

# FIBRA ÓTICA

## SUMÁRIO

1-	INTRODUÇÃO ÀS REDES	3
2-	CABEAMENTO ÓPTICO	8
3-	TIPOS DE CABOS (LOOSE / TIGHT / GROOVE / RIBBON)	10
4-	DERIVAÇÃO DE CABOS	17
5-	ENTENDA A DIFERENÇA ENTRE A INTERNET DE FIBRA ÓPTICA E CABO UTP	19
6-	FUSÃO DE FIBRAS ÓPTICAS	22
7-	FONTES ÓPTICAS	27
8-	MULTIPLEXAÇÃO (FDM; TDM; WDM)	31
	REFERÊNCIAS	

## 1- INTRODUÇÃO ÀS REDES

O que é uma Rede de Computadores?

A última coisa que devemos pensar ao começar a estudar redes é que elas são redes de futebol . Quando falamos em redes de computadores, a maioria das pessoas pensa em uma série de computadores ligados entre si por meio de cabos para trocarmos dados ou então pensa em grandes redes como a internet. A disciplina de Redes de Computadores de fato estuda estas coisas, mas ela também estuda muito mais, pois o assunto é bastante amplo e possui uma quantidade enorme de aplicações.

Uma boa definição de **Rede de Computadores' é: Uma rede de computadores é um conjunto de dois ou mais dispositivos (também chamados de nós) que usam um conjunto de regras (protocolo) em comum para compartilhar recursos (hardware, troca de mensagens) entre si, através de uma rede.**

Perceba que qualquer tipo de dispositivo capaz de enviar ou receber dados pode ajudar a compor uma rede, não apenas um computador. Por essa razão, quando falamos em componentes de rede, nos referimos a eles como **nós**, e não computadores. Como exemplo de Redes, podemos citar:

- LAN- Local Area Network
- MAN- Metropolitan Area Network
- WAN- Wide Area Network

Como exemplo de nós que vivemos conectados com frequência à uma rede, podemos citar:

- Terminais de computadores
- Impressoras
- Computadores
- Repetidores
- Pontes
- Roteadores

Nas próximas partes desse curso veremos em detalhes o que são cada uma destas coisas.

Abaixo veremos alguns termos e expressões que são essenciais para que possamos estudar redes de computadores:

- **Endereçamento:** Isso significa alocar um endereço para cada nó conectado a uma rede. Um exemplo é o usado pelas redes de telefonia, onde cada aparelho de telefone possui o seu próprio número.
- **Meio:** O ambiente físico usado para conectar os nós de uma rede. O meio de uma rede pode ser algum tipo de cabo ou através de ondas de rádio ou outro tipo de radiação eletromagnética.
- **Protocolo:** Um protocolo são algumas regras que os nós devem obedecer para se comunicarem uns com os outros. O que eles fazem é criar uma linguagem comum entre diferentes máquinas. De forma geral, ele é um conjunto de regras, especificações e procedimentos que devem governar entidades que se comunicam entre si. Por exemplo, quando conversamos com alguém, devemos sempre esperar a pessoa terminar de falar para que possamos dizer algo também. Não é permitido começar a falar ao mesmo tempo que outra pessoa. Isso é um exemplo de protocolo usado por humanos para que eles possam conversar. Da mesma forma, também somos obrigados a seguir protocolos diferentes em festas, ocasiões formais ou reuniões executivas. Como exemplos de protocolos que regem a comunicação entre computadores, podemos citar o TCP/IP (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*) - um protocolo para controle de transmissão e para a internet, o FTP (*File Transfer Protocol*) - um protocolo para a transmissão de arquivos entre computadores, HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) - protocolo de transmissão de hiper-textos e a AppleTalk - conjunto de protocolos de rede usado pela Apple. Protocolos são tão importantes que às vezes é comum chamarmos uma rede pelo nome de seu protocolo.

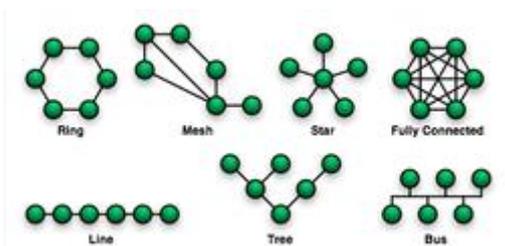
- **Roteamento:** Rotear significa determinar qual o caminho que um pacote de dados deve tomar ao viajar entre os nós de origem e destino. Em redes em laço completo no qual todas as máquinas estão conectadas entre si, isto é uma tarefa fácil. Mas no caso de redes mistas, por exemplo, esta pode ser uma tarefa complicada. Para fazer este serviço, costuma-se usar unidades de hardware dedicadas chamadas **roteadores**.

### Classificação de redes pela Área Ocupada

Com relação à área que ocupa, uma rede pode ser classificada em:

- **Rede Local:** (LAN - *Local Area Network*) Qualquer rede com um raio de 10 Km ou menos. Elas são bastante usadas para conectar computadores em uma sala, prédio ou campus universitário.
- **Rede de Longa Distância:** (WAN - *Wide Area Network*) Qualquer rede que seja maior do que uma Rede Local descrita acima. Muitas delas são usadas para conectar máquinas entre diferentes cidades, estados ou países. Além destas duas classificações principais, existem outras:
- **Rede Metropolitana:** (MAN - *Metropolitan Area Network*) Uma rede que conecta máquinas ao longo de uma área metropolitana. Por exemplo, considere uma empresa com sedes em vários pontos ao longo de uma metrópole cujos computadores estejam em rede.
- **Rede Pessoal:** (PAN - *Personal Area Network*) Uma rede doméstica que liga recursos diversos ao longo de uma residência. Através da tecnologia **Bluetooth** obtém-se uma rede **PAN**.
- **Rede Global:** (GAN - *Global Area Network*) Coleções de redes de longa distância ao longo do globo \* **Rede de Armazenamento de Dados** (SAN - *Storage Area Network*) Redes destinadas exclusivamente a armazenar dados.

### Classificação de redes pela Topologia



Diversas topologias de rede.

Outra forma muito usada de se classificar redes é pela sua topologia. Ou seja, a forma pela qual os computadores se conectam entre si. De acordo com a topologia, elas podem ser classificadas em:

- **Rede Ponto-a-Ponto:** Neste tipo de rede, cada máquina só tem a capacidade de se comunicar com máquinas adjacentes entre si. Por exemplo, suponha que existem os nós A, B e C. A só pode se comunicar com B, B pode se comunicar com A e C enquanto C só pode se comunicar com B. Nessa rede, se o nó A deseja se comunicar com C, a sua mensagem deve obrigatoriamente passar por B. Esta é uma rede ponto-a-ponto. No desenho mostrado ao lado, todas as redes são ponto-a-ponto, com exceção da última. Existem alguns tipos especiais de redes deste tipo:
- **Rede em Estrela:** Neste tipo de rede, existe um nó central que é adjacente à todos os outros. Já os outros nós, não possuem adjacência entre si, somente com o nó central. O dispositivo que costuma ser usado como nó central deste tipo de rede é o *Hub*. A terceira rede mostrada no desenho ao lado é uma rede deste tipo.
- **Rede em Laço:** São semelhantes às Redes Estrela, mas nelas não existe um nó central. Ele é substituído por um cabeamento dedicado. Um tipo de Rede em Laço é a Rede em Anel. Nela, todas as máquinas ligam-se a outras duas formando um circuito fechado. As informações podem ser passadas tanto em sentido horário, como anti-horário. Com isso, a rede não é destruída mesmo que um cabo seja destruído. Outro tipo de Rede em Laço é o **Laço Completo**. Nela, todas as máquinas ligam-se entre si. Ela é um tipo de rede cara, mas é bastante confiável. Mesmo que um punhado de cabos sejam destruídos, ela pode continuar funcionando. A Quarta rede mostrada no desenho acima é uma Rede em Laço Completo.
- **Rede em Árvore:** É uma rede na qual os nós estão dispostos de forma hierárquica. Existe um nó-raiz que se conecta com nós de segundo nível. Estes, por sua vez, conectam-se à nós de terceiro nível e assim por diante. Um exemplo é a rede do meio da linha de baixo mostrada no desenho acima.

- **Redes de Difusão:** Neste tipo de rede, sempre que uma máquina envia uma mensagem, esta se propaga ao longo da rede de forma que todos os nós escutem a mensagem. Uma vantagem deste tipo de rede é que podemos classificar as suas mensagens em três diferentes tipos: mensagens únicas destinadas á um único nó, múltipla para um certo número de nós e ampla para todos os nós da rede. Como exemplos deste tipo de rede podemos citar:
- **Redes em Barramento:** Nesta rede, existe um barramento por onde toda a informação passa e toda vez que alguém coloca uma informação no barramento, as máquinas conectadas a ele recebem a mensagem. Um exemplo é a última rede mostrada no desenho acima.
- **Redes via Satélite:** Neste tipo de rede, existe um satélite capaz de transmitir dados em órbita ao redor da terra. Em uma determinada região geográfica, todas as máquinas sintonizadas a ele são capazes de receber os dados.

## 2- CABEAMENTO ÓPTICO

Cabos óticos são equipamentos que transmitem dados através de luz. Eles podem ser feitos com emaranhados de fibras de vidro ou plástico, o que lhes confere algumas vantagens e desvantagens em relação ao cabo coaxial (muito utilizado em antenas e serviços de TV a cabo).

A construção dele é feita a partir das fibras óticas, que são revestidas primeiramente por uma camada de resina, coberta por outra de plástico. A ideia é proteger as fibras e a condução da luz, sem deixá-la escapar ou se misturar, o que garante a boa qualidade da transmissão de dados.

Para utilizar um cabo ótico é necessário fazer uso das conexões apropriadas para o sistema. Os equipamentos de saída e entrada devem ter essa possibilidade. No modelo não é permitido utilizar outras pontas para a conexão, já que a forma de transmissão é outra.

### **Prós e contras**

A principal vantagem do cabo é que a maneira de transmissão do sinal é livre das interferências que outros aparelhos podem causar, o que acontece frequentemente em cabos coaxiais ou nos modelos de cabos mais finos com conectores RCA (os famosos plugues de três pontas nas cores vermelho, amarelo e branco).

Outro ponto positivo é que em Home Theaters você envia apenas um cabo de entrada no aparelho, sem ter que conectar diversos deles, como ocorre nos outros sistemas. A maior desvantagem é a pouca maleabilidade do cabo, que é mais rígido do que os modelos RCA e não pode ser dobrado em ângulos muito agudos, o que torna sua utilização mais difícil em algumas situações - por trás de móveis e rodapés. Seu preço já foi bem acima dos modelos coaxiais de boa qualidade, mas hoje a diferença é pequena.

## **Utilizações**

A variedade de aparelhos que fazem uso de conexões óticas aumenta a cada dia. Boa parte dos novos consoles, televisores, [home theaters](#) e demais aparelhos já se adequam ao sistema. O grande problema é que é necessário que todos os seus aparelhos tenham suporte a conexões óticas, o que nem sempre é muito fácil de conseguir.

Outro problema é que boa parte dos receptores desse tipo de sinal contam com apenas uma entrada ótica. Se ligou o vídeo game, precisa retirar o cabo para ligar o computador, o que não é muito cômodo, em especial se todos os conectores ficam atrás dos aparelhos utilizados.

## **HDMI**

A grande vantagem do [HDMI](#) em relação a todos os sistemas já conhecidos de transmissão de dados é sua capacidade de enviar informações de áudio e vídeo por um único cabo. Nenhuma outra forma de conexão é capaz de realizar isso com tamanho sucesso.

Por esse motivo muitos sistemas já passaram a abandonar a conexão ótica e diversas outras para dar espaço ao HDMI, que promete ser o modelo mais promissor de cabeamento. Já está em desenvolvimento, inclusive, o novo formato de HDMI, que transmite resoluções maiores, suporte para 3D e poderá até enviar dados.

### 3- TIPOS DE CABOS (LOOSE / TIGHT / GROOVE / RIBBON)

#### Cabos Ópticos – Tipos quanto à construção

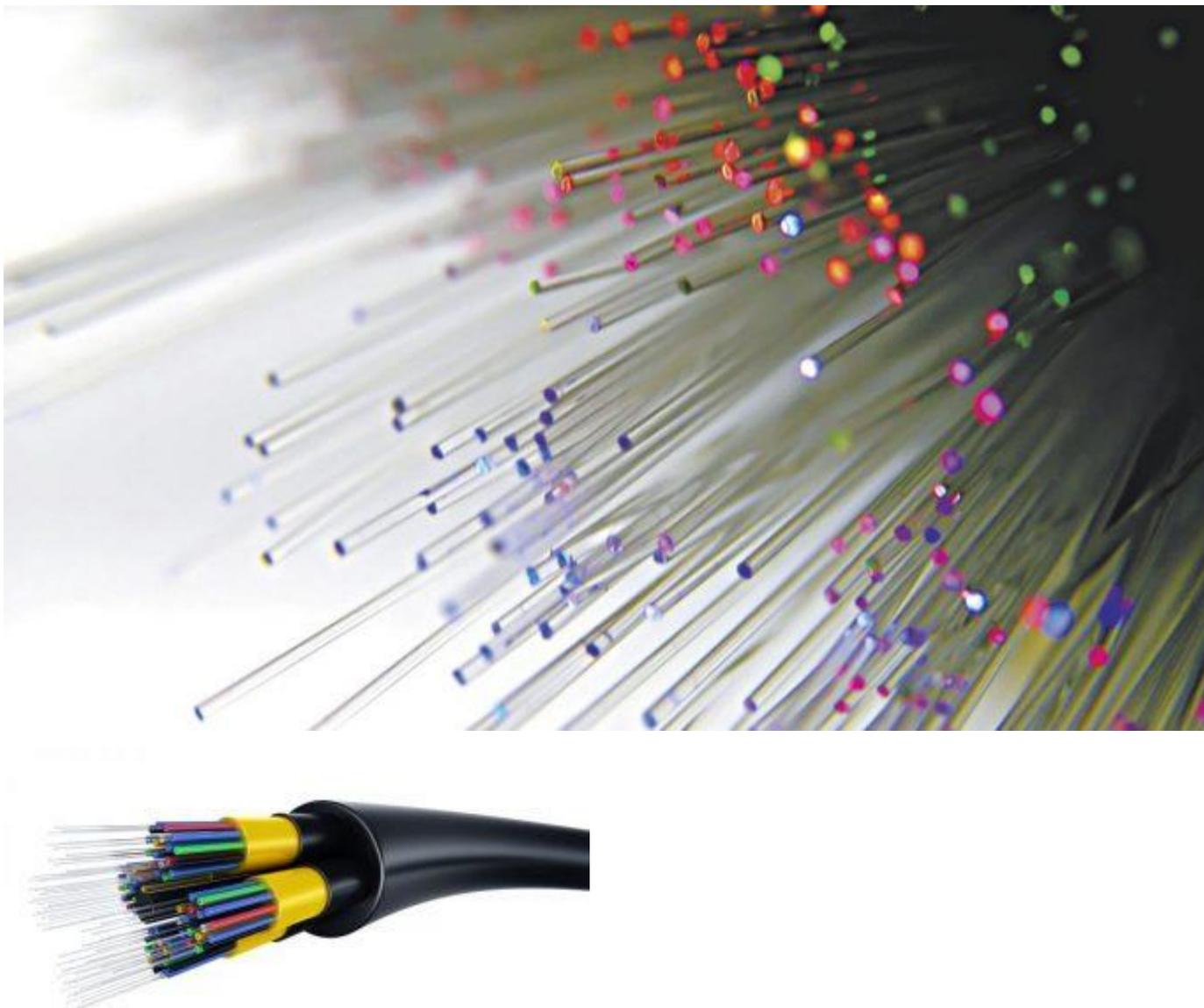


Figura 1. Cabos Ópticos

Em primeiro lugar vamos entender o que é são cabos ópticos antes de entendermos os tipos construtivos. Um cabo é uma estrutura que possui uma união de fibras ópticas em uma certa quantidade. Ele contém estruturas para manuseio e proteção de esforços mecânicos e condições específicas de uso. Os cabos ópticos podem ser classificados de acordo com a sua constituição física, como: *tight*, *loose*, *groove* e *ribbon*.

### Cabos Ópticos tipo *Tight* (Justo)

Geralmente utilizado para distribuição interna em redes *FTTH*, *Data Centers*, instalações prediais ou condomínios verticais. Por serem mais maleáveis e fáceis de instalar são preferidos para aplicações internas.

Neste cabo, cada fibra óptica possui um revestimento plástico secundário (bainha exterior) com diâmetro nominal de 0,9 mm, extrudado sobre o revestimento primário. Extrusão é uma técnica de produção onde um material é forçado em uma matriz adquirindo assim a forma pré determinada dessa matriz. A bainha exterior também é chamada de *buffer* e está fisicamente unida ao elemento de tração do cabo. Por isso os elementos de tração protegem o cabo durante ações de tracionamento e é adicionada.

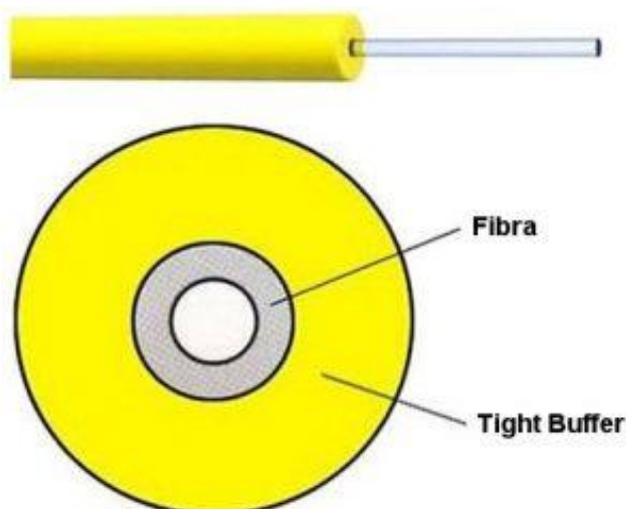


Figura 2. Fibra com *Tight Buffer*

Assim, esses cabos são resistentes à umidade, fungos, intempéries e ação solar (proteção UV – Ultra Violeta). Possuem elevada resistência mecânica, retardo à chama e dimensões reduzidas. A tradução de *tight* para o português é justo ou apertado.

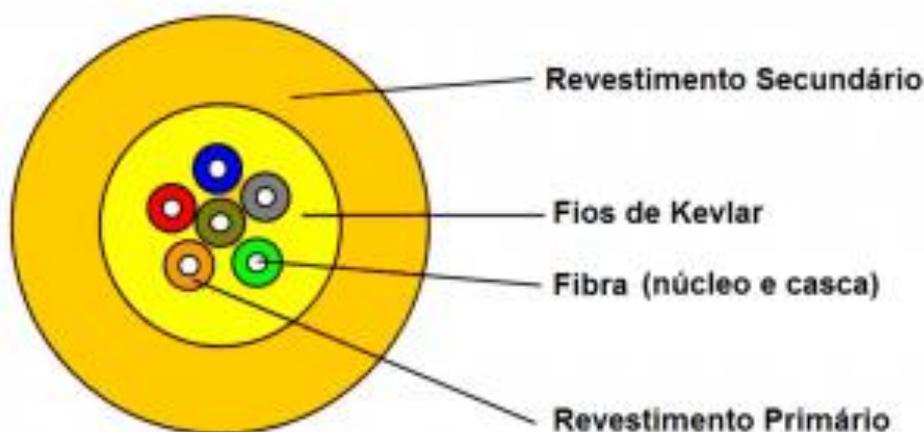
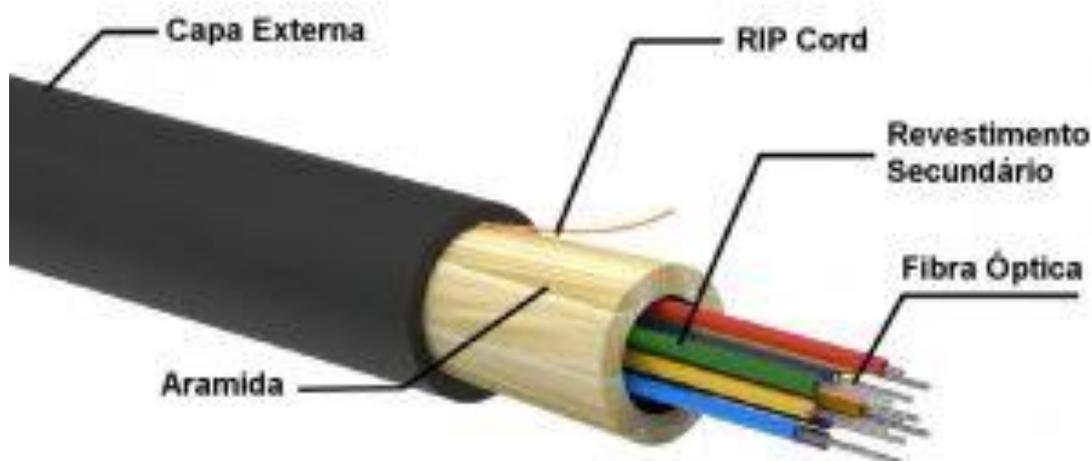


Figura 3. Seção

Transversal do Cabos Ópticos *Tight*

Não usam gel para acomodação dos elementos. Assim, a sustentação é constituída por fios de “aramida” que oferece excelente proteção em cada metro do cabo. Não requer limpeza em sangria (sem gel). Assim, é fácil de manusear, instalar e conectorizar, economizando tempo e custos, aumentando a confiabilidade.



Figura

#### 4. Cabos Ópticos *Tight*

##### **Cabos Ópticos tipo *Loose* (Solto)**

Neste cabo, as fibras soltas internamente (*loose*). Assim, são acondicionadas no interior de um tubo plástico que proporciona a primeira proteção para as fibras. Como

resultado, são recomendados para uso externo, porque as estruturas internas são acondicionadas de modo a permitir trabalho mecânico tanto em condições climáticas como de movimentação.

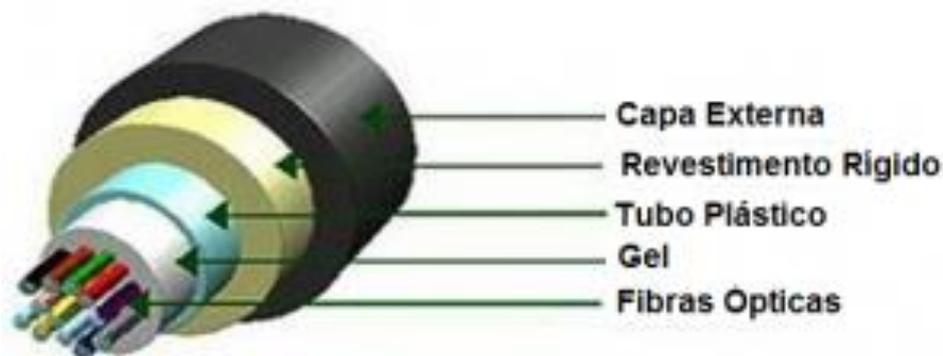


Figura 5. Secção

Transversal do Cabos Ópticos *Loose*

As fibras possuem o revestimento primário mais fino em relação ao *tight* (acrilato, de 0,25 mm de diâmetro). Não estando fisicamente unida aos elementos de tração do cabo. Existem tipicamente 3 tipos de cabos *loose*: de tubo único, de tubos encordoados e com ranhuras.

GELEADO OU SECO?

O tubo pode ser preenchido com gel (geleado) ou um pó (seco) para evitar acúmulo de umidade dentro das capas e proteger de choques mecânicos. O gel usado é feito de petróleo e é altamente inflamável, mas é não higroscópico (não absorve água). Assim, por esta razão, por questões de segurança, se for utilizado internamente em edificações não poderá passar de um comprimento máximo de 15 metros. Também não deve ser empregado na posição vertical para que o gel não escorra.

Se for usado pó nos cabos, ele possui características hidro expansíveis (infla com a água) e possui a vantagem de não ser inflamável. Portanto é menos eficiente na proteção contra a umidade.

As fibras ficam soltas dentro de tubinhos, ou sub-unidades, que compõem a estrutura do cabo. Por estarem fisicamente isoladas do restante do cabo, sofrem menos as

interferências mecânicas que podem ocorrer (como esmagamentos, torções e movimentações do cabo). Assim, além disso suportam melhor às variações térmicas, já que podem contrair e expandir de maneira independente do cabo. Ideais, portanto, para instalações externas aéreas e subterrâneas. Principalmente, em sistemas de comunicações de longas distâncias.

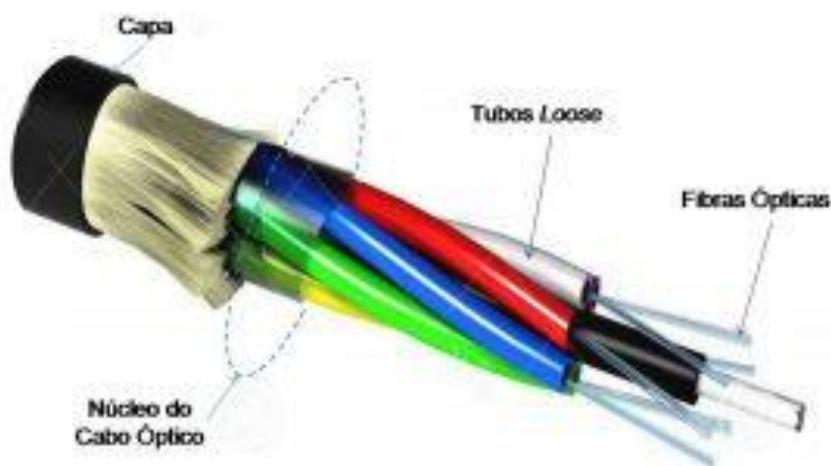


Figura 6. Cabos

Ópticos Tubo *Loose*

No tubo que recebe o gel normalmente é introduzido um elemento de tração que, juntamente com o tubo, recebe o revestimento final. A conectorização é difícil e requer kits específicos. Usado normalmente para realização de fusão.

### **Cabos Ópticos tipo *Groove* (Sulco)**

Nos cabos ópticos tipo *Groove* (sulco) as fibras ópticas são acomodadas soltas em uma estrutura com corpo em forma de estrela em ranhuras em “V”. Esta estrutura apresenta um elemento de tração ou elemento tensor incorporado em seu interior (geralmente no centro). Como resultado, a função básica deste elemento é de dar resistência mecânica ao conjunto. Uma estrutura deste tipo permite um número muito maior de fibras por cabo para aplicações onde isto é um elemento indispensável.

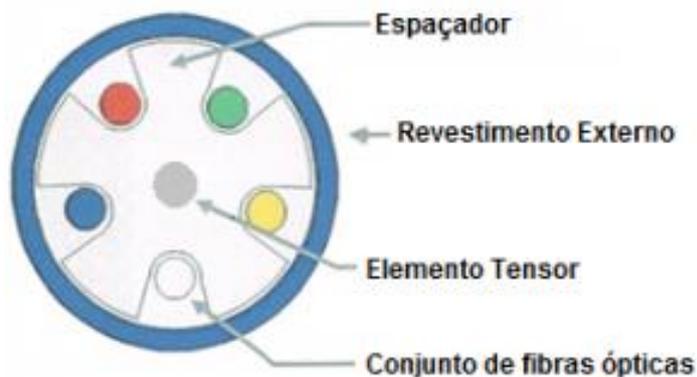


Figura 6. Secção Transversal

Cabos Ópticos *Groove*

### **Cabos Ópticos tipo *Ribbon* (Fita)**

Este tipo de cabo é utilizado em aplicações onde é necessária uma quantidade muito grande de fibras ópticas (em torno de 4000 fibras).

As fibras são envolvidas por uma camada plástica plana com formato de uma fita, onde estas camadas são “empilhadas” formando um bloco compacto. Estes blocos são alojados nas ranhuras das estruturas tipo estrela dos cabos do tipo *Groove* ou nos tubos dos cabos tipo *Loose*. Assim, esta configuração é uma derivação do cabo tipo *Groove* combinado com as fitas de fibras e proporciona uma concentração muito grande de fibras ópticas.

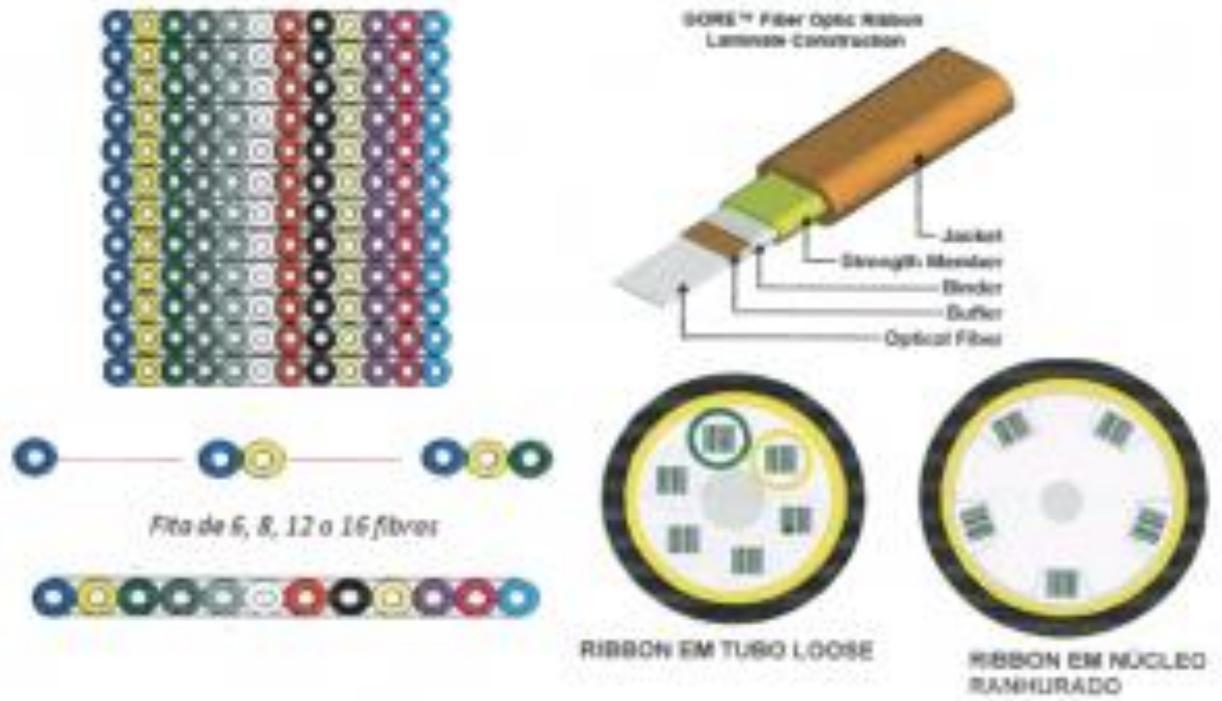


Figura 7. Cabos Ópticos Tipo *Ribbon*

#### 4- DERIVAÇÃO DE CABOS



A má utilização de técnicas pode transformar a conexão de dois condutores em um grande risco para as instalações elétricas. Por isso, vale a pena dar uma atenção especial à qualidade das emendas. Nesse post, em específico, falaremos da emenda do tipo Derivação, que é utilizada quando precisamos criar um ramal de alimentação a partir de uma linha já existente. É comum termos a necessidade de realizar uma emenda para ampliar ou reparar uma instalação elétrica, e a emenda derivação será muito útil, principalmente quando o intuito é criar novos ramares em uma instalação nova ou existente. Quando temos que instalar um receptáculo e adicionamos a este o fio Neutro, por exemplo, normalmente a emenda utilizada é a Derivação. Confira esse passo a passo:

##### **Desencape os condutores**

Inicialmente, com o auxílio de um alicate decapador, desencape os condutores a serem emendados. Para realizar esta emenda, desencape o condutor principal em aproximadamente 20 vezes o seu diâmetro, e o condutor a ser derivado em 50 vezes o seu diâmetro. **Posicione os condutores** Posicione os condutores de maneira a deixá-los perpendicular, formando um ângulo de 90° entre si, e segurando-os firmemente com um alicate universal. **Construa a emenda**

Com auxílio de um segundo alicate universal enrole o condutor derivado sobre o

condutor principal. Lembre-se de sempre manter as espiras (cada volta do condutor) uma ao lado da outra. Garanta que esta emenda possua no mínimo seis espiras.

**Isole a emenda**

Todas emendas e derivações devem ser protegidas por uma isolação, restabelecendo as condições dos condutores. Essa isolação é feita por meio da fita isolante, que é fabricada com materiais plásticos e borracha. Independente do tipo de emenda, os fios devem ser isolados com no mínimo duas camadas de fita sem corte. É importante que a fita fique bem esticada e com a mesma espessura do isolamento do condutor.

## **5- ENTENDA A DIFERENÇA ENTRE A INTERNET DE FIBRA ÓPTICA E CABO UTP**

Se você não é um expert em internet, provavelmente não vai saber identificar qual o tipo de conexão e velocidade de internet que mais se ajusta as suas necessidades.

Atualmente, existem opções de conexão, que variam entre as mais populares, como o cabo UTP (par traçado sem blindagem) até as mais modernas, como a internet via fibra óptica.

Confira abaixo a diferença entre a fibra óptica e cabo UTP

Bem, mas se você não sabe definir qual é a melhor conexão que irá atender as suas necessidades, como é possível entender a diferença entre fibra óptica e cabo UTP? Depois de conferir as características e a velocidade da internet de cada tipo de conexão, você com certeza saberá qual o tipo de internet é capaz de suprir suas necessidades.

Primeiro, vamos explicar as características da internet via cabo UTP, par traçado. Se estivermos tratando de redes de dados para empresas ou estabelecimentos menores, os cabos de par traçado sem blindagem podem ser uma boa opção, com ótimo custo benefício.

A estrutura desse tipo de conexão é feita por meio de fios de cobre trançados em pares, que ajudam a evitar interferências ou perdas de sinal. Seu alcance máximo é de 100 metros e a taxa de transmissão pode variar de 1 à 10 Gbps. Como a internet via cabo UTP é utilizada para pequenas distâncias, os cabos de par traçado também possuem ótimas vantagens para atender algumas necessidades específicas.

Confira outros pontos positivos do par traçado sem blindagem-UTP:

Cabos mais flexíveis para manusear;

Fácil instalação;

Preço altamente acessível;

Ideal para pequenas instalações (uso doméstico ou pequenas empresas);

Estruturação para prevenir interferências.

Os cabos de par trançado sem blindagem podem ser usados para transmissão de voz, dados e imagens. Contudo, ele não será tão eficaz quanto a internet via fibra óptica se a aplicação for em grandes redes ou rápida velocidade de internet, com ausência total de interferências.

E por falar em conexão de internet via fibra óptica, agora vamos abordar as características e vantagem desse estilo moderno de conexão.

A fibra óptica é uma ótima opção para transmissão de dados, constituída de filamentos de vidro ou polímeros. A internet via fibra óptica processa informações na velocidade da luz e conta com uma tecnologia que converte energia luminosa em energia elétrica ou sonora.

As redes de fibra óptica permitem que os sistemas de transmissão sejam maiores, com maior largura de banda. Além disso, geram dados em maior velocidade de internet e são de fácil instalação.

Esse modelo de cabo está servindo como substituto dos cabos de cobre, que já apresentam deficiência para estruturação de grandes redes.

Os cabos de cobre acabam perdendo a potência do sinal transmitido conforme a distância, além de sofrerem mais deterioração do que as fibras ópticas. Uma das maiores vantagens em utilizar cabos de fibra óptica é sua alta velocidade de internet, que transmite dados em grande volume e por distâncias maiores.

Confira outros pontos positivos da internet via fibra óptica:

Redes de fibra óptica são mais seguras, pois não sofrem interferência devido ao material em sua composição;

Maior capacidade para transmitir informações;

A matéria prima utilizada para sua fabricação é abundante, diminuindo os custos de sua produção;

Redes altamente confiáveis, livre de interferências e falhas;

Não enferrujam;

Abrangem grandes distâncias de cabeamento;

Alta velocidade na transmissão de informações.

Agora você já conhece as principais características e vantagens da internet via fibra óptica e cabo UTP (par trançado sem blindagem).

## 6- FUSÃO DE FIBRAS ÓPTICAS

As emendas são realizadas para a formação de um enlace óptico, seja na construção e manutenção da rede, derivação de trajetos, união de pigtail ou cabo e conexão de equipamentos, e podem ser realizadas por meio de emenda mecânica ou por fusão da fibra.

O método de **fusão da fibra** é o mais utilizado, pois gera uma menor perda de atenuação em relação ao método por emendas mecânicas, além de uma estrutura de soldagem mais eficaz e segura, garantindo assim a eficiência em toda a rede.

A fusão da fibra óptica é o procedimento de alinhamento e junção entre 2 fibras desconectadas por meio de um aquecimento, gerando um arco voltaico que ocasiona a união e o alinhamento núcleo/casca das partes.

Acompanhe abaixo os passos para realizar a fusão da fibra ideal.

### Preparação da Fibra

Tanto para a fusão mecânica, tanto para a automática os procedimentos iniciais são iguais.

1. Retire o revestimento no comprimento adequado.



2. Limpe a fibra com produtos adequados.



3. Clive a fibra usando o processo apropriado.



4. Repita o mesmo processo para a outra fibra a ser fusionada.

### **Fusão da Fibra**

5. No caso da fusão feita automaticamente, basta ligar o aparelho, abrir a tampa (normalmente fica localizada na parte superior da máquina), inserir as fibras no motor de alinhamento e prendê-las.

6. Feche a tampa e por último aperte o botão para a fusão ser iniciada. Neste momento a fibra é automaticamente alinhada e submetida à um arco voltaico que eleva a temperatura nas faces das fibras, provocando o derretimento das fibras e a sua soldagem.



### Revestimento da Fibra

7. É necessário revestir o local da fusão com um tubete feito de resina, para oferecer resistência mecânica a fusão, protegendo contra quebras e fraturas. Inserir a parte com resina no dispositivo de aquecimento (forno).



8. Feche o dispositivo e apertar o botão indicado para iniciar. Esse procedimento leva aproximadamente 2 minutos, mas varia de acordo com aparelho utilizado.



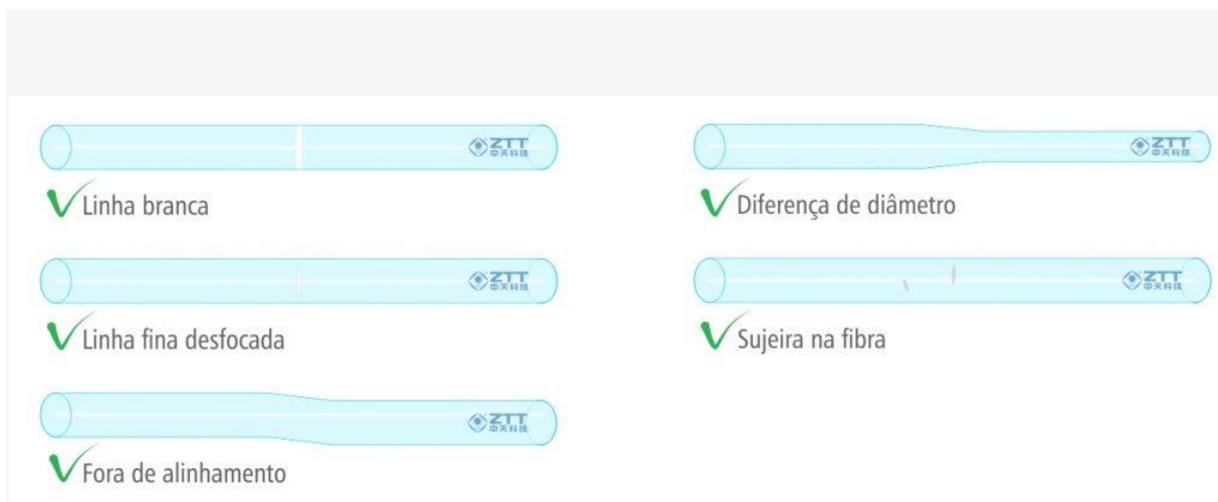
9. Retire a Fibra e verifique se o Tubete está devidamente moldado a Fibra.



Depois da fusão ser finalizada, aconselhamos avaliar as fusões. As imagens a seguir mostram o resultado que invalidam a fusão:



Algumas falhas que não afetam a transmissão óptica são aceitáveis, como mostrado abaixo:



Por fim, para assegurar que a fusão foi realizada com sucesso, sempre teste usando um equipamento calibrado, de preferência um OTDR.

## 7- FONTES ÓPTICAS

As fibras ópticas são, desde muito tempo, um dos melhores meios de transmissão de informações que a humanidade desenvolveu. Seja para ambientes corporativos, comunicação entre equipamentos em Data Centers, interligação de empresas, entre cidades, etc, e é aqui que os Provedores de Internet entram. Ter conhecimento que a qualidade e o desempenho resultantes dos seus serviços são fatores preponderantes para se situar bem no mercado e, que para isso, deve-se dominar as técnicas de instalação para prover acesso aos seus clientes, faz com que o Provedor busque conhecimento. Foi pensando nisso, que trago um assunto bastante específico e muito importante para aqueles que se prestam ao provimento de acesso à Internet.

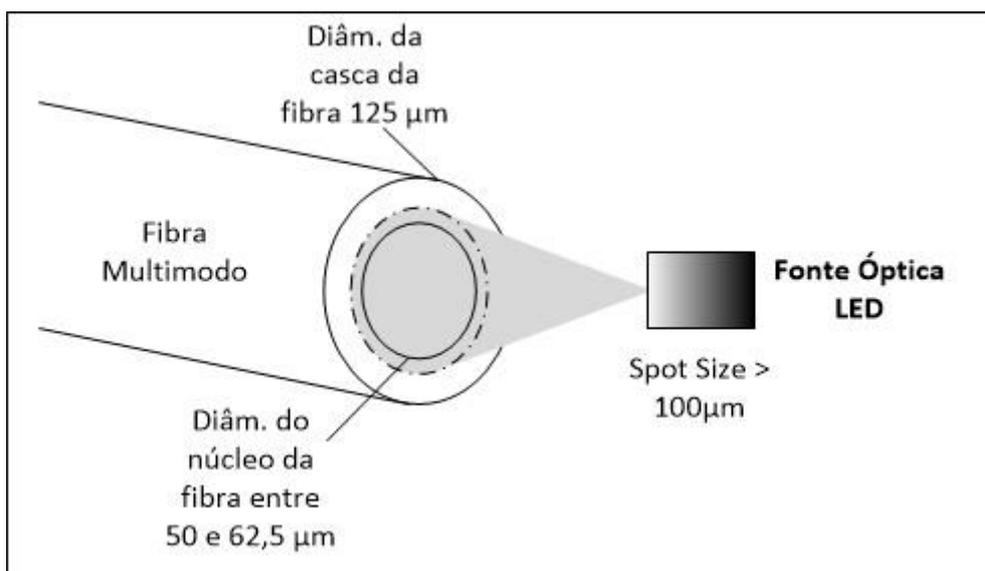
As fibras não conduzem energia elétrica como os cabos metálicos, elas conduzem luz! Isso você já sabia. Mas, de onde vem essa luz? A resposta é: de uma Fonte Óptica. No mercado de Telecomunicações as fontes ópticas mais utilizadas são três:

- LED (*Light Emitting Diode*);
- ILD (*Injection Laser Diode*);
- VCSEL (*Vertical Cavity Surface-Emitting Laser*).

### LED

O LED é a fonte mais comum para os sistemas de comunicação óptica, o qual funciona na faixa próxima do infravermelho. A luz invisível que emite, emana da tensão aplicada em suas junções de onde é liberada a energia em forma de luz.

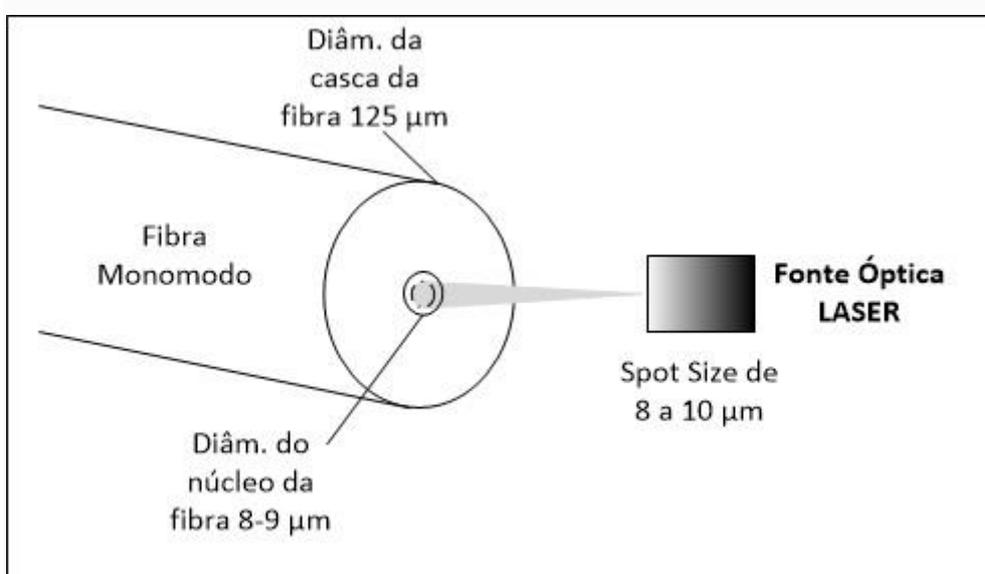
O comprimento de onda do LED atende às fibras ópticas do tipo multimodo em duas “janelas”: 850 e 1300 nm (InfraRed) e, possui uma grande largura espectral, na ordem de 30 a 150 nm. Os LEDs possuem baixa taxa de transmissão, limitada à 622 Mbps.



### ILD

Conhecidos apenas por laser, funcionam de forma similar aos LEDs, porém com um ganho superior de energia luminosa. Os lasers atendem às fibras do tipo monomodo nas “janelas” de: 1310 e 1550 nm. Possuem largura espectral bastante reduzida, entre 1 a 6 nm.

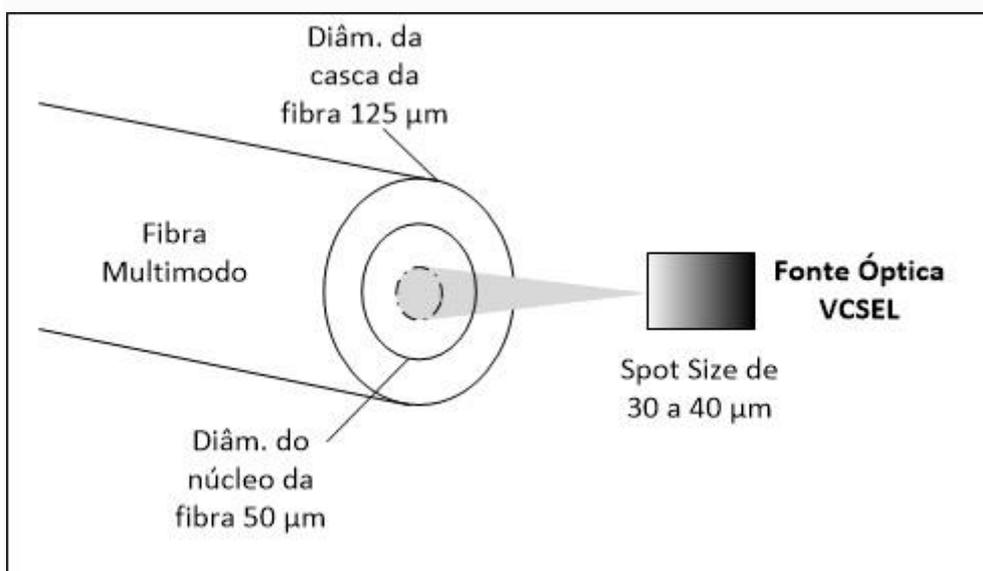
A taxa de transmissão dos lasers é mais elevada que a do LED, atinge facilmente a casa dos Gbps e, tecnicamente, viável (isso já é uma realidade) de chegar a ordem dos Tbps (Terabits por segundo ou 1 Trilhão de bits por segundo).



### VCSEL

Esta fonte óptica veio revolucionar o segmento de transmissão óptica, estendendo a utilização dos cabos multimodo. A explicação se dá com a redução da largura espectral (1 a 6 nm, como o laser) deste dispositivo, conseguindo melhorar a performance (desempenho) da luz nas fibras multimodo, as quais passaram a atender a maiores taxas de transmissão a maiores distâncias.

As janelas atendidas pelo VCSEL são as mesmas do LED, ou seja, 850 e 1300 nm. Com esta tecnologia é possível atingir a casa dos 10 Gbps entre 300 e 550 metros, dependendo do modelo de cabo a ser utilizado (otimizado a laser OM3 ou OM4, respectivamente).



## SPOT SIZE

Já ouviu falar em Spot Size? Ao pé da letra significa “tamanho do ponto” o que não fica muito diferente da interpretação do “ponto” ou feixe de luz emitido por uma fonte óptica em uma fibra óptica. Conforme visto nas figuras acima, podemos interpretar a luz como um ponto ao ser inserida na fibra.

Este Spot Size pode ser maior ou menor que o diâmetro do núcleo de uma fibra, e esta característica responde, em parte, pelo desempenho da transmissão óptica. O ângulo de incidência dessa luz na fibra será refletido internamente de diversas maneiras, no caso das fibras multimodo; e de uma única forma nas fibras monomodo, explicando a etimologia de seu nome (monomodo = um modo).

Nos LEDs, como dito acima, a performance é menor quando comparado ao laser, por exemplo, um dos fatores é o spot size da fonte, uma vez que este feixe de luz é maior que o núcleo da fibra. Nas outras duas fontes, o spot size é menor que o núcleo das fibras, portanto traz melhor desempenho nesses casos. Veja as tabelas abaixo.

SPOT SIZE DAS FONTES ÓPTICAS	
Fonte Óptica	Spot Size
Laser	8-10 $\mu\text{m}$
VCSEL	30-40 $\mu\text{m}$
LED	> 100 $\mu\text{m}$

**Tabela 1 - Spot Size das fontes ópticas**

CARACTERÍSTICAS DOS EMISSORES ÓPTICOS			
Fonte Óptica	Janela (nm)	Largura Espectral (nm)	Spot Size
LED	850	30 a 60	120° a 180° e spot size acima de 100 $\mu\text{m}$
	1300	30 a 150	
ILD	1300	1 a 6	10° a 35° e spot size entre 8 e 10 $\mu\text{m}$
	1550		
VCSEL	850	1 a 6	Angulação variável acima do Laser e abaixo do LED e spot size entre 30 e 40 $\mu\text{m}$
	1300		

**Tabela 2 - Características dos Emissores Ópticos**

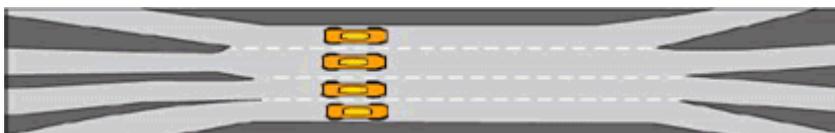
LED - Light Emitting Diode

ILD - Injection Laser Diode

VCSEL - Vertical Cavity Surface-Emitting Laser

## 8- MULTIPLEXAÇÃO (FDM; TDM; WDM)

Mesmo com a digitalização do sinal analógico, ainda é preciso maximizar a transmissão do mesmo de um ponto a outro e essa maximização é feita através da multiplexação, que nada mais é do que, a transmissão simultânea de dois ou mais elementos, sinais, de informação utilizando o mesmo meio de transmissão. Para compreender este conceito, a figura 14 apresenta uma breve analogia ao tráfego simultâneo de veículos através de uma grande avenida.



**Figura 14: Simplificação da multiplexação.**

*Fonte: Dígitro.*

Analogamente à transmissão de sinais, cada veículo corresponderia a um sinal, a rua procedente de cada veículo representaria a largura de banda necessária para a circulação deste veículo, e a avenida corresponderia ao meio de transmissão de maior capacidade de tráfego que as ruas anteriores e que possibilita o tráfego simultâneo de veículos.

Sempre que a largura de banda de um meio físico for maior ou igual à largura de banda de um determinado sinal, este meio poderá ser utilizado para transmitir este sinal. Na prática, a banda passante necessária para um sinal é em geral bem menor do que a banda passante dos meios físicos disponíveis.

Portanto, dentro deste fundamento de aproveitar a banda passante extra para a transmissão simultânea de outros sinais se baseia o conceito de multiplexação, que

nada mais é do que a técnica que permite a transmissão de mais de um sinal em um mesmo meio físico, assim como é mostrado na figura 15.

A multiplexação resulta na otimização dos meios de transmissão, normalmente de capacidade limitada, com a transmissão de diversos sinais simultaneamente.

Existem duas formas básicas de multiplexação:

- Domínio do tempo, o chamado TDM ou *Time Division Multiplexing*;
- Domínio da frequência, o chamado FDM ou *Frequency Division Multiplexing*.

Segundo Hersent (2002, p. 8) “A principal vantagem da multiplexação estatística é que ela permite que a largura de banda seja usada de maneira mais eficiente...”.

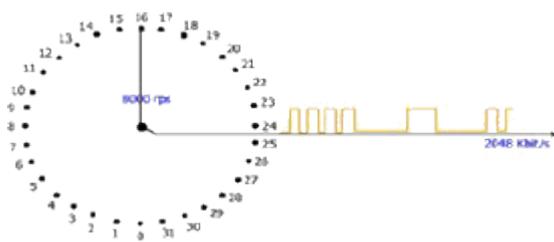


**Figura 15: Sinal multiplexado.**

Fonte: Dígito.

## TDM

Multiplexação por Divisão de Tempo utiliza-se do conceito de alocação de “espaços de tempo”, chamados **time-slots**, para os sinais previamente amostrados. Para compreender como são alocados estes time-slots e o funcionamento do TDM, será utilizada uma analogia com um PCM de 30 canais e uma chave seletora rotativa conforme a figura 16, onde na periferia desta chave, existem 32 posições correspondentes aos canais do PCM.



**Figura 16: Contador de Time-Slot.**

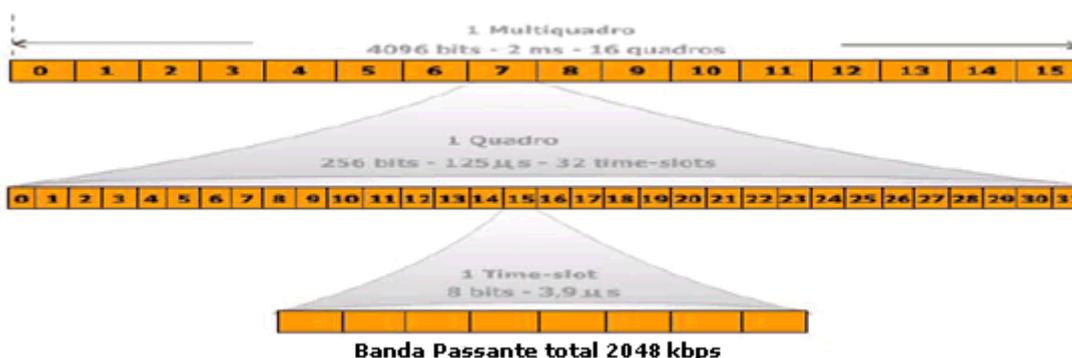
*Fonte: Dígito.*

A chave gira no sentido horário e demora em cada canal um intervalo de tempo e cada vez que a chave passa por um canal ela retira uma amostra da amplitude do seu sinal naquele instante. O tempo em que a chave comuta cada canal, denomina-se time-slot.

A velocidade de 8000 revoluções por segundo, que é a frequência de amostragem, pois de cada canal serão retiradas 8000 amostras por segundo. A volta completa da chave toma então  $1/8000$  do segundo que equivale a  $125 \mu\text{s}$  e chama-se quadro.

Como cada ponto da chave corresponde a um time-slot, analogamente um quadro conterá 32 time-slots, cada um com duração de  $125 \mu\text{s}/32$ . Assim, a chave abre um "espaço de tempo" ou time-slot para amostragem do canal durante  $125 \mu\text{s}/32 = 3,9 \mu\text{s}$ .

Outro termo utilizado é o multiquadro, que é o conjunto de 16 quadros consecutivos que corresponde a 16 vezes o tempo de um quadro. Logo, um multiquadro equivale a  $16 \times 125 \mu\text{s} = 2 \text{ ms}$ . A figura 17 representa os quadros e multiquadros.



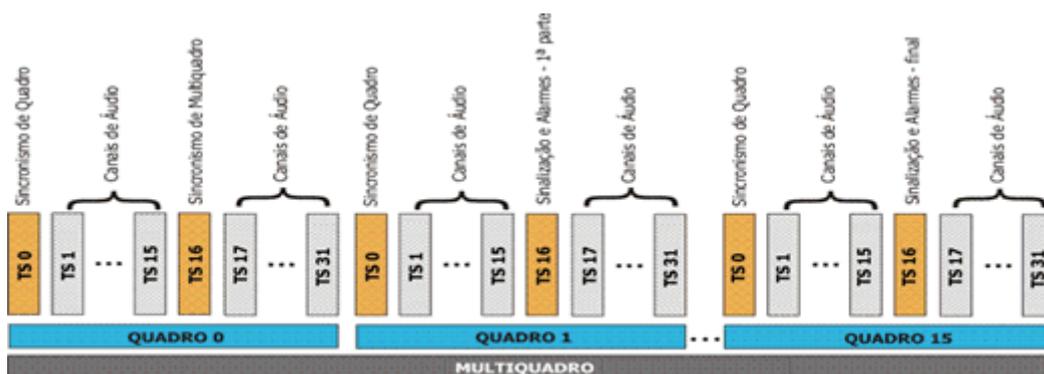
**Figura 17: Quadro e Multiquadro.**

*Fonte: Dígitro.*

Isto provoca uma multiplicação na taxa de transmissão, quando comparada com a taxa de cada sinal individualmente e conseqüentemente a ampliação da banda passante total. Este aumento é proporcional ao número de canais multiplexados. Os sinais de voz são amostrados a uma taxa de transmissão de 8000 amostras/segundo.

Como todos são codificados com 8 bits/amostra, produzem uma taxa de transmissão de 64 kbit/s por canal. Sendo assim, se tivermos 32 canais, a saída deste sistema terá uma banda passante de 32 vezes 64 kbit/s que é igual a 2048 kbit/s .

Mas por que 32 canais se foram mostrados 30? Bem, os outros dois canais são para sinalização e controle, por isso não são mencionados, pois os outros 30 canais são os que funcionam como canais de serviço ou de áudio.



**Figura 18: Representação dos times-slots.**

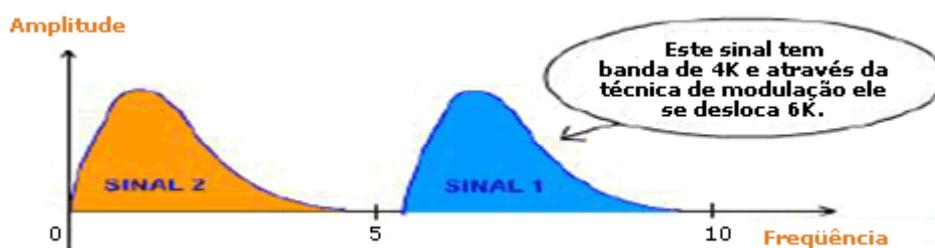
*Fonte: Dígitro.*

Conforme a figura 18, no time-slot 0 de todos os quadros que compõe um multiquadro é transportado o sincronismo dos respectivos quadros. No time-slot 16 do quadro 0, sempre é transportado o sincronismo de multiquadro. Onde sincronismo é uma espécie de negociação entre os dois lados interconectados para garantir a operação.

Consiste em um procedimento utilizado para que o sistema reconheça o início e o fim de um quadro ou multiquadro. A cada quadro, ou seja, a cada 125  $\mu$ s são enviadas no time-slot 16 informações de dois canais específicos. Portanto, em um multiquadro, a cada 2 ms são transportadas informações referentes aos 30 canais. Repetidamente, a cada 2 ms, estas informações são enviadas mesmo que os estados dos canais não tenham sido alterados, isto é, mesmo que as informações sejam repetidas.

## FDM

Multiplexação por Divisão de Frequência se assemelha ao TDM, o FDM é uma tecnologia que transmite múltiplos sinais simultaneamente sobre um único caminho de transmissão. Porém, esta técnica funciona através de modulação, que permitem o deslocamento de um sinal no espectro de frequência.



**Figura 19: Esboço de um sinal FDM.**

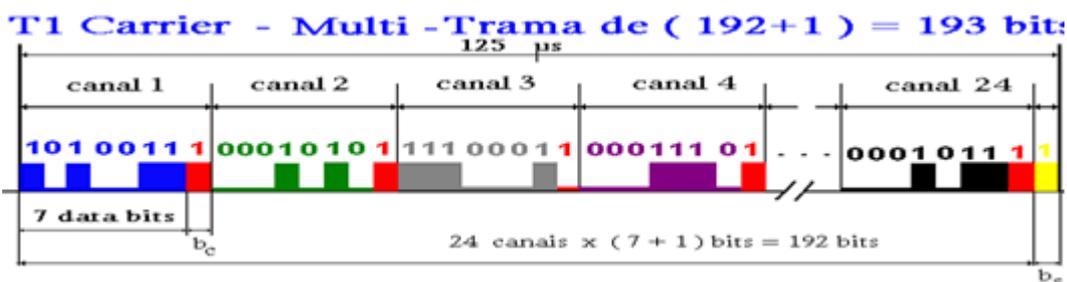
*Fonte: Dígitro.*

Para compreender o FDM, considerando o exemplo da figura 19. Estão representados dois sinais de voz através de seus espectros. Um dos sinais foi modulado e, por isso, encontra-se deslocado para uma outra faixa de frequência.

Após a modulação, os sinais são passados por filtros de forma a impedir conflitos caso existam componentes destes sinais em outras frequências diferentes da faixa para eles reservada, permitindo que esses sinais trafeguem simultaneamente pelo mesmo meio físico.

Os filtros utilizados nesta operação são filtros passa-faixa, filtros que só permitem a transmissão de sinais que se encontram dentro de uma faixa de frequências.

Em telefonia, são freqüentes o uso de linhas com alta velocidade e conseqüentemente de grande capacidade designados pelo termo tronco, usando PCM conjuntamente com a multiplexagem TDM, por exemplo, para o enlace T1 de 1544 Mbit/s, constituído por 24 canais de voz digitalizados (PCM24), utilizado no EUA, e o enlace E1 de 2048 Mbit/s, constituído por 30 canais de voz digitalizados (PCM30), amplamente usado na Europa.



**Figura 20: Representação da sinalização T1.**

Fonte: EPPET.

### Princípios do PCM24 e PCM30

Realizam-se amostragens consecutivas dos canais de voz, ao ritmo de 8.000 amostras por segundo. De acordo com o Teorema de Nyquist, considera-se  $f_h = 4000$  Hz, o fato dos filtros existentes terem *roll-off*, ou seja, não cortarem abruptamente o sinal para as freqüências de corte, mínima, e máxima, de 300 e 3400 Hz do canal definido para a voz.

A quantificação utiliza 7 bits por amostra, o que permite  $2^7 = 128$  patamares ou níveis distintos de tensão para o sinal codificado, assegurando assim uma razoável qualidade ao processo. A adição de um 8º bit de controle a cada amostra, permite constituir um grupo de bits, representativo de uma amostra de todos os 24 canais.

Aos 24 canais  $\times (7 + 1)$  bits/canal = 192 bits assim obtidos é ainda acrescentado um outro bit para enquadramento e sincronismo, dando origem a um total de 193 bits, conjunto este que se designa por multiquadro.

As Figuras 21 e 22 representam os quadros contendo as sinalizações PCM 24 e PCM30. O bit 193 de cada trama é usado freqüentemente para sincronização,

podendo, por exemplo, conter alternadamente os valores binários 0 e 1 (... 0101010101...) o que permite ao *multiplexer* do receptor obter uma informação de “*timing*”, e sincronizar o seu relógio de leitura dos bits com o do relógio de transmissão usado pelo emissor, resultando em uma comunicação sincronizada.

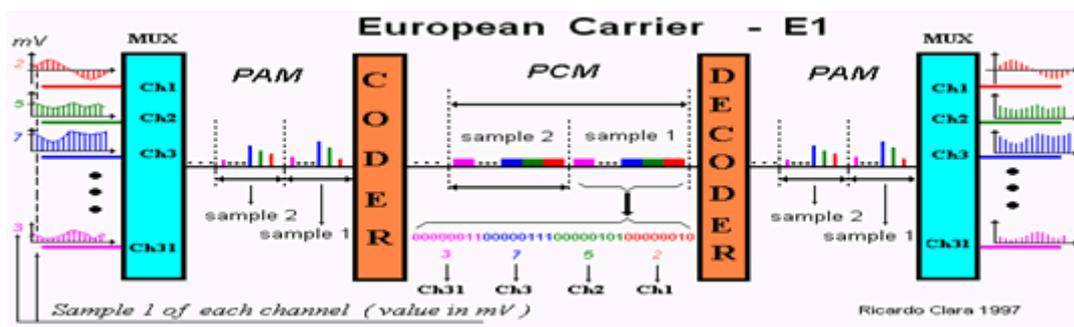
**bc** - bit de controle ou sinalização;  
**bs** - bit de sincronismo.

Cada um desses quadros, quando enviados pela linha de transmissão, sendo a “amostra composta” de todos os canais, tem de ser transmitida em  $1/8000 = 125$  microssegundos, visto que se efetuam 8000 destas amostras por segundo.

A transmissão do sinal de voz relativo a um canal telefônico necessita assim de (7 bits + 1 bit de controle) / amostra x 8000 amostras/segundo = 64 000 bit/s. Uma vez que 7 bits em cada amostra de um canal correspondem efetivamente à informação útil (data) os canais são na verdade de  $7 \times 8000 = 56$  kbit/s. A esta “velocidade efetiva” de transmissão dos dados do assinante dá-se a designação de “*throughput*”.

A taxa de amostragem em cada canal implica o envio de 8000 quadros/segundo, ou seja, uma velocidade de transmissão relativa à “Portadora T1” de  $193 \text{ bits/quadro} \times 8000 \text{ quadro/s} = 1.544 \text{ kbit/s}$ . A transmissão dos canais exige o uso de 2 *Multiplexers* devidamente sincronizados, fazendo um deles a desmultiplexagem à chegada do sinal. Terá ainda de se proceder à conversão digital-analógica a fim de recuperar o sinal de voz original.

Na Europa, bem como no Brasil, utiliza-se o sistema PCM30, e as portadoras E1 de 2048 Mbit/s, utilizadas em troncos digitais de grande porte, comportam  $30+2 = 32$  canais de 64 Kbit/s o que perfaz  $32 \times 64 = 2048$  Kbit/s.



**Figura 21: Representação da sinalização E1.**  
 Fonte: EPPET.

Contudo, 30 canais dos 32 canais existentes transportam informações úteis, pois a velocidade efetiva da transmissão (*throughput*) da portadora E1, é de  $30 \times 64 = 1920$  Kbit/s, os outros 2 canais restantes (canal 0 e canal 16), destinam-se à sinalização (sistema designado por "Sinalização por Canal Comum") e o alinhamento de quadros ou tramas, estabelecendo um sincronismo entre os pontos.

As “portadoras” T1 (1,544 Mbit/s) e E1 (2,048 Mbit/s), fazem parte de um sistema hierárquico de velocidades de transmissão existente nas redes digitais americanas e europeias, designado por PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) que a seguir se transcreve, segundo a tabela abaixo.

Europa			Estados Unidos		
Nível	Velocidade	Nº de canais	Nível	Velocidade	Nº de canais
E1	2048 Mbit/s	30	T0, DS0	64 kbit/s	1

E2	8448 Mbit/s	120	T1, DS1	1544 Kbit/s	24
E3	34368 Mbit/s	480	T2, DS2	3612 Kbit/s	96

## REFERÊNCIAS

[https://pt.wikiversity.org/wiki/Introdu%C3%A7%C3%A3o\\_%C3%A0s\\_Nets\\_de\\_Computadores/Defini%C3%A7%C3%B5es\\_das\\_Nets\\_de\\_Computadores](https://pt.wikiversity.org/wiki/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0s_Nets_de_Computadores/Defini%C3%A7%C3%B5es_das_Nets_de_Computadores)>acesso em 25/09/2020

[https://www.tecmundo.com.br/fibra-otica/3472-o-que-e-um-cabo-otico-.htm#:~:text=Cabos%20%C3%B3ticos%20s%C3%A3o%20equipamentos%20que,se%20rvi%C3%A7os%20de%20TV%20a%20cabo\).](https://www.tecmundo.com.br/fibra-otica/3472-o-que-e-um-cabo-otico-.htm#:~:text=Cabos%20%C3%B3ticos%20s%C3%A3o%20equipamentos%20que,se%20rvi%C3%A7os%20de%20TV%20a%20cabo).>)>acesso em 25/09/2020

<https://www.blog.ipv7.com.br/tecnica/cabos-opticos-tipos-quanto-a-construcao/>>acesso em 25/09/2020

<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/emenda-derivacao/>>acesso em 25/09/2020

<https://www.minhaconexao.com.br/blog/entenda-a-diferenca-entre-a-internet-de-fibra-optica-e-cabo-utp/>>acesso em 25/09/2020

<https://www.zttcable.com.br/fusao-da-fibra-optica-em-9-passos/>>acesso em 25/09/2020

<https://www.ispblog.com.br/2017/03/27/fontes-opticas-e-spot-size/>>acesso em 25/09/2020

[https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina\\_4.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina_4.asp)>acesso em 25/09/2020

[https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina\\_5.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina_5.asp)>acesso em 25/09/2020