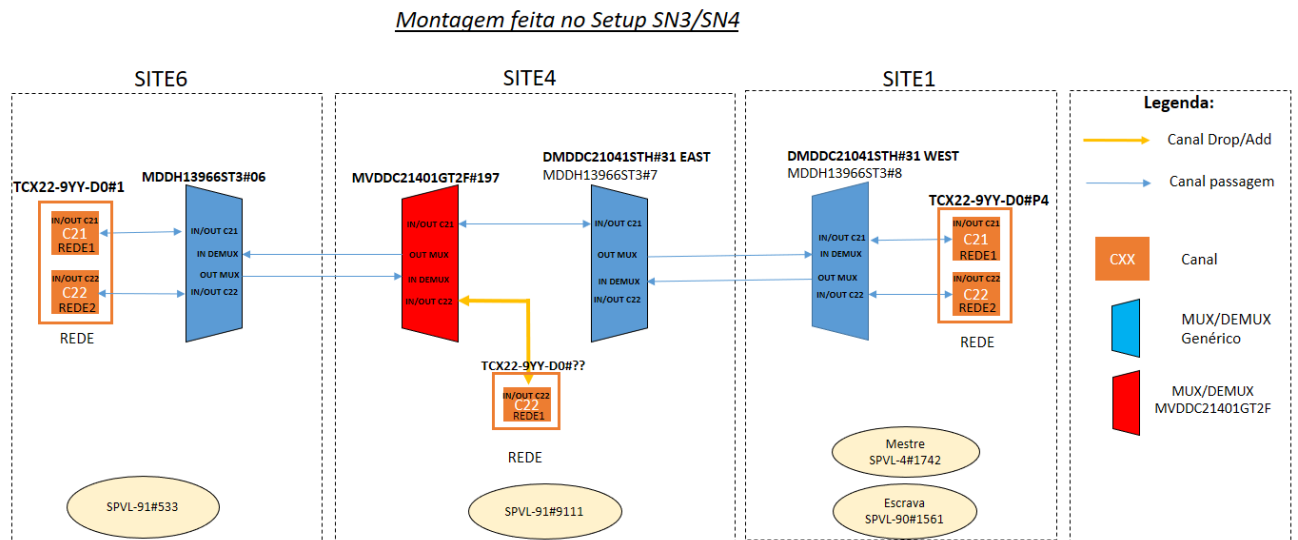


Não foi possível configurar as portas redes devido ao conflito de protocolo da porta rede do *transponder* TCX22 e TM100G, uma com OTU2 a outra com OTU4. Não sendo possível ver o gráfico de saída de potências.

5º Cenário de montagem:

É observado que a Fig.42 ilustra o cenário que foi construído para novos teste s da funcionalidade do gráfico, usando outro transponder TCX22 com suas portas rede.

Figura 42 – Setup 5.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao acionar o botão, a gerência travou e foi possível ver no prompt do visualizador uma sinalização por "Exception", ilustrado na Fig.43. Existe a suspeita de incompatibilidade com os modelos dos *transponders* utilizados, o que caracteriza um *bug*. O teste foi feito na versão de gerência: Ger 3.23.40 – Igual ao do usuário.

Figura 43 - *Bug* na mesma versão de gerência de redes do usuário.

```

Viewer
at java.awt.EventQueue.run(Unknown Source)
at java.awt.EventQueue.dispatchEvent(Unknown Source)
at java.awt.EventQueue.dispatchEvent(Unknown Source)
at java.awt.EventQueue.dispatchEvent(Unknown Source)
at java.awt.EventQueue.run(Unknown Source)
INFO 27/07/21 14:53:58 Refresh Network - processNotif = true, isStormMotiticationDetected = false
INFO 27/07/21 14:54:00 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.1 s
INFO 27/07/21 14:54:02 Refresh Network - processNotif = true, isStormMotiticationDetected = false
INFO 27/07/21 14:54:06 Refresh Network - processNotif = true, isStormMotiticationDetected = false
INFO 27/07/21 14:54:10 Refresh Network - processNotif = true, isStormMotiticationDetected = false
INFO 27/07/21 14:54:11 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.1 s
INFO 27/07/21 14:54:13 WatchDog: notiflist = 0, counterWorkthread = 425, counterIothread = 723, counterGetNotification=722
Exception in thread "AWT-EventQueue-0" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 9
at java.util.concurrent.CopyOnWriteArrayList.get(Unknown Source)
at java.util.concurrent.CopyOnWriteArrayList.get(Unknown Source)
at br.com.padtec.v3.data.impl.CombinerOduXc_Impl.getWdmPowerIn(CombinerOduXc_Impl.java:254)
at br.com.padtec.v3.server.autoattenuation.AutoAttenuationManager.getDestinationConnections(AutoAttenuationManager.java:203)
at br.com.padtec.v3.server.autoattenuation.AutoAttenuationManager.getPowerOutputConnections(AutoAttenuationManager.java:77)
at br.com.padtec.v3.server.NEMapServer_Impl.getOutputConnections(NEMapServer_Impl.java:7263)
at sun.reflect.NativeMethodAccessorImpl.invoke0(Native Method)
at sun.reflect.NativeMethodAccessorImpl.invoke(Unknown Source)
at sun.reflect.DelegatingMethodAccessorImpl.invoke(Unknown Source)
at java.lang.reflect.Method.invoke(Unknown Source)
at sun.rmi.server.UnicastServerRef.dispatch(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.Transport$1.run(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.Transport$1.run(Unknown Source)
at java.security.AccessController.doPrivileged(Native Method)
at sun.rmi.transport.Transport.serviceCall(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.tcp.TCPTransport.handleMessages(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.tcp.TCPTransport$ConnectionHandler.run0(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.tcp.TCPTransport$ConnectionHandler.lambda$run$0(Unknown Source)
at java.security.AccessController.doPrivileged(Native Method)
at sun.rmi.transport.tcp.TCPTransport$ConnectionHandler.run(Unknown Source)
at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.runWorker(Unknown Source)
at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor$Worker.run(Unknown Source)
at java.lang.Thread.run(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.StreamRemoteCall.exceptionReceivedFromServer(Unknown Source)
at sun.rmi.transport.StreamRemoteCall.executeCall(Unknown Source)
at sun.rmi.server.UnicastRef.invoke(Unknown Source)
at java.rmi.server.RemoteObjectInvocationHandler.invokeRemoteMethod(Unknown Source)
at java.rmi.server.RemoteObjectInvocationHandler.invoke(Unknown Source)
at com.sun.proxy.$Proxy1.getOutputConnections(Unknown Source)
at br.com.padtec.v3.viewer.tree.rightclick.EntityActions$6.apply(EntityActions.java:194)
at br.com.padtec.v3.viewer.tree.rightclick.ElementAction.actionPerformed(ElementAction.java:67)
at javax.swing.AbstractButton.fireActionPerformed(Unknown Source)
at javax.swing.DefaultButtonModel.fireActionPerformed(Unknown Source)
at javax.swing.DefaultButtonModel.setPressed(Unknown Source)
at javax.swing.AbstractButton.doClick(Unknown Source)
at javax.swing.plaf.basic.BasicMenuItemUI.doClick(Unknown Source)
at javax.swing.plaf.basic.BasicMenuItemUI$Handler.mouseReleased(Unknown Source)
at java.awt.Component.processMouseEvent(Unknown Source)
at javax.swing.JComponent.processMouseEvent(Unknown Source)
at java.awt.Component.processEvent(Unknown Source)
at java.awt.Container.processEvent(Unknown Source)
at java.awt.Component.dispatchEventImpl(Unknown Source)
at java.awt.Container.dispatchEventImpl(Unknown Source)
at java.awt.Component.dispatchEvent(Unknown Source)
at java.awt.LightweightDispatcher.retargetMouseEvent(Unknown Source)
at java.awt.LightweightDispatcher.processMouseEvent(Unknown Source)
at java.awt.LightweightDispatcher.dispatchEvent(Unknown Source)
at java.awt.Container.dispatchEventImpl(Unknown Source)
at java.awt.Window.dispatchEventImpl(Unknown Source)

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi realizado o mesmo teste na versão de gerência: Ger 3.33.2 – um a versão mais recente do servidor da equipe SN3/4, conforme ilustra a Fig.44.

Figura 44 - Bug na versão mais recente da gerência de redes.

```

ca. Viewer
INFO 20/07/21 14:46:20 Viewer started.
INFO 20/07/21 14:46:20 Viewer: Stop Login Monitor
INFO 20/07/21 14:46:20 Viewer: Stop Login Monitor
INFO 20/07/21 14:46:20 Viewer: Shutdown Login Monitor
INFO 20/07/21 14:46:21 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:25 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:27 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.1 s
INFO 20/07/21 14:46:29 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:30 JFrameDiagram$PaintTask: 04_SITE_4: Painting
INFO 20/07/21 14:46:33 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
Exception in thread "AWT-EventQueue-0" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException
INFO 20/07/21 14:46:37 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:37 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.0 s
INFO 20/07/21 14:46:41 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:45 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:47 WatchDog: notifList = 0, counterWorkthread = 10, counterIothread = 12, counterGetNotificatio
INFO 20/07/21 14:46:48 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.0 s
INFO 20/07/21 14:46:49 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:50 ioThread: getNotification=1; queue=1, ignored: 0; 2.0 s
INFO 20/07/21 14:46:53 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:46:57 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:47:00 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.0 s
INFO 20/07/21 14:47:01 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:47:05 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
Exception in thread "AWT-EventQueue-0" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException
INFO 20/07/21 14:47:09 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false
INFO 20/07/21 14:47:10 ioThread: getNotification=0; queue=0, ignored: 0; 10.0 s
INFO 20/07/21 14:47:13 Refresh Network - processNotif = true, isStormNotiticationDetected = false

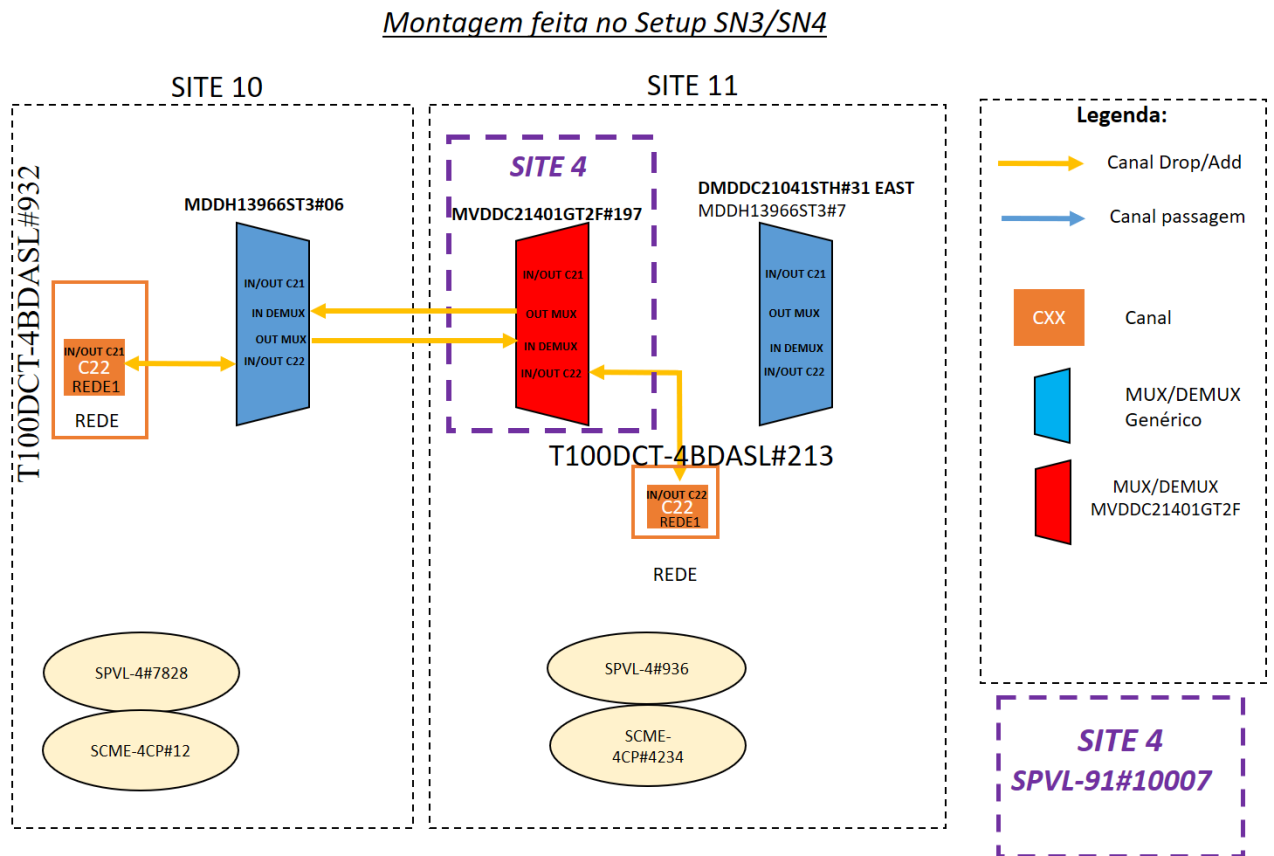
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

6º Cenário de montagem:

O cenário ilustrado na Fig.45 foi construído usando *transponders* T100DCT-4BDASL#213 de 4U legado, uma família de produtos mais antiga.

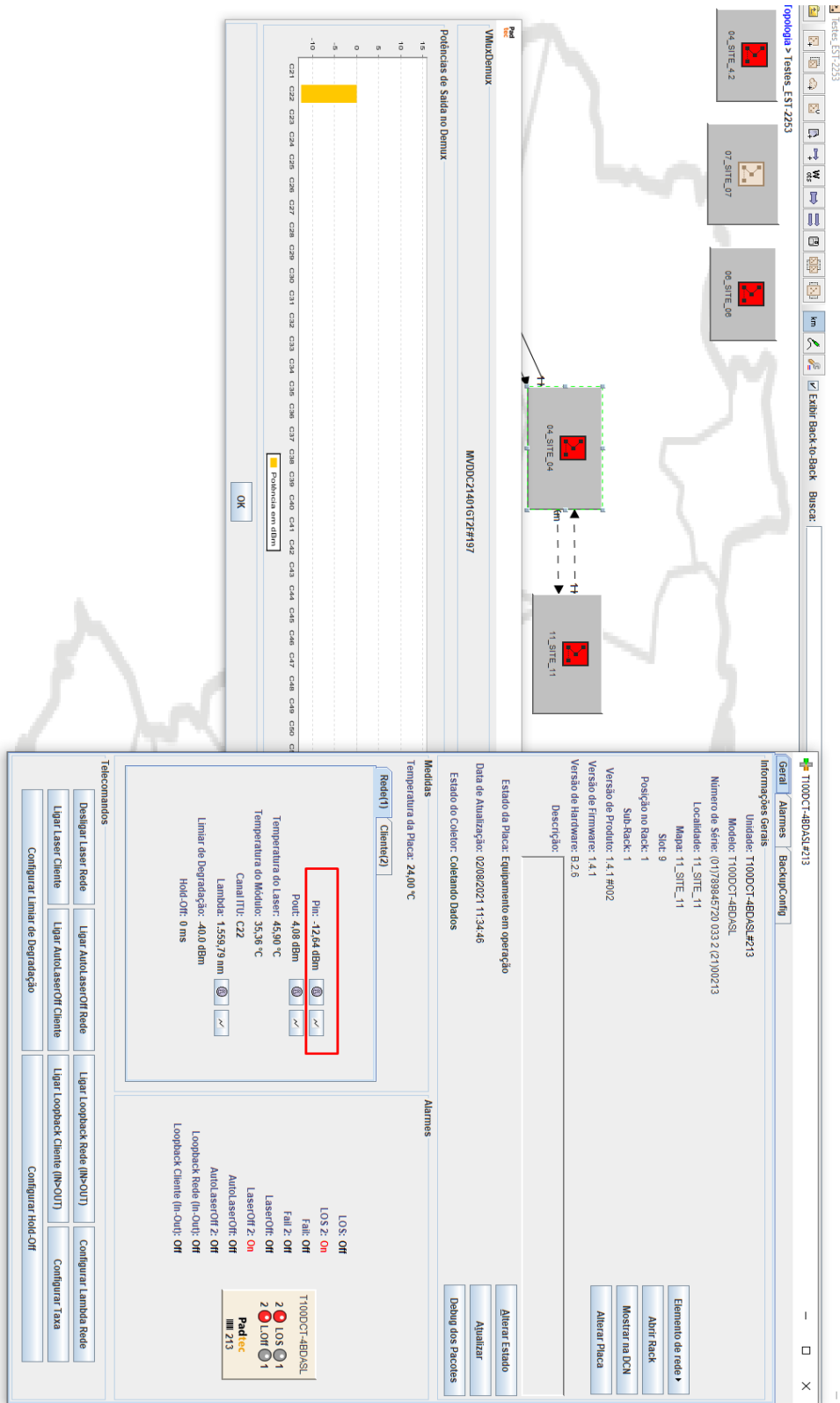
Figura 45 – Setup 6.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi possível observar que a gerência coleta os dados de potência de entrada dos *transponders* que estão diretamente conectados ao Mux/Demux e os usa para plotar o gráfico das potências de saída da placa, para isso devem ser feitas as ligações *OTS* na gerência de redes, ilustrado na Fig.46.

Figura 46 – Reprodução dos gráficos de potência de saída do Mux/Demux MVDDC2 1401GT2F.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi implementada uma correção na gerência de redes pela equipe do EST-SN4 para os transponders TCX22-9U.

Figura 47 – Liberação de correção da falha detectada no projeto.

▼ Cobertura de Teste + ▼

Casos de Teste
Nenhum caso de teste

Ciclos de Teste
Related

[SUS-C377 \[VOG-2A259\]](#) Verificação da potência de saída do Demux 100% **CONCLUÍDO**

Planos de Teste
Related

[SNIV-P69](#) Testes de Gerência - Sprint 40 **RASCUNHO**

Resultado dos testes

Realizou-se testes com a v3_34_0_20210805_EST-2253_RC1 vide SUS-C377, através destes validou-se que a visualização da potência de saída do demux para a placa TCX22-9YY-D0 foi corrigida.

Obs.: Verificou-se durante os testes que para a placa TCX22-HA não é possível abrir a tela da potência de saída do demux. Também há um problema para a família 200G, onde não é exibida a potência. Para estes foi aberto o ticket [EST-2707](#).

Status do teste

Liberado para integração

Fonte: Elaborado pelo autor

3 CONCLUSÃO

Ao final do desenvolvimento do projeto, foram obtidas as seguintes conclusões:

O seletor de gráfico de potência de saída do Mux/Demux com VOA funciona apenas com portas rede dos *transponders*.

A funcionalidade está operando corretamente na configuração/cenário do usuário, pois, as potências exibidas no gráfico são as mesmas apresentadas no menu dos plugáveis.

Apenas as potências de saída dos canais de *Add/Drop* são exibidas no gráfico pois, estão diretamente conectados ao Mux/Demux.

As potências de saída dos canais de passagem direta pelo site não podem ser exibidas devido ao modo que a gerência coleta os dados e os disponibiliza no gráfico. A gerência coleta os dados de potência de entrada dos *transponders* que estão diretamente conectados ao Mux/Demux para plotar o gráfico das potências de saída da placa, para isso, devem ser feitas as ligações OTS na gerência de redes.

Ao longo da investigação foi detectado um problema de compatibilidade com os *transponders* do tipo TCX22-9U, TCX22-HA e Família 200G.

O trabalho foi importante pois foram encontrados *bugs* de compatibilidade da funcionalidade com determinadas famílias de *transponder*, além da compreensão sobre o emprego e aplicação adequada da ferramenta.

Como resultado prático desse trabalho, foi implementada uma correção na gerência de redes pela equipe do EST-SN4 para os *transponders* TCX22-9U. Estão previsto correções para os demais modelos.

4 REFERÊNCIAS

BAGNATO, Vanderlei S.; PRATAVIEIRA, Sebastião. **Luz para o progresso do conhecimento e suporte da vida**. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Illustracao-da-propagacao-de-uma-onda-eleto-magnetica-Tudo-parecia-fantastico_fig2_307677701. Acesso em: 15 set. 2021.

HELERBROCK, Rafael. **Fibra óptica**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/fibra-optica.htm>. Acesso em: 17 set. 2021.

HELERBROCK, Rafael. **Refração da luz**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-refracao-luz.htm>. Acesso em: 16 set. 2021.

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. **O que é a luz?** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-a-luz.htm>. Acesso em: 25 set. 2021.

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. **O que é reflexão total?** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-total.htm>. Acesso em: 02 fev. 2022.

PADTEC S/A. **BILPE01: Instalação da Plataforma LightPad**. Campinas: Padtec S/A, 2017.

PADTEC S/A. **Soluções para operadoras regionais e ISPs têm destaque no estande da Padtec no Futurecom**: sub-hacks. Sub-hacks. 2021. Disponível em: <https://www.padtec.com.br/solucoes-para-operadoras-regionais-e-isps-tem-destaque-no-estande-da-padtec-no-futurecom-2/>. Acesso em: 15 out. 2021.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **O que é reflexão da luz?** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>. Acesso em: 16 set. 2021.

TELECO. **Sistemas DWDM: Introdução**. 2022. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsdwmd/pagina_1.asp. Acesso em: 02 fev. 2022.

KITAGAWA, Mariangela Mitsue Shimizu. **WDM e suas Tecnologias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gta.ufrj.br/grad/04_1/wdm/dwdm.html. Acesso em: 26 out. 2021.