

ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA DWDM

ANALYSIS OF THE OPERATION OF DWDM TECHNOLOGY

Diego Huergo Furlan; Leonardo da Costa Figueiredo e Professor M. Sc. Luciano Castilho Assumpção.

FURLAN, Diego Huergo, et al. Tecnologia DWDM – Características, diagrama sistêmico e funcionalidades. Revista Tecnológica da FATEC-PR, v.1, n.12, p. 61 - 70, jan/jun, 2021.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de proporcionar aos leitores um aprendizado simples e rápido sobre a construção de uma rede de transmissão de longa distância utilizando como meio de transmissão a fibra óptica e como tecnologia de iluminação desse meio o sistema DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). Este artigo, proporcionará um entendimento sobre os principais itens que fazem parte de uma rede DWDM, exemplificando alguns tópicos, tais como, componentes, a classificação das estações, um diagrama sistêmico de uma rota, um exemplo de canalização e o sistema de gerenciamento das estações. A pesquisa de campo identificou-se sendo de maior utilidade para confrontar fatos e fenômenos que ocorrem espontaneamente em atividades de campo. Na pesquisa bibliográfica utilizaram-se referências que possibilitaram descrever qual o funcionamento de cada um dos componentes que são utilizados num sistema e na realização da pesquisa aplicada, as informações utilizadas foram essenciais numa rota DWDM.

Palavras chave: DWDM. Estação. Fibra Óptica. Tecnologia. ADD/DROP.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of providing readers with a simple and quick learning about the construction of a long-distance transmission network using fiber optic transmission as a means of transmission and as its lighting technology the DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) system). This article will provide an understanding of the main items that are part of a DWDM network, exemplifying some topics, such as components, station classification, a systemic diagram of a route, an example of channeling and the station management system. Field research was found to be most useful for confronting facts and phenomena that occur spontaneously in field activities. In the bibliographic research, references were used that made it possible to describe the functioning of each of the components that are used in a system and in carrying out the applied research, the information used was essential in a DWDM route.

Keywords: DWDM. Station. Optical fiber. Technology. ADD/DROP.

1 INTRODUÇÃO

Existe um avanço muito grande nos campos relacionados a tecnologia e serviços de comunicações, estes que criam um crescente exponencial por altas velocidades de tráfego de informações. Esse avanço faz com que as empresas de prestação de serviços de internet ofereçam aos seus clientes velocidades cada vez maiores, fazendo com que, anualmente, seus investimentos em qualidade e capacidade de sua rede alcancem cifras imagináveis em alguns anos anteriores.

Para atender a demanda das operadoras na expansão de rede, as empresas fabricantes de equipamentos de transmissão incluíram em seus portfólios equipamentos utilizam em sua multiplexação o

comprimento de onda, tecnologia está denominada de WDM (Wavelength Division Multiplex), que consiste na multiplexação pelo comprimento de onda.

Esta tecnologia apresenta dois segmentos, o DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) e o CWDM (Course Wavelength Division Multiplexing), que tem por características de funcionamento os mesmos princípios, porém diferenciando-se, basicamente, na diferença de custo em suas implantações e na característica de seu enlace de atendimento, onde implanta-se, normalmente, o sistema DWDM em redes de longa distância e o sistema CWDM em enlaces de curta distância, geralmente em redes metropolitanas de transmissão.

1.1 OBJETIVOS

Buscar o entendimento e compreensão da complexidade e da importância de um sistema de transporte como o DWDM, pois com ele as operadoras de telecomunicações conseguem obter um satisfatório retorno quanto ao tempo e o investimento realizado na implantação desse modelo de sistema em sua rede.

Na tentativa de se obter uma maior clareza e fundamentação nas informações pesquisadas foram utilizados instrumentos de pesquisa exploratória, a qual tem em sua finalidade proporcionar ao pesquisador uma visão panorâmica do tema facilitando assim um melhor entendimento sobre o problema que está sendo estudado.

2 JUSTIFICATIVA

Ao realizar pesquisas bibliográficas, referentes a tecnologia DWDM, se tem uma grande dificuldade de encontrar estudos que relatam detalhes mais práticos na utilização dessa tecnologia. Por esta tecnologia estar entre as principais no que se refere a transmissão de longa distância, aborda-se neste artigo detalhes de uma construção e/ou ativação de uma rota DWDM. Onde será descrito suas características, funcionalidades e configurações, tais como a classificação de cada site, o sistema de gerenciamento dos equipamentos instalados e as conexões entre os componentes que constituem um Sistema.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das principais características de uma rota DWDM é ser uma representação de uma rede ponto a ponto, mesmo ela possuindo em algumas estações, diferentes rotas, realizando entroncamentos que possibilitariam as transmissões em diversos sentidos.

Conforme Nascimento e Figueiredo (2015) descrevem, para o transporte dessas informações é realizado uma divisão em setores, que se denomina de canais, onde cada um é representando por um diferente comprimento de onda dentro do espectro de luz utilizado na fibra óptica. A banda geralmente utilizada para a transmissão desses canais é a Banda C, que opera em torno dos 1550nm. Essa banda C é a que apresenta a menor atenuação do sinal durante seu percurso pela fibra óptica, onde os canais são

configurados utilizando uma frequência em Tera Hertz (THz.), e seu comprimento de onda em Nanômetros (nm), também conhecido como lambda (λ).

Os canais no sistema DWDM são configurados com um espaçamento de 50, 100 ou 200 GHz, configuração essa que possibilita que os canais sejam transmitidos, simultaneamente, numa quantidade de 20, 40 ou 80 canais. Com os altos investimentos realizados pelos fabricantes, principalmente, na capacidade de processamento dos componentes está fazendo com que se tenha transmissões com capacidade de 400Gbps em um único canal, possibilitando com que as rotas DWDM alcance uma capacidade de transmissão de 35,2 Terabits por segundo, capacidade essa não imaginada nos meios de transmissão mais antigos (NASCIMENTO E FIGUEIREDO, 2015).

4 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DWDM E A CLASSIFICAÇÃO DE SUAS ESTAÇÕES

Um sistema DWDM, básico, é composto por transponders, multiplexadores/demultiplexadores, amplificadores, OADM's (Óptical Add Drop Multiplex) entre outros componentes particulares de cada fabricante. Basicamente destacam-se os transponders que tem por sua função converter o sinal de entrada em um sinal de comprimento de onda diferente que tenha possibilidade de ser multiplexado pelo sistema, os multiplexadores e demultiplexadores tem por sua função realizar a multiplexação dos sinais em sua entrada e a demultiplexação dos sinais em sua saída, esses elementos podem operar com multiplexação por comprimento de onda (WDM) (DIAS, 2009).

Como descreve Certório (2009), outro componente muito importante no sistema são os amplificadores, estes que são utilizados para realizar a amplificação dos sinais que estão sendo transmitidos pela fibra, possibilitando assim, com que o sinal possa chegar até o próximo ponto (estação) da rota. Para a realização de adição e extração de sinais em estações localizadas ao longo do enlace utiliza-se as técnicas denominadas OADM permitindo que comprimentos de ondas possam ser adicionados ou retirados do enlace e atualmente esses equipamentos podem ser reconfigurados remotamente (ROADM), podendo fazer a equalização de cada canal separadamente.

Numa rota DWDM denomina-se, como citado anteriormente, os locais dentro do enlace onde temos equipamentos instalados como estações e estas, como não poderiam ser diferentes, possuem uma classificação perante o sistema baseando-se em suas funções específicas e os respectivos equipamentos instalados na mesma.

Para essa classificação foram determinados três tipos básicos de estações que são as estações terminais, as estações amplificadoras e as estações de adição e extração de sinais, essa última possibilitando ao sistema que tenha sinais em ambos os sentidos em relação a estação, sendo elas: (NASCIMENTO E FIGUEIREDO, 2015).

- Estações Terminais: encontram-se instalados transponders, mux/demux, amplificadores e as placas responsáveis pelo gerenciamento da rota e dos demais sites do enlace, o sistema de gerenciamento de rotas será abordado num capítulo exclusivo devido a sua importância no funcionamento de um

DWDM. Nesses modelos de estações se tem a possibilidade de realizar a inserção de dados na rede num único sentido, isto se dá devido a esse modelo de estação encontrar-se no início ou fim do enlace, dependendo do sentido do tráfego.

- Estações Amplificadoras: Num sistema DWDM esse modelo de estação é de suma importância, pois ela possibilita que o canal que está alinhado para o transporte de um determinado sinal possa ter seus níveis amplificados fazendo com que o sistema possibilite a entrega do sinal na extremidade remota para onde já está configurado.
- Estações Add/Drop: possibilidade de inserção e extração de sinais em ambos os sentidos da rota, fazendo com que essa estação possua canais que estejam configurados para serem adicionados e/ou extraídos nesse site ou canais que estejam configurados somente como passagem, diferenciando assim, basicamente, das estações terminais onde temos os canais configurados sempre para inserção e extração de sinais (FERNANDES, 2010).

5 DIAGRAMA SISTEMICO DE UMA ROTA DWDM E SUAS CONEXÕES INTERNAS

No momento da avaliação técnica por parte de Equipes especializadas em construção de rotas DWDM um dos itens criados, de suma importância, para a facilitar uma análise mais conclusiva é o digrama sistêmico da rota onde visualmente se consegue ter identificados os sites que pertenceram a rota, as classificações dos sites e a configuração dos canais que serão utilizados nessa ativação. Para esse trabalho os autores utilizaram do programa Microsoft Visio exemplificando um diagrama sistêmico simplificado, com somente quatro sites, sendo dois sites terminais, um site amplificador e um único site de extração e inserção de sinais, interligados através de fibra óptica.

Na figura 1, se tem a comunicação do site A com o site B, posteriormente o site B também se comunica com o site C e finalmente se tem a comunicação do site C com o site D.

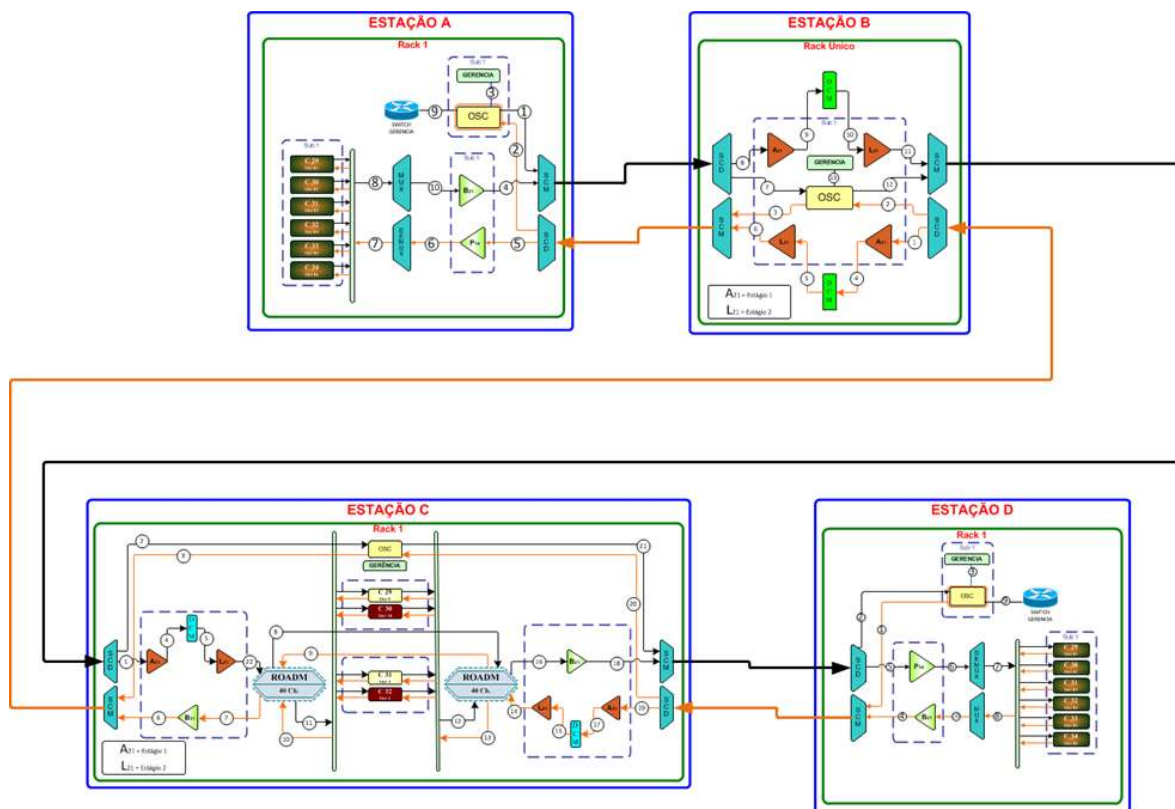


Figura 1 – Diagrama sistêmico
Fonte: Autores, 2021.

Portanto para o sinal chegar até a próxima estação faz-se necessário às conexões internas entre as placas do sistema fazendo com que o sinal a ser trafegado pela rota possa ser multiplexado e encapsulado na fibra. Para melhor entendimento serão descritos a seguir os diagramas sistêmicos internos de cada estação com à identificação e exemplificação da canalização mostrada no sistema acima.

5.1 CONEXÕES INTERNAS ESTAÇÃO “A”

As conexões da figura 2 foram realizadas utilizando cordões ópticos monomodo e cabo FAST Ethernet e estão identificadas conforme o quadro 1:

CONEXÃO	EQUIPAMENTO A	PORTA	EQUIPAMENTO B	PORTA B
1	Placa SCM	IN SC	OSC	OUT
2	Placa SCD	OUT SC	OSC	IN
3	OSC	LAN	GERENCIA	LAN
4	BOOSTER	OUT	SCM	DATA IN
5	SCD	DATA OUT	PRÉ AMPLIFICADOR	IN
6	PRÉ AMPLIFICADOR	OUT	DEMUX	IN LINE
7	DEMUX	DROP	TRANSPONDER	IN
8	MUX	ADD	TRANSPONDER	OUT
9	SWITCH GERENCIA	LAN	OSC	DCN
10	MUX	OUT LINE	BOOSTER	IN

Quadro 1 – Conexões entre os componentes da estação “A”.
Fonte: Autores, 2021.

No quadro 1, são exemplificadas as conexões, onde se tem na conexão 1 a interligação entre a placa SCM porta IN SC e a placa OSC porta OUT. Na conexão 2 a interligação realizada é da placa SCD porta OUT SC e a placa OSC porta IN conexão 3 traz a interligação da porta LAN da placa OSC e o equipamento de gerencia na sua porta LAN também, está responsável pelo processamento de gerencia dos equipamentos dessa estação e das estações remotas.

Na conexão 4 se tem a interligação da placa amplificadora do site (BOOSTER) porta OUT e a porta Data IN da placa SCM, para a conexão 5 o Pré-amplificador através da porta IN conecta-se com a placa SCD na porta Data OUT, a conexão 6 a placa DEMUX interligasse através da porta IN LINE com a porta OUT do Pré-amplificador, na conexão 7 a placa DEMUX através da porta DROP conectasse aos transponders, cada canal possui sua porta DROP, na porta IN. Já na conexão 8 o transponder, através da porta IN conectasse com a placa MUX na porta ADD, nota-se que para cada transponder a ser instalado tem sua respectiva porta ADD. Finalizando as conexões do quadro se vê através da conexão 9 o equipamento de gerência (SWITCH) da estação, responsável pelo roteamento, e a placa OSC em sua porta DCN e na conexão 10 a porta OUT LINE da placa MUX e a porta IN da placa amplificadora (BOOSTER) da estação.

5.2 CONEXÕES INTERNAS ESTAÇÃO “B”

A Estação Amplificadora, onde se tem identificado numericamente as conexões realizadas entre os equipamentos DWDM do site. Nesta estação ocorre somente à amplificação do sinal ótico, necessário devido a distância entre as estações. As conexões foram realizadas utilizando cordões óticos monomodo e cabo FAST Ethernet e estão identificadas conforme tabela do quadro 2:

CONEXÃO	EQUIPAMENTO A	PORTA	EQUIPAMENTO B	PORTA B
1	SCD (Sentido Est. C)	DATA - OUT	Amplificador de Linha	Estágio 1 - IN
2	SCD (Sentido Est. C)	SC - OUT	OSC	IN
3	OSC	OUT	SCM (Sentido Est. A)	SC - IN
4	Amplificador de Linha	Estágio 1 - OUT	DCM	IN
5	DCM	OUT	Amplificador de Linha	Estágio 2 - IN
6	Amplificador de Linha	Estágio 2 - OUT	SCM (Sentido Est. A)	DATA - IN
7	SCD (Sentido Est. A)	SC - OUT	OSC	IN 1
8	SCD (Sentido Est. A)	DATA - OUT	Amplificador de Linha	Estágio 1 - IN
9	Amplificador de Linha	Estágio 1 - OUT	DCM	IN
10	DCM	OUT	Amplificador de Linha	Estágio 2 - IN
11	Amplificador de Linha	Estágio 2 - OUT	SCM (Sentido Est. C)	DATA - IN
12	OSC	OUT	SCM (Sentido Est. C)	SC - IN
13	OSC	LAN	GERENCIA	LAN

Quadro 2 – Conexões entre os componentes da estação “B”.

Fonte: Autores, 2021.

5.3 CONEXÕES INTERNAS ESTAÇÃO “C”

Nesta estação se tem a possibilidade de inserção e extração dos canais, possibilitando ao usuário a configuração de canais em ambos os sentidos da rota. Os canais que estão configurados como passagens

nesta estação utilizam a conexão física entre as portas “Express” das ROADM’s instaladas. As conexões foram estão identificadas conforme o quadro 3:

CONEXÃO	EQUIPAMENTO A	PORTA	EQUIPAMENTO B	PORTA B
1	SCD (Sentido Est. B)	Data OUT	Amplificador de Linha	Estágio 1 - IN
2	SCD (Sentido Est. B)	SC OUT	OSC	IN1
3	OSC	OUT	SCM (Sentido Est. B)	SC IN
4	Amplificador de Linha	Estágio 1 - OUT	DCM	IN
5	DCM	OUT	Amplificador de Linha	Estágio 2 - IN
6	BOOSTER	OUT	SCM (Sentido Est. B)	DATA IN
7	BOOSTER	IN	ROADM (Sentido Est. B)	LINE OUT
8	ROADM (Sentido Est. B)	EXPRESS OUT	ROADM (Sentido Est. D)	EXPRESS IN
9	ROADM (Sentido Est. D)	EXPRESS OUT	ROADM (Sentido Est. B)	EXPRESS IN
10	TRANSPONDERS	LINE OUT	ROADM (Sentido Est. B)	ADD
11	TRANSPONDERS	LINE IN	ROADM (Sentido Est. B)	DROP
12	TRANSPONDERS	LINE OUT	ROADM (Sentido Est. D)	ADD
13	TRANSPONDERS	LINE IN	ROADM (Sentido Est. D)	DROP
14	Amplificador de Linha	Estágio 2 - OUT	ROADM (Sentido Est. D)	LINE IN
15	DCM	OUT	Amplificador de Linha	Estágio 2 - IN
16	BOOSTER	IN	ROADM (Sentido Est. D)	LINE OUT
17	Amplificador de Linha	Estágio 1 - OUT	DCM	IN
18	BOOSTER	OUT	SCM (Sentido Est. D)	DATA IN
19	SCD (Sentido Est. D)	Data OUT	Amplificador de Linha	Estágio 1 - IN
20	SCD (Sentido Est. D)	SC OUT	OSC	IN
21	OSC	OUT	SCD (Sentido Est. D)	SC IN
22	Amplificador de Linha	Estágio 2 - OUT	ROADM (Sentido Est. B)	LINE IN

Quadro 3 – Conexões entre os componentes da estação “C”.
Fonte: Autores, 2021.

5.4 CONEXÕES INTERNAS ESTAÇÃO “D”

Estação Terminal, onde se tem identificado numericamente as conexões realizadas entre os equipamentos DWDM do site. Nesta estação temos a mesma configuração encontrada na estação “A” devido ambas possuírem a configuração de estação terminal. E suas conexões se dão por:

CONEXÃO	EQUIPAMENTO A	PORTA	EQUIPAMENTO B	PORTA B
1	Placa SCM	IN SC	OSC	OUT
2	Placa SCD	OUT SC	OSC	IN
3	OSC	LAN	GERENCIA	LAN
4	BOOSTER	OUT	SCM	DATA IN
5	SCD	DATA OUT	PRÉ AMPLIFICADOR	IN
6	PRÉ AMPLIFICADOR	OUT	DEMUX	IN LINE
7	DEMUX	DROP	TRANSPONDER	IN
8	MUX	ADD	TRANSPONDER	OUT
9	SWITCH GERENCIA	LAN	OSC	DCN
10	MUX	OUT LINE	BOOSTER	IN

Quadro 4 – Conexões entre os componentes da estação “D”.
Fonte: Autores, 2021.

6 CANALIZAÇÃO DO SISTEMA DWDM

No sistema DWDM os canais de transmissão são alinhados, entre estações terminais-terminais como as estações A e D, estações terminais-add/drop que são as estações A e C ou C e D e/ou estações add/drop-add/drop que não foi demonstrado neste trabalho.

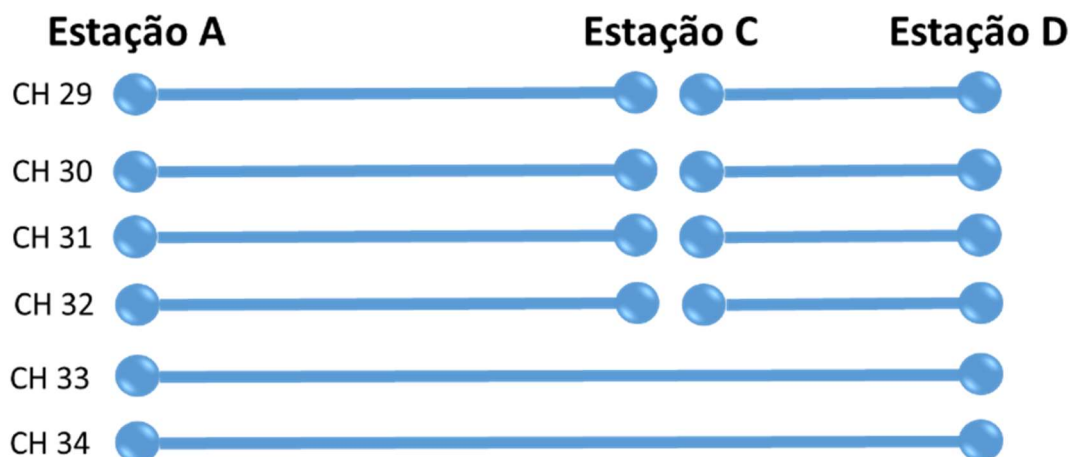


Figura 2 – Canalização do sistema DWDM.
Fonte: Autores, 2021.

A figura 6 indica que, neste sistema é possível realizar uma transmissão de dados em alta velocidade entre a estação A e C e entre as estações C e D, que seriam os canais 29, 30, 31 e 32. Já nos canais 33 e 34 a comunicação ocorre entre as estações A e D diretamente, sendo assim, nestes canais a estação C seria apenas uma estação amplificadora, assim como a estação B, porém se caso necessário, através de configurações nas ROADMs da estação C é possível que se escolha qualquer canal para realizar o by-pass ou então add/drop. Caso o usuário tenha a necessidade de utilizar mais canais entre as estações A e D, além dos canais 33 e 34 pode ser utilizado canais que estejam configurados para serem extraídos na estação C, podendo também conectar diferentes canais para configurar o canal entre A e D, isto é, exemplificando, utilizar o canal 29 entre a estação A e C, conectando-o com um diferente canal fisicamente na estação C, exemplo o 30, entre o site C e D, disponibilizando assim um canal entre as estações A e D, utilizando duas frequências distintas durante o trecho da rota.

7 SISTEMA DE GERENCIAMENTO

O sistema de gerenciamento dos sites se dá através de um canal próprio dentro do espectro de onda da fibra óptica, que é multiplexado através do sistema DWDM, levando assim a estações remotas do enlace onde não há estrutura para o monitoramento de seus componentes. Este canal é conhecido como OSC, *Optical Supervisory Channel* e ele atua no comprimento de onda de 1510nm, e é demultiplexado e multiplexado em todas as estações utilizando as placas SCM (*Supervisory Channel Multiplexing*) e SCD (*Supervisory Channel Demultiplexing*), independente se as estações são do tipo amplificação, *add/drop* ou terminais e serve para monitorar os próprios componentes do sistema naquela estação.

Esse sistema possibilita o gerenciamento de placas como os amplificadores, os transponders, as placas multiplexadoras e também todo o sistema de infraestrutura da estação, indicando alarmes do tipo de falta de energia elétrica, de alta temperatura no sistema de refrigeração e até a porta aberta das estações, além do próprio monitoramento da fibra óptica ao longo do enlace.

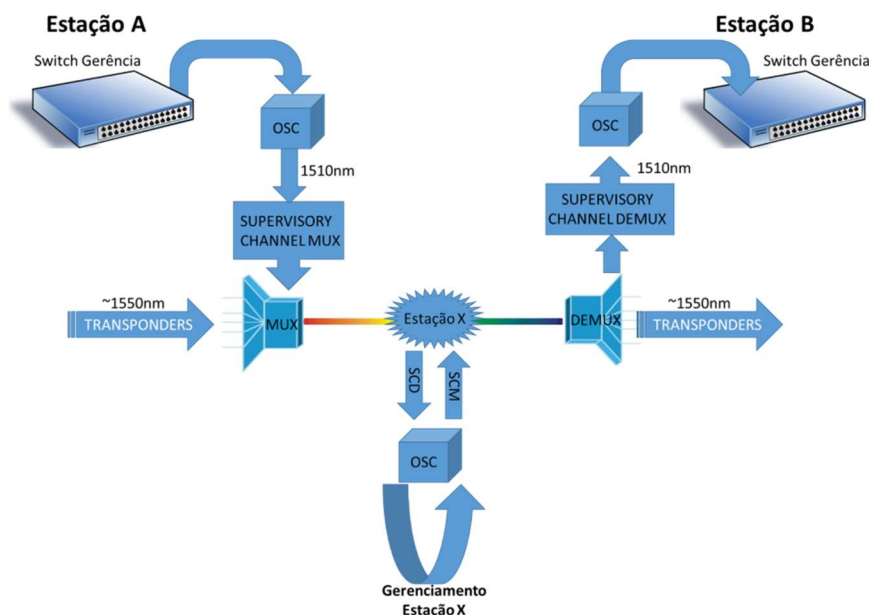


Figura 3 – Sistema de gerenciamento
Fonte: Os autores

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho irá permitir aos seus leitores um conhecimento teórico / prático de uma área bastante específica em relação as especificações técnicas e padronizações utilizadas na construção de uma rede óptica de longa distância utilizando a tecnologia DWDM como sistema de transmissão. Para que o leitor tenha um fácil entendimento sobre a tecnologia estudada para elaboração desse trabalho, é necessário que este possua um conhecimento básico sobre redes de transmissão.

No período dedicado à elaboração deste artigo, os autores utilizaram-se dos seus níveis de conhecimentos e de suas experiências profissionais, pois o trabalho teve início na pesquisa do funcionamento do sistema DWDM, identificando sua utilização, o nível de funcionamento de cada componente e a classificação de cada estação de um sistema exemplificando as conexões internas de um sistema, suas funções e componentes internos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOS SANTOS, Andre Nascimento; FIGUEIREDO, Leonardo da Costa. Tecnologia DWDM – Características, Diagrama Sistemico e Funcionalidades. 2015. 47 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Sistemas de Telecomunicações) - FATEC/PR, Curitiba.

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **DWDM**. Disponível em:

<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdwdm/default.asp>>. Acessado em: 20 mar. 2015.

DIAS, Aquiles Macedo. **Análise de Projetos de Redes Metropolitanas WDM**. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24296/000736106.pdf>>. Acessado em 01 abr. 2015.

CERTORIO, Carlos Henrique da Silva. **Simulador MATLAB para Sistemas Ópticos WDM Amplificados**.

Disponível em: <http://www.pel.uerj.br/bancodissertacoes/Dissertacao_Carlos_Certorio.pdf>. Acessado em: 16 abr. 2015.