

Comunicação de Dados

Prof. Macêdo Firmino

Aula 05

Meios de Transmissão Guiado

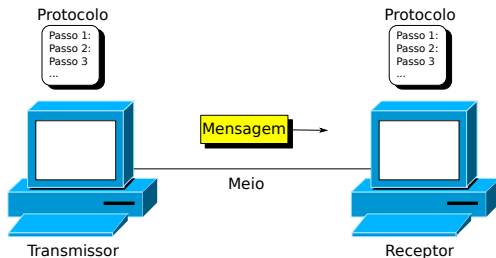
“Somos nós mesmos que nos
iludimos, por querer que as criaturas
dêem o que não podem e que ajam
como imaginamos que devam agir.”
(Hammed)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

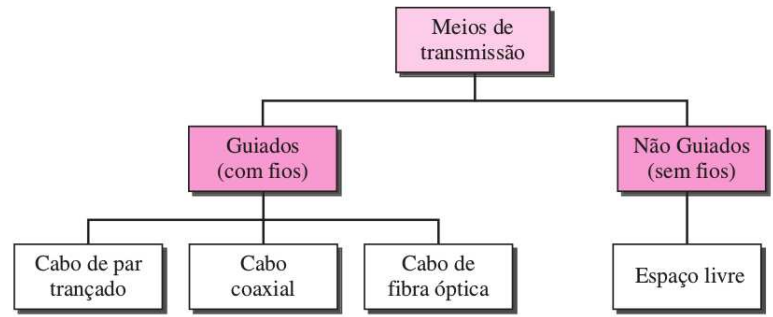
O que Aprenderemos?

- Conhecer os principais tipos de meios de transmissão guiados, suas características, funcionamento e aplicação em redes de telecomunicações, destacando vantagens, desvantagens e características.
- Conhecer aplicações práticas e contextos de uso de cada meio de transmissão.



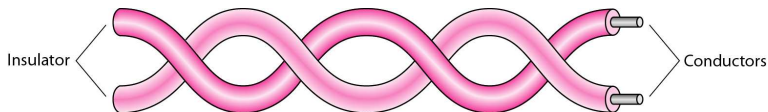
Vimos como os dados binários são convertidos em sinais (analógicos e digitais) para transmissão. Mas quais são os meios de transmissão que carregam estes sinais? Como eles funcionam?

Os meios de transmissão são os canais que permitem a transferência de dados entre dispositivos em uma rede de comunicação. Eles servem como caminho para o tráfego de informações. Esses meios podem ser guiados (com condutor físico) ou não guiados. Eles desempenham um papel crucial na determinação da qualidade, velocidade e confiabilidade da comunicação. Os meios de transmissão são divididos em:



Cabo de Par Trançado

O cabo de par trançado é composto por um ou mais pares de fios de cobre, trançados em intervalos regulares. A razão para os fios serem trançados é que essa configuração reduz a interferência eletromagnética. Cada fio é revestido por um material isolante (plástico).



Cabo de Par Trançado – Aplicações

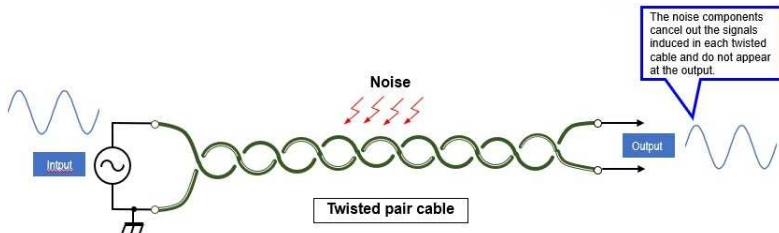
Os cabos de par trançado são uma escolha popular para redes locais devido ao seu custo-benefício, facilidade de instalação e desempenho adequado (até 10 Gbps) para a maioria das aplicações de rede. Eles são usados ainda em redes de telefonia e sistemas de vigilância (conexão de câmeras IP e outros dispositivos de segurança).

Os cabos de par trançado podem transmitir tanto sinais digitais quanto analógicos, dependendo da aplicação e dos equipamentos conectados a eles.



Cabo de Par Trançado – Eliminação da Interferência

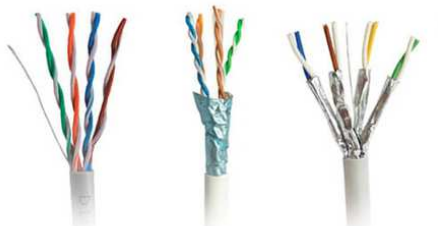
Neste cabo, um dos fios entrançados é usado para transportar sinais elétricos e o outro, apenas como um terra de referência. O receptor utiliza a diferença de potencial entre os dois fios para determinar a amplitude do sinal elétrico. Esse trançamento reduz a interferência eletromagnética e o crosstalk (interferência entre pares de fios dentro do mesmo cabo).



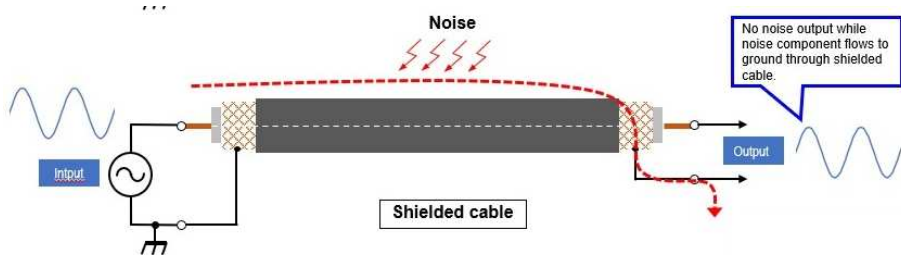
Existem três principais tipos de cabos de par trançado:

- UTP (cabo não blindado): não possui proteção extra.
- STP (blindado por pares): tem uma folha metálica que reveste cada par de condutor. A cobertura minimizando a interferência de ruídos, ele é pouco utilizado e bastante caro
- FUTP (parcialmente blindado): possui uma malha metálica envolvendo todos os pares de fios do cabo, e não sobre cada par isoladamente como o STP.

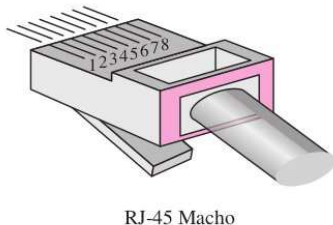
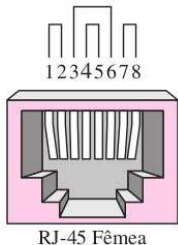
UTP FTP STP



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE



Cabo de Par Trançado – Conector



O conector para cabos de par trançado é o RJ-45 (Registered Jack 45) macho e fêmea. Ele tem um encaixe padrão de 8 pinos, que corresponde aos fios internos do cabo de par trançado. Existem diferenças de qualidade entre os conectores RJ-45 destinados a diferentes tipos de cabos, de forma que é importante checar as especificações na hora da compra.

Cabo de Par Trançado – Conector

Existem dois padrões de pinagem (T568A e T568B) que definem a organização dos fios dentro do conector RJ-45. Esses padrões são importantes porque garantem padronização, funcionamento e facilitam a manutenção.

- T568A: é o padrão utilizado no Brasil e grande parte dos demais países.
- T568B: são mais comum em redes nos EUA e algumas em outras regiões.

Para crimpar os cabos utilizaremos em ambos os lados o mesmo padrão (T568A).



Cabo de Par Trançado – Conector



568-A

- | | |
|--------------------|---|
| 1 - branco-verde |  |
| 2 - verde |  |
| 3 - branco-laranja |  |
| 4 - azul |  |
| 5 - branco-azul |  |
| 6 - laranja |  |
| 7 - branco-marrom |  |
| 8 - marrom |  |



Cabo de Par Trançado – Categorias

O par trançado é dividido em 8 categorias de acordo com a bitola do fio, onde os números maiores indicam fios com diâmetros maior.

Categoria	Tx max transmissão	Larg Banda	Aplicação usual
3	-	-	Desuso (redes telefônicas antigas)
4	-	-	Desuso (redes de dados mais antigas)
5	-	-	Desuso (redes de dados mais antigas)
5E	1 Gbps	100 MHz	Redes de dados: TPDDI, ATM, Redes Ethernet
6	1 Gbps	250 MHz	Gigabit Ethernet (1000BASE-TX)
6A	10 Gbps	500 MHz	10 Gigabit Ethernet (10GBASE-T)
7	10 Gbps	600 MHz	Vídeo em Full-motion, Telerradiologia, 1000BASE-TX e 10GBASE-T
8	40 Gbps	2000 MHz	30 m de comprimento, datacenter, 40GBASE-T



Cabo de Par Trançado

Vantagens:

- **Custo Acessível:** comparado a outras opções, como a fibra óptica, o cabo de par trançado é uma solução econômica para redes de pequeno a médio porte.
- **Fácil Instalação:** a instalação e configuração são simples, sendo adequado para redes locais.
- **Flexibilidade:** é uma opção versátil, com diferentes categorias que atendem tanto a redes domésticas quanto empresariais.
- **Interferência Reduzida:** o trançamento dos pares de fios reduz a interferência eletromagnética, especialmente em modelos com blindagem (STP).
- **Velocidade:** atualmente esse cabo trabalha com taxas de transferência de até 40 Gbps.

Cabo de Par Trançado

Desvantagens:

- Limite de Distância: a transmissão é limitada a 100 metros.
- Susceptibilidade a Interferências: embora o trançamento minimize interferências, o UTP não oferece a mesma imunidade que outros meios, como a fibra óptica.
- Desempenho Limitado em Alta Velocidade: menor desempenho em termos de velocidade e largura de banda em comparação com a fibra óptica.



Cabo Coaxial

O cabo coaxial é um meio de transmissão guiado utilizado para transportar sinais de alta frequência, tanto em redes de comunicação de dados quanto em sistemas de televisão e transmissão de rádio. Ele pode transmitir sinais digitais e analógicos.

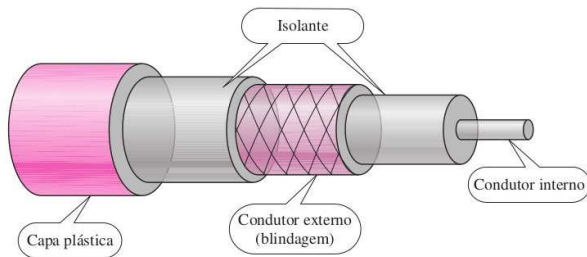
O cabo coaxial foi muito utilizado até meados dos anos 90 em redes de computadores. Atualmente, ele é mais utilizado em sistemas de circuito fechado de TV (CFTV), Televisão a Cabo, Internet a Cabo e na conexão de antenas a dispositivos como televisores e rádios.



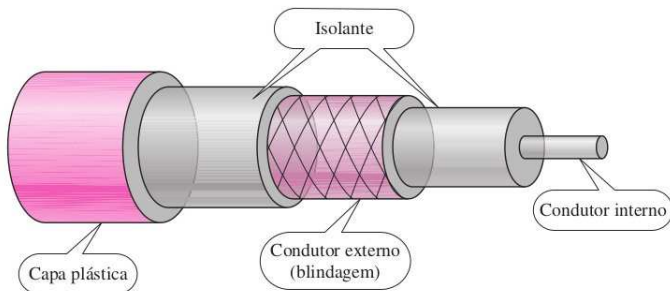
Cabo Coaxial

O cabo coaxial é composto por várias camadas concêntricas que proporcionam proteção contra interferências externas e permitem uma transmissão de dados. A estrutura típica de um cabo coaxial é a seguinte:

- Condutor central: o fio central, de cobre, é responsável pela condução do sinal elétrico.



- Isolante: uma camada de material dielétrico que envolve o condutor central e o isola eletricamente das outras camadas.
- Condutor externo (blindagem): uma camada metálica, geralmente feita de malha trançada de cobre ou alumínio, que serve para proteger contra interferências eletromagnéticas e crosstalk.
- Capa externa: plástico ou PVC que protege todas as camadas internas contra danos físicos e ambientais.



Cabo Coaxial

O cabo coaxial é versátil e pode ser utilizado tanto para transmissões analógicas quanto digitais. Na transmissão analógica, ele opera em uma ampla faixa de frequências, com baixa atenuação e excelente proteção contra interferências eletromagnéticas tornando-o adequado para diversas aplicações. Na digital é muito utilizada em Serviços de televisão e dados a cabo digital com taxas de transmissão de até 10 Gbps e longas distâncias.



Cabo Coaxial

O tipo mais comum de conector utilizado atualmente é o BNC. A família BNC é composta pelos elementos seguintes:

- Conector de cabo BNC : é colocado (geralmente soldado) na extremidade do cabo;
- Conector BNC em T: liga a placa rede dos computadores ao cabo da rede;
- Terminação BNC : está colocado em cada extremidade do cabo de uma rede em barramento para absorver os sinais eletroestáticos.



Cabo Coaxial

Vantagens:

- Proteção contra interferência: a blindagem oferece excelente proteção contra interferências eletromagnéticas e crosstalk, resultando em uma transmissão de sinal mais estável e limpa.
- Alta capacidade de largura de Banda: pode transportar uma grande quantidade de dados, tornando-o adequado para serviços de internet de banda larga e televisão.
- Durabilidade: resistente a danos físicos e ambientais devido à sua construção robusta.



Desvantagens:

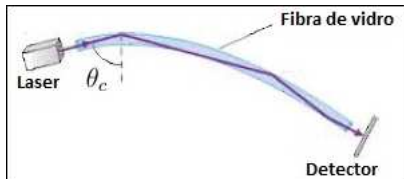
- Custo: geralmente mais caro por metro em comparação com cabos de par trançado.
- Rigidez: menos flexível, o que dificultar a instalação.
- Atenuação em longas distâncias: A qualidade do sinal pode se deteriorar significativamente em distâncias longas.
- Peso e Volume: mais pesado e volumoso do que outros tipos de cabos, como o par trançado, o que pode ser uma desvantagem nas instalações.



Fibra Óptica

Fibra óptica é um meio de transmissão feito de dióxido de silício com revestimento de proteção mecânica chamada de acrilato. A fibra utiliza luz (visível ou não visível) para a transmissão de dados. Ela foi inventada em 1952 por um físico indiano Narinder Singh.

As redes de comunicação com fibras ópticas oferecem maiores velocidades, melhor largura de banda, confiabilidade e segurança no tráfego das informações. Uma única fibra ótica pode suportar taxas de transmissão elevadíssimas (319 Tbps).

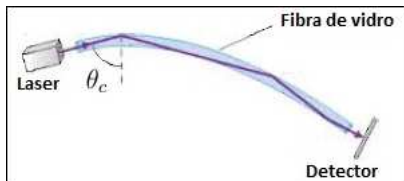


Mais de 90% das transmissões na internet usam fibra óptica.



Fibra Óptica

Funcionamento: o transmissor óptico recebe um sinal elétrico e transmite por pulsos de luz (não necessariamente luz visível). O detector gera um sinal elétrico quando entra em contato com a luz, recuperando a informação. Normalmente, a presença de luz indica o *bit* 1 e a ausência de luz representa o *bit* 0.



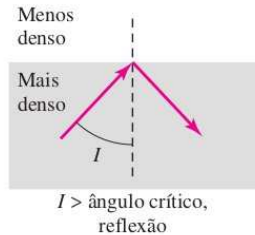
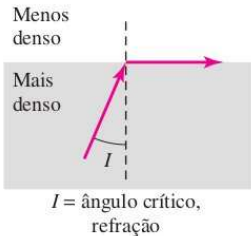
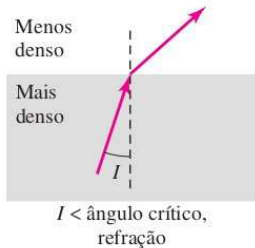
Fibra Óptica

Fibras ópticas são imunes à interferência eletromagnética, têm baixíssima atenuação de sinal. Essas características fizeram da fibra óptica o meio preferido para redes externas (alimentação, distribuição e acesso) e de longa distância, principalmente para utilização pelas concessionárias de serviços de telecomunicações, operadoras de TV a cabo (CATV) e provedores de serviços de internet (ISPs). A fibra óptica também pode ser utilizada em ambientes sujeitos a ruídos eletromagnéticos (galpões industriais, subestações de energia elétrica) ou com restrições para o meio metálico (depósitos de combustíveis e gases inflamáveis, oleodutos e gasodutos)



Fibra Óptica

Como é possível aprisionar uma luz dentro de um tubo? Através da propriedade de refração da luz que corresponde a mudança da direção do raio luminoso quando passa de um meio 1 para outro meio 2 (de densidade diferente). A fibra usa estas propriedades para guiar a luz e fazer com que o raio luminoso seja totalmente refletido.



Fibra Óptica – Constituição

Os principais componentes da fibra óptica são:

- Núcleo: a parte central da fibra óptica onde a luz é transmitida. Geralmente é feito de vidro de sílica de alta pureza, mas também pode ser feito de plástico para aplicações de menor desempenho.
- Casca: envolve o núcleo e tem a função de refletir a luz de volta para o núcleo, mantendo-a confinada. Ela é feita de vidro ou plástico com um índice de refração menor que o do núcleo.

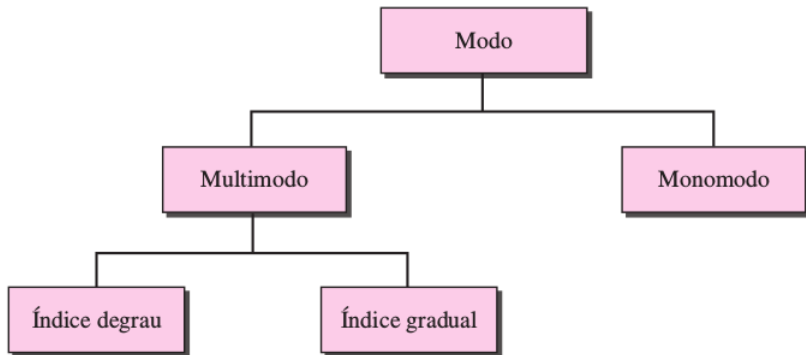


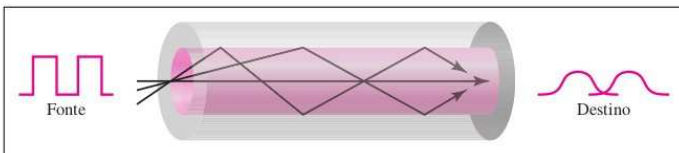
Fibra Óptica – Constituição

- Revestimento Primário: uma camada de material plástico que envolve a casca, fornecendo proteção mecânica.
- Camada de Força: elementos de reforço que fornecem resistência mecânica à fibra óptica. Utiliza fios de aramida (como Kevlar) de alta resistência.

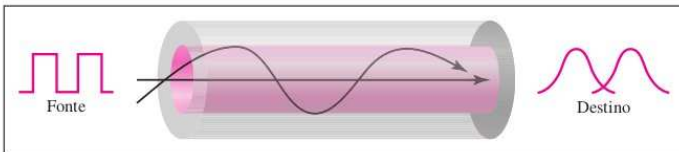


Fibra Óptica – Modos de Propagação

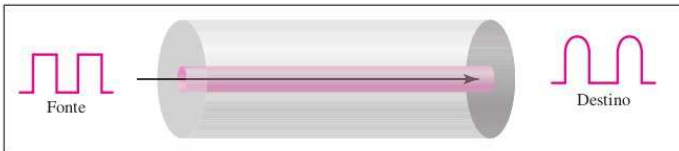




a. Multimodo de índice degrau



b. Multimodo de índice gradual



c. Monomodo

Fibra Óptica – Modos de Propagação

Multimodo com Índice Degrau: a densidade do núcleo permanece constante do centro para as bordas, na borda há uma mudança abrupta de densidade menor. Possui um grande número de modos de propagação, apresentando maior dispersão do sinal transmitido mas são mais baratas e fáceis de operacionalizar.

Multimodo com Índice Gradual: a densidade é mais alta no centro do núcleo e diminuir gradualmente em sua borda. A luz vai os poucos se deslocando a sua propagação até ser refletida. A mudança gradual na densidade diminui a distorção e permite uma distância maior entre o transmissor e receptor.



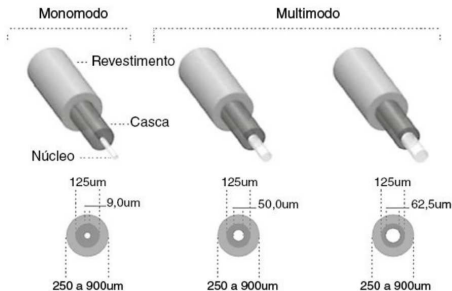
Fibra Óptica – Modos de Propagação

Fibra Monomodo: utiliza fibras de índice degrau e uma fonte de luz extremamente focalizada (praticamente em linha reta) que limita os fluxos de luz a um pequeno intervalo de ângulos, todos próximos da horizontal. Essa fibra é fabricada com um diâmetro de núcleo muito menor (mais finas) que a da multimodo. Elas são mais rápidas, transmitem em maiores distâncias porém são mais caras.

A escolha da fibra vai de acordo com o resultado que se deseja obter (por exemplo, distância e velocidade) e de quanto é o orçamento para investir.



As fibras ópticas são definidas pela razão entre o diâmetro do núcleo e o diâmetro da casca. As dimensões são expressas em micrômetros (μm).



Tipo	Núcleo (μm)	Casca	Modo
50/125	50	125	multimodo
62,5/125	62,5	125	multimodo
100/125	100	125	multimodo
9/125	9	125	monomodo

Obs.: O diâmetro de um fio de cabelo é aproximadamente $60\mu\text{m}$.

Fibra Óptica – Conectores

MT-RJ



ST



SC



LC



Fibra Óptica – Desempenho

Janela	Faixa de operação	Comprimento de onda mais usado	Características
1ª	0,80 mm a 0,9 mm	850 nm	Sistemas multimodo; fibra com altas perdas e uso em pequenas distâncias
2ª	1,25 mm a 1,35 mm	1.300 nm/ 1.310 nm	Sistemas multimodo (1.300 nm) e sistemas monomodo (1.310 nm); fibras com perdas menores e uso em longas distâncias
3ª	1,50 mm a 1,60 mm	1.550 nm	Sistemas monomodo; fibras com perdas menores e uso em transmissão de sinais de vídeo

Fibra Óptica – Vantagens x Desvantagens

Vantagens:

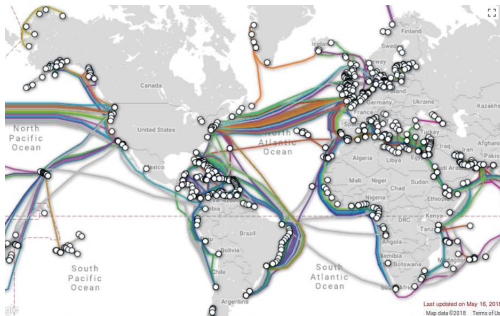
- Largura de banda mais ampla: em testes já foi obtido 319 Tb/s.
- Menor atenuação do sinal. Um sinal pode percorrer 100 km sem precisar de regeneração.
- Imunidade à interferência eletromagnética;
- Resistência a materiais corrosivos;
- Peso leve;
- Maior imunidade à interceptação.

Desvantagens:

- Instalação e manutenção;
- Custo.

Fibra Óptica – Cabos Submarinos

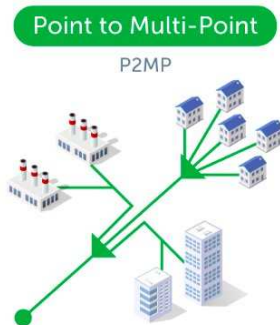
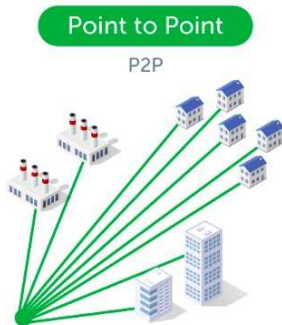
O primeiro cabo óptico submarino foi implantada em 1988 entre os Estados Unidos e a Grã Bretanha.



Fonte: <https://www.submarinecablemap.com/>

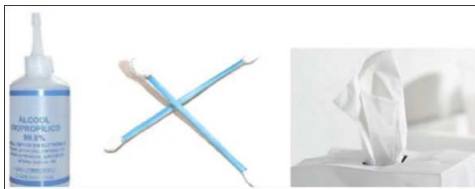
Fibra Óptica - Distribuição

Atualmente, na P2MP usando a tecnologia GPON (Rede óptica passiva Gigabit) cada fibra pode alcançar até 128 clientes.



Fibra Óptica - Equipamentos (Produtos de Limpeza)

Produtos de Limpeza poderão ser utilizado na fibra apenas: álcool isopropílico, haste de algodão flexível e lenço não abrasivo.



Fibra Óptica - Equipamentos (Alicate)

Alicate Decapador De Fibra é utilizado para retirar o revestimento da fibra com precisão.



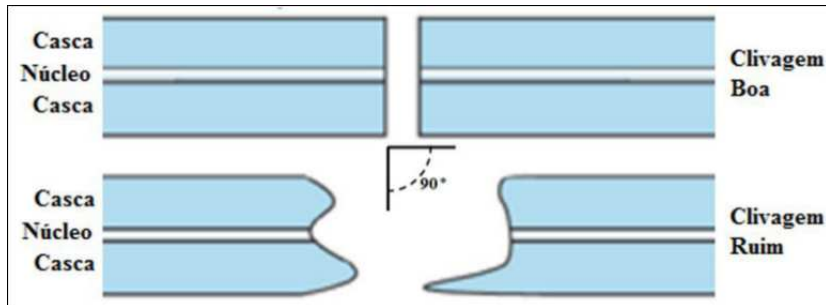
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Fibra Óptica - Equipamentos (Clivador)

Clivador é a ferramenta utilizada para quebrar a fibra óptica em um ângulo de 90° com precisão.



Fibra Óptica - Equipamentos (Clivador)

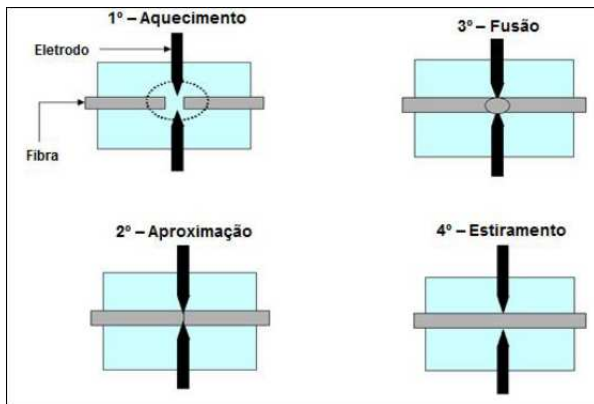


Fibra Óptica - Equipamentos (Maquina de Fusão)

Maquina de Fusão é responsável unir duas pontas de fibras ópticas. As fibras devem estar decapadas, limpas e clivadas.



Os eletrodos geram 1.200°C para retirar qualquer resíduo de umidade da fibra. A máquina aproxima as fibras e faz o alinhamento horizontal e vertical. Na sequência, os eletrodos aumentam a temperatura para 2.000°C e a máquina pressiona uma fibra contra a outra realizando a fusão. No final, é realizado um teste de tração, esticando as fibras para garantir que a fusão ficou bem feita.



Fibra Óptica - Equipamentos (Emendas Mecânicas)

As emendas mecânicas permitem juntar duas fibras através de uma estrutura de alinhamento mecânico por aproximação das suas extremidades. Este tipo de emenda, por ser bem menos preciso que a emenda por fusão, apresenta atenuações maiores.



Fibra Óptica - Equipamentos (Split)

Split é um componente passivo capaz de dividir o sinal óptico. Normalmente, possui uma fibra na entrada e 2, 4, 8, 16, 32 ou 64 fibras na saída. O sinal óptico recebido na entrada é dividido de maneira uniforme entre as diversas fibras de saída.



Fibra Óptica - Equipamentos (Roletador)

Roletador são equipamentos que realizam cortes no cabo para retirar a capa protetora.



Roletador de Cabo



Roletador de UB (Unidade Básica)



Fibra Óptica - Equipamentos (Ancorador)

Ancorador são equipamentos utilizados para fixação de cabos nos postes, evitando com que o cabo forme “barrigas” entre os vãos dos poste, deixando o mesmo bem esticado ao longo da instalação.



Fibra Óptica - Equipamentos (CEO)

Conjunto de Emenda Óptica (CEO) tem a função da caixa de emenda é acomodar as emendas ópticas para facilitar o acesso e o manuseio delas.



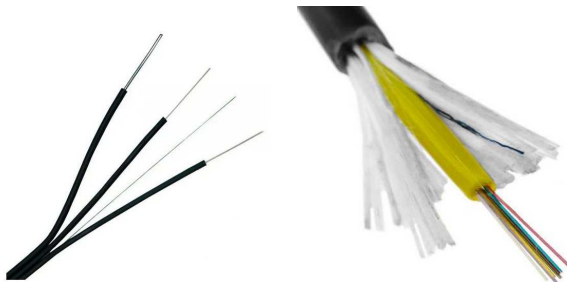
Fibra Óptica - Equipamentos (Optilooop e cruzetas)

Optilooop e cruzetas são utilizadas para reserva técnica de cabo óptico entre postes e em um determinado poste.



Fibra Óptica - Cabos Ópticos

A Anatel, ato nº 948/2018, estabelece os requisitos mínimos (atenuação, temperatura, tração, comprimento de onda, etc) para os cabos de fibras ópticas. Eles podem ser constituído de de uma única fibra (monofibra) ou várias fibras agrupadas em unidades básicas.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Fibra Óptica - Cabos Ópticos

Cada unidade básica pode conter 2, 4, 6, 8 ou 12 fibras ópticas. A identificação das fibras deve ser feita utilizando o código de cores.

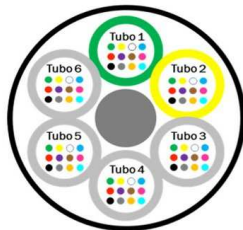
Fibra	Cor – Padrão ABNT
1	Verde
2	Amarelo
3	Branco
4	Azul
5	Vermelho
6	Violeta
7	Marrom
8	Rosa
9	Preto
10	Cinza
11	Laranja
12	Aqua



Fibra Óptica - Cabos Ópticos

Quando se deseja um número mais do que 12 fibras, são inseridas novas unidades básicas. A identificação das unidades básicas deve ser, preferencialmente, feita através de código de cores utilizando o sistema piloto direcional.

Tipo de Identificação	Unidades Básicas		
	Piloto (1)	Direcional (2)	Normal (3 em diante)
Código de cores	Verde	Amarela	Natural ou Branca



Fibra Óptica - Cabos Ópticos



Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE