

www.projetoderedes.com.br



**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA RJ**

CURSO SEQUENCIAL DE REDES

Meios de Transmissão

Índice

Meios de transmissão – Introdução	
Redes de Computadores	2
Mídias de transmissão	
Meio Magnético	4
Par Trançado UTP x STP	4
Categorias de cabos de par trançado	5
Aplicações dos cabos de par trançado	7
Cabo Coaxial	7
Cabo Coaxial Grosso	8
Cabo Coaxial de Banda Base	9
Cuidados na Instalação de cabo coaxial	9
Cabo coaxial x par trançado	10
Fibra Óptica	10
Aplicações de Fibras Ópticas	12
Como funciona a transmissão óptica	12
Fibra Óptica Multimodo	13
Fibra Óptica Monomodo	14
Fibra Óptica x cobre	15
Wireless	15
Rádio	16
Raios Infravermelhos	16
Microondas	16
Satélites	17
Anexos – Tabelas Comparativas	
UTP X STP	19
Coaxial Fino X Coaxial Grosso	19
Dados técnicos dos cabos coaxiais	20
Fibra Óptica X Cobre	20
Bibliografia	22

Meios de transmissão

Introdução

Redes de Computadores

Uma rede de computadores consiste na interligação de diversos computadores, dispositivos periféricos e outros sistemas, com o objetivo de proporcionar uma melhor comunicação, organização e partilhamento dos recursos existentes. Em regra, é caracterizada pela sua extensão, abrangência e tecnologia de transmissão, bem como por características internas como o custo, meio de transmissão usado, topologia, número máximo de dispositivos de rede, distância entre dispositivos, etc.

É comum, ainda, a existência de redes que interligam várias outras redes de menores dimensões. Este processo aparentemente fácil pode ficar mais complexo se a natureza e funcionamento interno de cada rede forem diferentes. Nestes casos a interligação é permitida através do uso de dispositivos de rede especialmente criados para essa finalidade.

Meios de transmissão são as conexões físicas entre as estações da rede. Geralmente eles diferem com relação à banda passante, tipo de conexão (se ponto-a-ponto ou multiponto), limitação geográfica, atenuação característica do meio, imunidade a ruído, custo, disponibilidade de componentes e confiabilidade.

A escolha do meio de transmissão adequado às aplicações é extremamente importante não só pelos motivos mencionados acima, mas também pelo fato de que ele influencia diretamente no custo das interfaces com a rede.

Qualquer meio físico capaz de transportar informações eletromagnéticas é possível de ser usado em redes locais. Os mais comumente utilizados são o par trançado, o cabo coaxial e a fibra ótica, que são os chamados meios guiados. Sob circunstâncias especiais, radiodifusão, infravermelho e microondas, que são os meios não-guiados, também são escolhas possíveis.



Figura 1 - Exemplos de meios de transmissão: conectores diversos, fibras ópticas e cabos metálicos

Vários meios físicos podem ser usados para a transmissão. Cada um tem sua própria característica em termos de largura de banda, atraso, imunidade ao ruído, confiabilidade, custo, e facilidade de instalação e manutenção.

Esses meios permitem o estabelecimento de um canal de comunicação. O canal pode ser definido como o circuito individual sobre o qual se estabelece uma comunicação entre fonte e destino. O meio de transmissão é o suporte físico que transporta um ou mais canais.

Neste trabalho são abordadas as características, vantagens e desvantagens dos seguintes meios de transmissão:

- Mídias magnéticas;
- Rádio;
- Microondas;
- Infravermelho;
- Satélites;
- Par Trançado;
- Cabo Coaxial;
- Fibra Óptica.

- **Mídias de Transmissão**
- **Meio Magnético**

Uma das maneiras mais comuns de transporte de dados de um computador para outro são as fitas magnéticas, discos flexíveis, discos rígidos ou CDs. Através destes meios consegue-se efetuar a transferência de grandes quantidades de dados de maneira barata mas não de forma on-line, incorrendo numa grande demora. Trata-se de um método muito mais barato, especialmente para aplicações em que o tamanho da largura de banda ou o custo por bit transportado é o fator chave.

- **Par Trançado**

O cabo de par trançado consiste em dois fios de cobre isolados trançados entre si em forma helicoidal. Por ser trançado, o campo magnético gerado por um fio é anulado pelo outro (efeito de cancelamento) reduzindo os ruídos que podem facilmente alterar as propriedades do sinal.

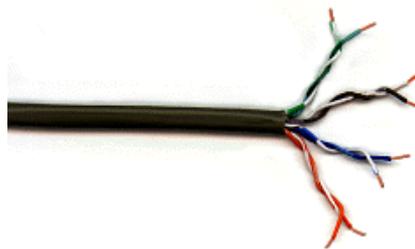


Figura 2 - Exemplo de cabo de pares trançados

A capacidade de transmissão de dados digitais do cabo de par trançado é expressivamente grande, apesar do fato de esse tipo de cabo ter sido inicialmente desenvolvido para tráfego telefônico, que é analógico.

Esses cabos podem estender a quilômetros sem amplificação podendo ou não ter repetidores de acordo com a necessidade transmitindo dados tanto de forma analógica como digital. As taxas de transmissão podem variar muito, pois as mesmas dependem do comprimento e da qualidade do cabo utilizado, assim como a tecnologia de transmissão adotada. Essas taxas diminuem à medida que o comprimento aumenta, pois desta forma, ocorre perda de energia por radiação ou calor. Porém, um par trançado consegue transmitir dados na ordem dos Megabits por segundo mesmo em cabos com algumas dezenas de metros de comprimento.

São classificados de acordo com a blindagem:

- **STP** - Shielded Twisted Pair: com blindagem interna envolvendo cada par trançado e uma global minimizando interferências externas. Devido à blindagem ocorre perda de sinal. Pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 metros de cabo. Possui a vantagem de transportar dados utilizando uma sinalização muito rápida com poucas chances de distorção;
- **UTP** - Unshielded Twisted Pair: sem blindagem. Tem como vantagem ser flexível e reduzida espessura. Transportam dados a 100 Mbit/s. Pode-se utilizar com três principais arquiteturas de rede (ARCnet, Ethernet e token-ring).

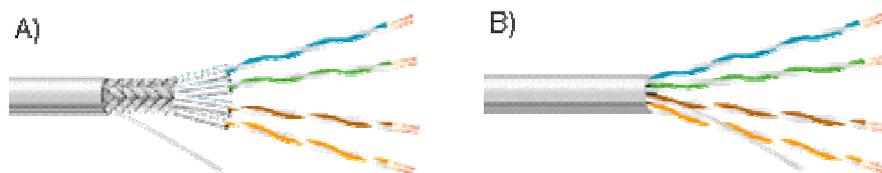


Figura 3 - A) Cabo STP

B) Cabo UTP

Par trançado sem blindagem (UTP)

É composto por pares de fios sendo que cada par é isolado um do outro e todos são trançados juntos dentro de uma cobertura externa. Não havendo blindagem física interna, sua proteção é encontrada através do "efeito de cancelamento", onde mutuamente reduz a interferência eletromagnética de radiofrequência.

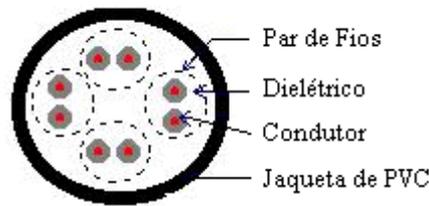


Figura 4 - Seção do Cabo

Uma grande vantagem é a flexibilidade e espessura dos cabos. O UTP não preenche os dutos de fiação com tanta rapidez como os outros cabos. Isso aumenta o número de conexões possíveis sem diminuir seriamente o espaço útil.

Os cabos UTP's são divididos em categorias, levando em conta o nível de segurança e a bitola do fio, onde os números maiores indicam fios com diâmetros menores.

Categorias dos cabos de par trançado

Tipo	Utilização
Categoria 1	Voz (Cabo Telefônico)
Categoria 2	Dados a 4 Mbps (LocalTalk)
Categoria 3	Transmissão de até 16 MHz. Dados a 10 Mbps (Ethernet)
Categoria 4	Transmissão de até 20 MHz. Dados a 20 Mbps (16 Mbps Token Ring)
Categoria 5	Transmissão de até 100 MHz. Dados a 100 Mbps (Fast Ethernet)
Categoria 6	Utilizado em ISDN, cabos para modem e TV a cabo.
Categoria 7	Ethernet 1000BaseT, ATM com transmissão de até 500MHz.

Das categorias citadas, duas se destacaram em redes de computadores:

- CAT-3 - Os pares trançados da categoria 3 consistem em dois fios encapados cuidadosamente trançados. Em geral, quatro pares desse tipo são agrupados dentro de uma capa plástica protetora, onde são mantidos oito fios. Até 1988, a maioria dos prédios tenha um cabo da categoria 3 ligando cada um dos escritórios a um gabinete de fiação em cada andar. Esse esquema permitia que até quatro telefones normais ou dois telefones multilinha de cada escritório fossem conectados ao equipamento da companhia telefônica instalado no gabinete de fiação.
- CAT-5- Em 1988 foram lançados os pares trançados da categoria 5. Esses cabos eram similares aos cabos da categoria 3, mas tinham mais nós por centímetro e o material isolante era de Teflon, o que resultou em menos linhas cruzadas e em um sinal de melhor qualidade nas transmissões de longa distância; isso os tornou ideais para a comunicação de computadores de alta velocidade.

➤ **Vantagens:**

1. Tecnologias e padrões estão estáveis para comunicações de voz;
2. Sistema telefônico, que usa transmissão por par trançado, estão presentes na maioria das construções, e normalmente pares estão disponíveis para conexões em rede;
3. Diâmetro reduzido;
4. Baixo custo de instalação e manutenção;
5. Fácil manuseio.

➤ **Desvantagens:**

1. Baixa imunidade à ruídos, principalmente para cabos desprotegidos;
2. Limitação quanto à distância máxima empregada;
3. Necessita usar hubs (concentradores).

Par trançado blindado (STP)

Possui uma blindagem interna envolvendo cada par trançado que compõe o cabo, cujo objetivo é reduzir a diafonia. Um cabo STP geralmente possui 2 pares trançados blindados, uma impedância característica de 150 Ohms e pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 metros de cabo.

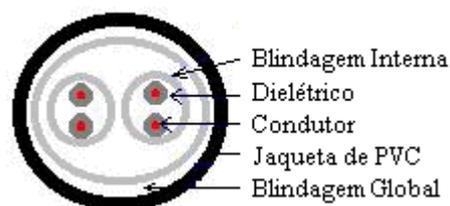


Figura 5 - Seção do Cabo

Utiliza uma classificação definida pela IBM, baseada em diferentes características de alguns parâmetros, como diâmetro do condutor e material utilizado na blindagem, sendo ela: 1, 1A, 2, 2A, 6, 6A, 9, 9A.

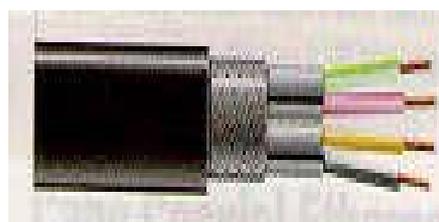


Figura 6 - STP em Bobina com 4 condutores

➤ **Vantagens:**

- Alta taxa de sinalização;
- Pouca distorção do sinal.

➤ **Desvantagens:**

- A blindagem causa uma perda de sinal que torna necessário um espaçamento maior entre os pares de fio e a blindagem; isso ocasiona um maior volume de blindagem e isolamento, aumentando consideravelmente o tamanho, o peso e o custo do cabo.

Aplicações dos cabos de par trançado

A utilização mais comum do cabo de par trançado é o sistema telefônico e atualmente as redes de computadores. O sinal pode ser transmitido através do cabo de par trançado por vários quilômetros sem amplificação, mas para distâncias mais longas, repetidores são necessários.

Quando muitos cabos de par trançado são colocados em paralelo por uma substancial distância, tais como os fios que chegam a um apartamento vindos da companhia telefônica, eles são reunidos em forma de cabo e protegidos por uma capa normalmente plástica. Os pares dentro deste cabo interfeririam uns nos outros se não estivessem trançados.

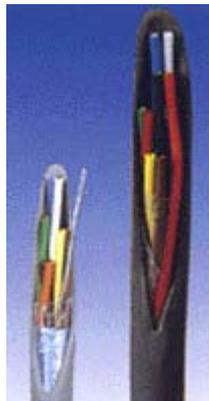


Figura 7 - Cabo ETHERNET 10 Base T, padrão IEEE 802.3, par trançado, com taxa de transmissão de até 10 Mbps

Diversos fatores interferem na qualidade dessas linhas de transmissão quer seja para a transmissão de voz ou dados.

A qualidade da linha de transmissão depende:

1. Da qualidade dos condutores (resistência, reatância, impedância);
2. Bitola ou espessura dos fios;
3. Técnicas utilizadas;
4. Proteção dos componentes para evitar a indução dos condutores;
5. Radiação;
6. Dissipação.

• **Cabo Coaxial**

Consiste num fio de cobre rígido que forma o núcleo, envolto por um material isolante que, por sua vez, é envolto em um condutor cilíndrico, freqüentemente na forma de uma malha entrelaçada. O condutor externo é coberto por uma capa plástica protetora, que o protege contra o fenômeno da indução, causada por interferências elétricas ou magnéticas.

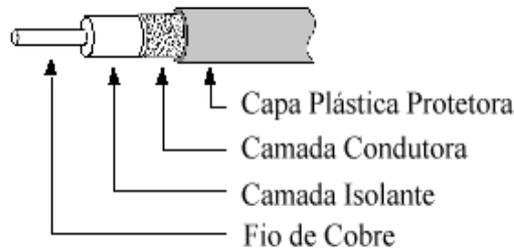


Figura 8 - Camadas do Cabo Coaxial

Além de sua utilização em redes locais, é muito usado para sinais de televisão, como por exemplo, transmissão de TV a cabo. Muitas empresas também o usam na construção de sistemas de segurança, sistemas de circuitos fechados de TV e outros.

O cabo coaxial é melhor protegido do que o cabo de par trançado e por isso pode transmitir a maiores distâncias e a velocidades maiores. Dois tipos de cabos coaxiais são utilizados. Um cabo de 50 ohms, é freqüentemente usado para transmissão digital. O outro cabo de 75 ohms, é mais usado para transmissão analógica.

A construção e proteção do cabo coaxial dão uma boa combinação de largura de banda e excelente imunidade ao ruído. Para distâncias de até um 1 km são permitidas velocidades de até 2 Gbps. Eram muito usados para área de telefonia, porem vem sendo substituídos por fibras óticas. Atualmente são muitos usados na área de TV a cabo.

Os cabos de 50 ohms foram muito usados em redes nos anos 80 e início dos 90, eles eram basicamente de dois tipos o coaxial fino e o grosso.

- Coaxial Grosso - usavam conectores do tipo vampiro, também eram chamados de yellow cable;
- Coaxial Fino - usam os conectores T que são mais comum e mais baratos, estes tipos de cabos ainda são encontrados em algumas instalações de redes locais.

- **Cabo coaxial grosso**

Também conhecido como CABO COAXIAL BANDA LARGA ou 10BASE5, é utilizado para transmissão analógica. Possui uma blindagem geralmente de cor amarela. A especificação 10BASE5 refere-se à transmissão de sinais *Ethernet* utilizando esse tipo de cabo. O 5 informa o tamanho máximo aproximado do cabo como sendo de 500 metros.

Esse cabo tem uma cobertura plástica protetora extra que ajuda manter a umidade longe do centro condutor. Isso torna o cabo coaxial grosso uma boa escolha quando se utiliza grandes comprimentos numa rede de barramento linear. Durante a instalação, o cabo não necessita ser cortado pois o conector (*vampire tap*) o perfura.

A impedância utilizada nesta modalidade de transmissão é de 75 Ohms. Seu diâmetro externo é de aproximadamente 0,4 polegadas ou 9,8 mm.

O cabo coaxial de 75 ohms é usado para transmissão analógica em sistemas de TV a cabo. Ele é chamado de broadband (banda larga). Embora o termo "broadband" venha do mundo da telefonia, onde se refere a algo maior do que 4 kHz, no mundo da rede de computadores "broadband cable" significa algum cabo de rede usado para transmissão analógica.

Desde o uso do broadband para redes, os cabos são usados para transmissões de sinal analógico com largura de banda de 300 a 450 MHz a distâncias de até 100 km, que é muito menos crítico que a transmissão de sinais digitais. Para transmitir sinais digitais em uma rede analógica, cada interface deve conter dispositivos eletrônicos para converter o conjunto de bits de saída para um sinal analógico, e o sinal analógico de entrada no conjunto de bits.

➤ **Vantagens:**

- Comprimento maior que o coaxial fino;
- É muito utilizado para transmissão de imagens e voz.

➤ **Desvantagens:**

- Difícil instalação
- Custo elevado em relação ao cabo coaxial fino.

- **Cabo Coaxial de Banda Base**

Também conhecido como CABO COAXIAL BANDA BASE ou 10BASE2, é utilizado para transmissão digital, já foi o meio mais largamente empregado em redes locais. O sinal é injetado diretamente no cabo. A topologia mais usual é a topologia em barra. A construção e blindagem do cabo coaxial proporcionam a ele uma boa combinação de alta largura de banda e excelente imunidade a ruído. A largura de banda depende do tamanho do cabo.

A especificação 10BASE2 refere-se à transmissão de sinais *Ethernet* utilizando esse tipo de cabo. O 2 informa o tamanho máximo aproximado do cabo como sendo de 200 metros. Na verdade, o comprimento máximo é 185 metros.

A impedância utilizada nesta modalidade de transmissão é de 50 Ohms. As taxas variam de 10 a 50 Mbps e o tempo de trânsito de 4 a 8 ns/m.

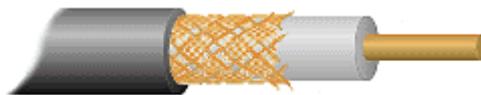


Figura 9 - Cabo Coaxial Fino

➤ **Vantagens:**

- É maleável;
- Fácil de instalar;
- Sofre menos reflexões do que o cabo coaxial grosso, possuindo maior imunidade a ruídos eletromagnéticos de baixa frequência.

Cuidados na instalação do cabo coaxial

É necessário verificar a qualidade dos elementos que constituem o cabeamento: cabos, conectores e terminadores. Esses devem ser de boa qualidade para evitar folgas nos encaixes, o que poderia causar mau funcionamento a toda rede.

Os cabos não podem ser tracionados, torcidos, amassados ou dobrados em excesso pois isso pode alterar suas características físicas.

Quanto à conectorização, o tipo mais comum de conector usado por cabos coaxiais é o BNC (Bayone-Neill-Concelman). Diferentes tipos de adaptadores estão disponíveis para conectores BNC incluindo conectores T, conectores barril e terminadores. Os conectores são os pontos mais fracos em qualquer rede.

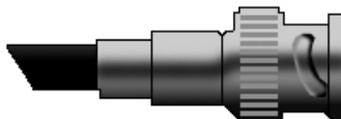


Figura 10 - Conector BNC

Cabo Coaxial x Par Trançado

As características de transmissão de dados em cabo coaxial são consideravelmente melhores do que em par trançado. Quando usado em conjunto com técnicas de transmissão de banda larga oferece uma largura de banda que pode ir até aos 300 Mbps. Isso abre a possibilidade de ser usado como base para uma rede de cabo partilhado, com parte da largura de banda sendo usada para transmissão de dados, e a restante para a transmissão de outras informações, tais como sinais TV ou voz digitalizada.

Tem uma atenuação mais baixa que o par trançado (especialmente a altas frequências) o que significa que tem menos necessidade de repetidores. Dado que a blindagem do cabo é parte do circuito do sinal, a terra pode introduzir ruído. Uma segunda blindagem resolve o problema, representando, no entanto um custo adicional.

Comparado com o par trançado, o cabo coaxial tem uma imunidade de ruído de cross-talk bem melhor, e uma fuga eletromagnética mais baixa. Porém, com relação ao custo, o do cabo coaxial é mais elevado do que o do par trançado, principalmente quando se pensa em termos de interfaces para ligação do cabo.

- **Fibra Óptica**

Uma fibra ótica é constituída de material dielétrico, em geral, sílica ou plástico, em forma cilíndrica, transparente e flexível, de dimensões microscópicas comparáveis às de um fio de cabelo.

Esta forma cilíndrica é composta por um núcleo envolto por uma camada de material também dielétrico, chamada casca. Cada um desses elementos possui índices de refração diferentes, fazendo com que a luz percorra o núcleo refletindo na fronteira com a casca.



Figura 11 - Exemplo de Fibra Ótica

A fibra ótica possui duas camadas com índices de refração diferentes o que faz com que a luz sofra reflexão total quando tenta passar do núcleo para a casca, quando isso acontece, ela é refletida de volta para o núcleo e assim percorre toda a extensão da fibra.

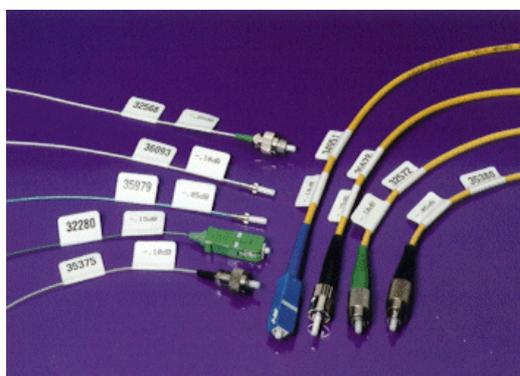


Figura 12 - Exemplos de cordões de fibras ópticas

A fibra ótica utiliza sinais de luz codificados para transmitir os dados, mas como todos os sistemas atuais de computação funcionam a base de elétrons (eletrônica) e não a base de fótons (fotônica) é necessário a conversão do sinal elétrico em luminoso antes da transmissão através da fibra. Isso é feito através de um conversor de sinais elétricos para sinais óticos, um transmissor, um receptor e um conversor de sinais óticos para sinais elétricos.

A atenuação das transmissões por fibra ótica não depende da frequência utilizada, portanto a taxa de transmissão é muito mais alta. É totalmente imune a interferências eletromagnéticas, não precisa de aterramento e mantém os pontos que liga eletricamente isolados um do outro. Entretanto, pode ocorrer dispersão modal se a fibra for multimodo.

A transmissão ótica está também sujeita à dispersão espectral ou cromática. A luz que passa na fibra é composta de diferentes frequências e comprimentos de onda. O índice de refração difere para cada comprimento de onda e permite às ondas viajarem a diferentes velocidades. Os LED's, que possuem um grande espalhamento de comprimento de onda, estão sujeitos a uma dispersão de espectro considerável. Os lasers exibem uma luz quase monocromática (número limitado de comprimentos de onda) e não sofre qualquer dispersão cromática significativa.

O padrão 10BaseF refere-se à especificação do uso de fibras óticas para sinais Ethernet. O conector mais usado com fibras óticas é o conector ST, similar ao conector BNC. No entanto, um novo tipo está ficando mais conhecido, o conector SC. Ele é quadrado e é mais fácil de usar em espaços pequenos.

➤ **Vantagens:**

- Perdas de transmissão baixa e banda passante grande: mais dados podem ser enviados sobre distâncias mais longas, desse modo se diminui o número de fios e se reduz o número de repetidores necessários nesta extensão, reduzindo o custo do sistema e complexidade.
- Pequeno tamanho e peso: vem resolver os problemas de espaço e congestionamento de dutos no subsolo das grandes cidades e em grandes edifícios comerciais. É o meio de transmissão ideal em aviões, navios, satélites, etc.
- Imunidade a interferências: não sofrem interferências eletromagnéticas, pois são compostas de material dielétrico, e asseguram imunidade a pulsos eletromagnéticos.
- Isolação elétrica: não há necessidade de se preocupar com aterramento e problemas de interface de equipamento, uma vez que é constituída de vidro ou plástico, que são isolantes elétricos.
- Segurança do sinal: possui um alto grau de segurança, pois não irradiam significativamente a luz propagada.
- Matéria-prima abundante: é constituída por sílica, material abundante e não muito caro. Sua despesa aumenta no processo requerido para fazer vidros ultrapuros desse material.

➤ **Desvantagens:**

- Fragilidade das fibras óticas sem encapsulamento: deve-se tomar cuidado ao se lidar com as fibras, pois elas quebram com facilidade.
- Dificuldade de conexões das fibras óticas: por ser de pequeníssima dimensão, exigem procedimentos e dispositivos de alta precisão na realização de conexões e junções.
- Acopladores tipo T com perdas muito grandes: essas perdas dificultam a utilização da fibra ótica em sistemas multiponto.
- Impossibilidade de alimentação remota de repetidores: requer alimentação elétrica independente para cada repetidor, não sendo possível a alimentação remota através do próprio meio de transmissão.
- Falta de padronização dos componentes óticos: o contínuo avanço tecnológico e a relativa imaturidade não têm facilitado o estabelecimento de padrões.
- Alto custo de instalação e manutenção.

❑ **Aplicações de Fibras Ópticas:**

- Sistemas de comunicação;
- Rede Telefônica: serviços de tronco de telefonia, interligando centrais de tráfego interurbano e interligação de centrais telefônicas urbanas;
- Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI): rede local de assinantes, isto é, a rede física interligando os assinantes à central telefônica local.
- Cabos Submarinos: sistemas de transmissão em cabos submarinos.
- Televisão por Cabo (CATV): transmissão de sinais de vídeo através de fibras ópticas.
- Sistema de Energia e Transporte: distribuição de energia elétrica e sistema de transmissão ferroviário.
- Redes Locais de Computadores: aplicações em sistemas de longa distância e locais. Na busca de padrões a fim de facilitar a conectividade e minimizar os custos de aquisição e implantação com fibras ópticas, foi desenvolvido o FDDI.
- Sistemas sensores
- Aplicações industriais: sistemas de telemetria e supervisão em controle de processos.
- Aplicações médicas: sistemas de monitoração interna ao corpo humano e instrumentação cirúrgica.
- Automóveis: monitoração do funcionamento do motor e acessórios.
- Aplicações militares

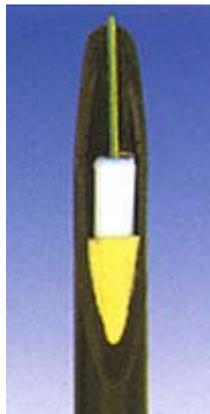


Figura 13 - Exemplo de cabo de fibra óptica

Como funciona a transmissão óptica

O sinal luminoso é transmitido para a fibra ótica sob a forma de pulso '0'/'1' representando uma seqüência de símbolos binários. As ondas passam através do núcleo da fibra, que é coberto por uma camada chamada cladding. A refração do sinal é controlada pelo desenho do cabo, os receptores e os transmissores. O sinal luminoso não pode escapar do cabo óptico porque o índice de refração no núcleo é superior ao índice de refração do cladding. Deste modo, a luz viaja através do cabo num caminho todo espelhado.

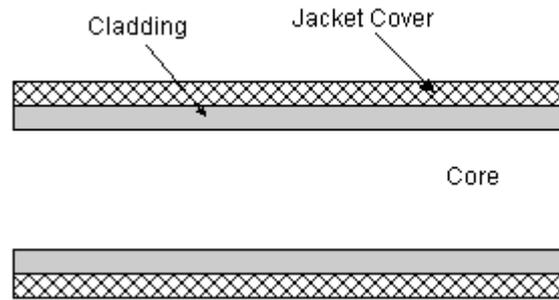


Figura 14 - Visão longitudinal de uma fibra óptica

A fonte emissora da luz é usualmente um laser ou um LED. Os lasers proporcionam para uma grande largura de banda um rendimento da capacidade que é significativamente maior do que outros métodos. Por exemplo, um cabo de dois fios tem um parâmetro de distância de largura de banda de 1Mhz/Km, um cabo coaxial tem 20 Mhz/Km, e a fibra óptica tem 400 Mhz/Km.

Há vários métodos para transmitir os raios luminosos através da fibra: multimodo com índice degrau, multimodo com índice gradual e monomodo.

Existem dois tipos de fibras ópticas são elas: Monomodo e Multimodo.

- **Fibras Ópticas Multimodo**

As fibras multimodo foram as primeiras a surgirem, e são classificadas quanto a relação entre os níveis de refração entre a casca e o núcleo. Elas são de dois tipos:

1. Multimodo com índice degrau: Esta fibra possui o núcleo feito por apenas um material, ou seja, com índice de refração constante. A principal consequência disso é uma menor capacidade de transmissão devido ao fenômeno de dispersão que causa vários “modos”. Sua largura de banda é de até 35 Mhz/km.
2. Multimodo com índice gradual: Esta fibra possui o núcleo composto por vários elementos com índices de refração diferentes, isto tenta diminuir a diferença de tempo de propagação diminuindo assim a dispersão dos vários “modos”. Sua largura de banda é de até 500 Mhz/km.

- **Fibra Óptica Multimodo com Índice Degrado**

Foi o primeiro tipo a surgir e é também o mais simples. Na fibra multimodo com índice degrado, o núcleo e o cladding estão claramente definidos. O núcleo é constituído de um único tipo de material (plástico, vidro), ou seja, tem índice de refração constante, e tem diâmetro variável, entre 50 e 400 mm. Os raios de luz refletem no cladding em vários ângulos, resultando em comprimentos de caminhos diferentes para o sinal. Isto causa o espalhamento do sinal ao longo da fibra e limita a largura de banda do cabo para aproximadamente 35 Mhz.km. Este fenômeno é chamado dispersão modal. A atenuação é elevada (maior que 5 dB/km), fazendo com que essas fibras sejam utilizadas em transmissão de dados em curtas distâncias e iluminação.

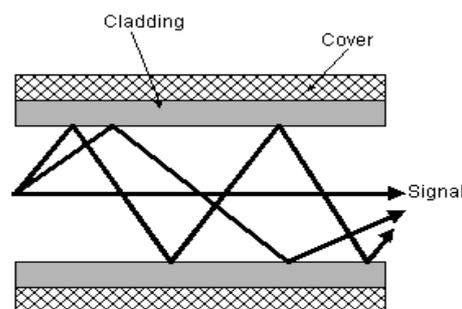


Figura 15 - fibra óptica multimodo com índice degrado

- **Fibra Ótica Multimodo com Índice Gradual**

Na fibra ótica multimodo com índice gradual, a interface núcleo/cladding é alterada para proporcionar índices de refração diferentes dentro do núcleo e do cladding. Os raios de luz viajam no eixo do cabo encontrando uma grande refração, tornando baixa sua velocidade de transmissão. Os raios que viajam na direção do cabo tem um índice de refração menor e são propagados mais rapidamente. O objetivo é ter todos os modos do sinal à mesma velocidade no cabo, de maneira a reduzir a dispersão modal. Essa fibra pode ter larguras de banda de até 500 Mhz.km. O núcleo tem, tipicamente, entre 125 e 50 mm e a atenuação é baixa (3 dB/km), sendo por esse motivo empregada em telecomunicações.

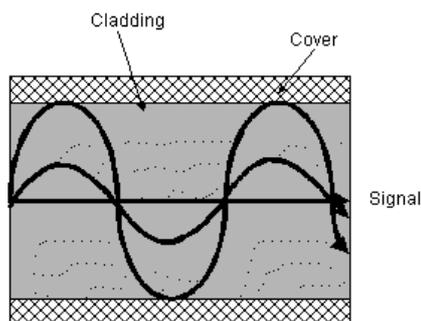


Figura 16 - fibra ótica multimodo com índice gradual

- **Fibras Óticas Monomodo**

Nas fibras monomodo a luz percorre a fibra em apenas “um modo” o que diminui a dispersão do sinal e evita o problema que possuem as fibras multimodo. Sua principal característica é a pequena dimensão do núcleo e, por possuir uma menor dispersão, atinge larguras de banda de até 1Ghz/km.

O tamanho do núcleo, 8 micrometros (μm) de diâmetro, e o índice núcleo/cladding permite que apenas um modo seja propagado através da fibra, conseqüentemente diminuindo a dispersão do pulso luminoso. A emissão de sinais em fibras óticas monomodo é possível com LED's ou laser, podendo atingir taxas de transmissão na ordem de 100 GHz.km, com atenuação entre 0,2 dB/km e 0,7 dB/km. Contudo, o equipamento como um todo é mais caro que o dos sistemas multimodo. Essa fibra possui grande expressão em sistemas telefônicos e interligação de redes em localidades distantes.

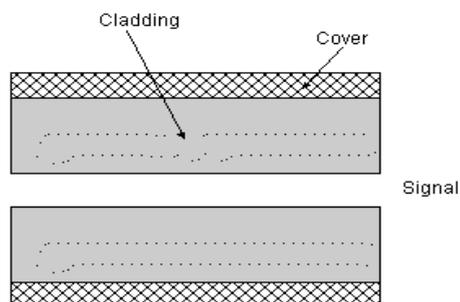


Figura 17 - fibra ótica monomodo

Fibra Ótica X Cobre

O grande ponto da discussão sobre qual meio de transmissão utilizar está concentrado nas capacidades e limitações do cobre e da fibra ótica nas redes de computadores atuais. Muitas concepções erradas têm encoberto os fatos à cerca das capacidades e da facilidade que hoje já existe em utilizar a fibra.

Os melhoramentos da tecnologia, juntamente com a redução do seu custo, têm feito da fibra ótica uma opção viável para redes de alta performance, em substituição aos caros cabos de cobre.

A fibra ótica tem vantagens e desvantagens em relação aos cabos de cobre. Ela pode gerenciar larguras de banda muito maiores do que o cobre. Apenas essa característica justificaria seu uso nas redes de última geração, embora o cobre domine na atual planta instalada de telecomunicações.

Devido à baixa atenuação, os repetidores óticos só são necessários a cerca de 30Km de distância, o que em comparação com o cobre, representa uma economia significativa. A fibra também tem a vantagem de não ser afetada por picos de voltagem ou interferência magnética. Ela também está imune à ação corrosiva de alguns elementos químicos e, conseqüentemente, adapta-se muito bem a áreas industriais.

Além disso, a fibra é mais leve que o cobre. Mil pares trançados com 1 Km de comprimento pesam aproximadamente 8Ton. Duas fibras têm mais capacidade e pesam cerca de apenas 100Kg, reduzindo de maneira significativa a necessidade de sistemas mecânicos de suporte, cuja manutenção é extremamente cara. Nas novas rotas, as fibras têm preferência por terem um custo de instalação muito mais baixo.

Por fim, as fibras não desperdiçam luz e dificilmente são interceptadas. Por essas razões, trata-se de uma alternativa muito mais segura contra possíveis escutas telefônicas.

A razão para que a fibra seja melhor do que o cobre é inerente às questões físicas subjacentes a esses dois materiais. Quando os elétrons se movem dentro de um fio, eles afetam um ao outro e, além do mais, são afetados pelos elétrons existentes fora do fio. Os fótons de uma fibra não afetam um ao outro (não têm carga elétrica) e não são afetados pelos fótons dispersos existentes do lado de fora da fibra.

Como desvantagens em relação ao cabo metálico, os cabos de fibra ótica e conectores são muito difíceis de instalar e as interfaces de fibra são mais difíceis de se montar e mais caras do que as interfaces elétricas. Os custos dos componentes para fibra ótica (máquinas de fusão, testes, etc, ainda são muito caros e de utilização altamente especializada).

- **Wireless Transmission (Transmissão sem fio)**

A transmissão sem fio pode ser feita por raios infravermelhos, lasers, microondas (radiação eletromagnética de comprimento de onda um pouco superior ao infravermelho) e rádio, não requerendo um meio físico.

A comunicação a laser ou infravermelho é totalmente digital e altamente direcional tornando-a praticamente imune a grampos ou interferências. Porém, dependendo da onda escolhida, chuva e neblina podem fazer com que haja interferência.

Para comunicação distante, a transmissão por radiofrequência ou microondas é uma boa alternativa. Antenas parabólicas podem transmitir para outras antenas a dezenas de quilômetros. Quanto mais alta a antena, maior o alcance. Os sinais transmitidos podem se dividir e propagar por caminhos ligeiramente diferentes. Quando esses sinais se recombinaem, surgem as interferências reduzindo a potência do sinal. A propagação pode ser prejudicada devido a tempestades ou outros fatores atmosféricos.

Neste tipo de transmissão (radiofrequência), os pacotes de informações são enviados pelo ar utilizando-se de canais de frequência de rádio (que variam de Kiloherztz até Gigahertz) ou por sinais infravermelhos (frequência na casa dos Terahertz). O ar funciona como um meio para os sinais eletromagnéticos se propagarem. Podem transmitir tanto sinais analógicos como digitais.

Com o grande avanço na utilização de Laptops, Palmtops, etc. existe uma tendência dos meios de comunicação de se concentrarem em fibras ópticas e wireless.

As transmissões sem fio são baseadas na propagação de ondas eletromagnéticas no espaço. Ela só necessita de meios físicos nas estações transmissora e receptora e em estações repetidoras intermediárias.

Os sistemas são divididos de acordo com a porção do espectro que utilizam, que também determina sua banda. A distribuição geral do espectro eletromagnético entre distintos serviços para exploração é determinada por entidades governamentais de cada país.

Quando os elétrons se movem eles criam ondas eletromagnéticas que podem se propagar através do espaço e mesmo no vácuo. Estas ondas foram previstas pelo alemão Heinrich Hertz em 1887.

O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado de sua frequência e medido em Hz (em homenagem ao alemão Hertz).

- **Rádio**

As propriedades das ondas de rádio dependem de sua frequência. Com frequências baixas, as ondas de rádio podem passar bem por obstáculos. Em altas frequências as ondas tendem a viajar em linhas finas (feixes pequenos), porém tendem a contornar obstáculos.

As ondas de rádio são muito usadas na comunicação porque são fáceis de gerar, propagam-se em todos os sentidos, transmitem sobre largas áreas geográficas e penetram em vários tipos de materiais. Os seus problemas principais estão na dependência da frequência utilizada. Se for baixa, as ondas de rádio seguem a curvatura da Terra, podendo não chegar ao seu destino devido à perda de potência com a distância percorrida. Se for alta, as ondas de rádio viajam em linha reta em direção à ionosfera, onde são refletidas para a Terra, o que permite a comunicação entre dois pontos ainda mais afastados por causa de uma perda de potência mais lenta, porém sujeitas à interferência.

No entanto, as ondas de rádio não são um meio confiável de transmissão, pois são bastante susceptíveis a interferências elétricas e magnéticas, bem como a interferências causadas por objetos ou fenômenos naturais (ex: chuva).

A radiodifusão é bastante útil para interconexão entre redes locais distantes entre si e que mantém níveis elevados de tráfego, já que este meio de transmissão é capaz de oferecer largura de banda maior, suprimindo assim as necessidades que não poderiam ser consolidadas por circuitos telefônicos.

- **Raios Infravermelhos**

O mais comum exemplo da utilização dos raios infravermelhos está nas nossas casas, através dos controles remotos de televisão, vídeo, etc. Têm como vantagens principais o baixo custo e facilidade de construção, mas pecam por não poderem atravessar grande parte dos materiais. No entanto, essa desvantagem também pode ser tornada útil, através do seu uso em, por exemplo, redes locais dentro do mesmo espaço. Desta maneira, qualquer novo dispositivo que suporte a comunicação via infravermelho pode participar na rede tendo, apenas, de estar no mesmo espaço.

- **Microondas**

Este tipo de meio de transmissão é muito usado na comunicação telefônica entre grandes distâncias, nos telefones celulares, etc. É barato e fácil de implementar, mas é muito susceptível a fenômenos elétricos, magnéticos e atmosféricos (ex: chuva).

Rádio enlaces de alta frequência (GHz) usam antenas parabólicas. A transmissão é feita em um feixe muito fino e pode alcançar longas distâncias, porém necessitando de visada direta. Este tipo de transmissão é influenciado pela geografia. Para frequências acima de 10 GHz o sinal é

influenciado pelas condições atmosféricas (chuva, neve, nevoeiro, etc.). A velocidade de propagação é próxima a da luz.

Apesar de tudo, incluindo o aparecimento das fibras ópticas, a sua utilização ainda é grande.

- **Satélite**

Um satélite de comunicações é um repetidor no céu. Ele contém um ou mais transponders. Cada qual "ouve" uma porção do espectro, amplifica o sinal e o difunde em outra frequência.

Eles podem operar nas seguintes faixas: 4 a 6 Ghz, 12 a 14 Ghz e 20 a 30 Ghz.

Quanto maiores as frequências de transmissão, menor é o comprimento de onda e, portanto, menores serão as antenas para transmissão e recepção. Com isto se tem grande facilidade de mobilidade.

Este é um meio de transmissão adequado para ligações ponto a ponto e multiponto, e, devido a sua altíssima confiabilidade em relação aos outros meios não guiados citados anteriormente, torna-se adequado também para aplicações que não admitem erros, como por exemplo, aplicações bélicas.

➤ **Vantagens:**

- Grande largura de banda disponível;
- Cobertura de grandes áreas;
- Todos usuários têm as mesmas possibilidades de acesso;
- Facilidade de utilização em comunicações móveis;
- Superação de obstáculos naturais.

➤ **Desvantagens:**

- Alto investimento inicial;
- Aspectos institucionais, legais e regulamentais;
- Dificuldades e alto custo de manutenção em relação a outros meios;
- Necessidade de um veículo de lançamento;
- Elevado tempo de trânsito da informação. Existe um considerável retardo de propagação (da ordem de 250 ms);
- Pequena vida útil (8 a 10 anos). O principal fator limitante para a vida útil é o combustível usado para corrigir a sua posição na órbita, esta, alterada de acordo com os movimentos da Terra e da lua;
- A operação de terminais portáteis exige uma antena no satélite de grande dimensão (da ordem ou mesmo superior a 20 metros);
- Ângulo de elevação pequeno da cobertura de regiões de alta latitude, implicando em maior bloqueio do sinal nas áreas urbanas;

Em vista de tais problemas, as soluções propostas atualmente têm por base a tecnologia de satélites de pequena dimensão e a operação em órbitas baixas. A desvantagem de soluções desta natureza é a necessidade de utilizar uma constelação com um maior número de satélites para cobrir uma determinada área. Entretanto, esta desvantagem é atenuada pela redução na dimensão e na complexidade dos satélites, menor atenuação de propagação e possibilidade de operar com terminais portáteis.

ANEXOS

Tabelas Comparativas

	UTP: Par Trançado Sem Blindagem	STP: Par Trançado Blindado
Características	É composto por pares de fios sendo que cada par é isolado um do outro e todos são trançados juntos dentro de uma cobertura externa. Não havendo blindagem física interna, sua proteção é encontrada através do "efeito de cancelamento", onde mutuamente reduz a interferência eletromagnética de radiofrequência.	Possui uma blindagem interna envolvendo cada par trançado que compõe o cabo, cujo objetivo é reduzir a diafonia. Um cabo STP geralmente possui 2 pares trançados blindados, uma impedância característica de 150 Ohms e pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 metros de cabo.
Vantagens	Flexibilidade e espessura dos cabos Simplicidade	Alta taxa de sinalização Pouca distorção do sinal
Desvantagens	Necessidade de outros equipamentos como hubs Susceptibilidade à interferência e ao ruído, incluindo "cross-talk" de fiação adjacente	A blindagem causa uma perda de sinal que torna necessário um espaçamento maior entre os pares de fio e a blindagem, o que causa um maior volume de blindagem e isolamento, aumentando consideravelmente o tamanho, o peso e o custo do cabo.

	Coaxial Fino	Coaxial Grosso
Características	CABO COAXIAL BANDA BASE ou 10BASE2, é utilizado para transmissão digital, sendo o meio mais largamente empregado em redes locais. O sinal é injetado diretamente no cabo. A topologia mais usual é a topologia em barra. A impedância utilizada nesta modalidade de transmissão é de 50 Ohms.	CABO COAXIAL BANDA LARGA ou 10BASE5, é utilizado para transmissão analógica. Possui uma blindagem geralmente de cor amarela. Esse cabo tem uma cobertura plástica protetora extra que ajuda manter a umidade longe do centro condutor. Isso torna o cabo coaxial grosso uma boa escolha quando se utiliza grandes comprimentos numa rede de barramento linear. A impedância utilizada nesta modalidade de transmissão é de 75 Ohms.
Vantagens	É maleável Fácil de instalar Sofre menos reflexões do que o cabo coaxial grosso, possuindo maior imunidade a ruídos eletromagnéticos de baixa frequência.	Comprimento maior que o coaxial fino É muito utilizado para transmissão de imagens e voz.
Desvantagens	Limitação no comprimento máximo	Instalação mais difícil
Observações	A especificação 10BASE2 refere-se à transmissão de sinais Ethernet utilizando esse tipo de cabo. O 2 informa o tamanho máximo aproximado do cabo como sendo de 200 metros. Na verdade, o comprimento máximo é 185 metros.	A especificação 10BASE5 refere-se à transmissão de sinais Ethernet utilizando esse tipo de cabo. O 5 informa o tamanho máximo aproximado do cabo como sendo de 500 metros.

Dados Técnicos	Coaxial Fino	Coaxial Grosso
Impedância	50 ohms	75 Ohms
Tamanho Max de Segmento	185 metros	500 metros
Tamanho Mín de Segmento	0,45 metros	2,5 metros
Número Máx de Segmentos	5	5
Tamanho Máximo Total	925 metros	2.500 metros
Capacidade	30 equipamentos/segmento	1500 canais com 1 ou + equipamentos por canal
Acesso ao meio	CSMA/CD	FDM
Taxa de Transmissão de Dados	1 a 50 Mbps (depende do tamanho do cabo)	100 a 150 Mbps (depende do tamanho do cabo)
Modo de Transmissão	Half-Duplex- Código Manchester	Full-duplex
Transmissão	Por pulsos de corrente contínua	Por variação em sinal de freq. de rádio
Imunidade EMI/RFI	50 dB	85 dB
Instalação	Facilitada (cabo fino e flexível)	peçoal especializado

Tabela Comparativa de características - Fibra Óptica X Cobre	
Banda Passante	A transmissão em fibras ópticas é realizada em frequências ópticas portadoras na faixa espectral de 10 elevado a 14 a 10 elevado a 15 Hz(100 a 1000 THz). Isto significa uma capacidade de transmissão potencial, no mínimo 10.000 vezes superior, por exemplo, à capacidade dos atuais sistemas de microondas e cabos de cobre.
Perdas de transmissão	As fibras ópticas apresentam perdas de transmissão extremamente baixas, desde atenuações típicas da ordem de 3 a 5 dB/Km. Os cabos de cobre apresentam atenuações até 10 vezes maiores
Imunidade a interferência e ao ruído	As fibras ópticas, por serem compostas de material dielétrico, ao contrário dos cabos metálicos, não sofrem interferências eletromagnéticas. Isto permite uma operação satisfatória dos sistemas de transmissão por fibras ópticas mesmo em ambientes eletricamente ruidosos.
Isolação elétrica	O material dielétrico (vidro ou plástico) que compõe a fibra óptica oferece uma excelente isolação elétrica entre os transeptores ou estações interligadas. Ao contrário dos cabos metálicos, as fibras ópticas não têm problemas com o aterramento e interfaces dos transeptores. Quando um cabo de fibra óptica é danificado não existem faíscas de curto-circuito.
Tamanho e peso	As fibras ópticas têm dimensões comparáveis com as de um fio de cabelo humano. Mesmo considerando-se os encapsulamentos de proteção, o diâmetro e o peso dos cabos ópticos são bastante inferiores aos dos equivalentes cabos metálicos.
Segurança da informação e do sistema	As fibras ópticas não irradiam significativamente a luz propagada, implicando um alto grau de segurança para a informação transportada. Qualquer tentativa captação de mensagens ao longo de uma fibra óptica é facilmente detectada, pois exige o desvio de uma porção considerável de potência luminosa transmitida. A mesma segurança não é proporcionada pelo cabo metálico (escuta telefônica).
Flexibilidade na expansão da capacidade dos sistemas	Os sistemas de transmissão por fibras ópticas podem ter sua capacidade de transmissão aumentada gradualmente, em função, por exemplo, do

	tráfego, sem que seja necessária a instalação de um novo cabo óptico. Basta para isso melhorar o desempenho dos transceptores. As redes de cabos metálicos necessitam de grande investimento em infra-estrutura.
Custos de Fabricação	O vidro com que as fibras ópticas são fabricadas é feito principalmente a partir do quartzo, um material que, ao contrário do cobre, é abundante na crosta terrestre. Embora a obtenção de vidro ultrapuro envolva um processo sofisticado, ainda relativamente caro, a produção de fibras ópticas em larga escala tende gradualmente a superar esse inconveniente.
Resistência a agentes químicos e variações de temperaturas	As fibras ópticas, por serem compostas basicamente de vidro ou plásticas, têm uma boa tolerância a temperaturas, favorecendo sua utilização em diversas aplicações. Além disso, as fibras ópticas são menos vulneráveis à ação de líquidos e gases corrosivos comparativamente aos cabos de cobre, contribuindo assim para uma maior confiabilidade e vida útil dos sistemas.
Fragilidade de manuseio	O manuseio de uma fibra óptica "nua" é bem mais delicado que no caso dos fios metálicos.
Dificuldade de conexão das fibras ópticas	As pequenas dimensões das fibras ópticas exigem procedimentos e dispositivos de alta precisão na realização das conexões e junções.
Acopladores tipo T com perdas muito altas	É muito difícil se obter acopladores de derivação tipo T para fibras ópticas com baixo nível de perdas do que com cabo metálico. Isso repercute desfavoravelmente, por exemplo, na utilização de fibras ópticas em sistemas multiponto.
Impossibilidade de alimentação remota de repetidores	Os sistemas com fibras ópticas requerem alimentação elétrica independente para cada repetidor, não sendo possível a alimentação remota através do próprio meio de transmissão.
Falta de padronização dos componentes ópticos	A relativa imaturidade e o contínuo avanço tecnológico não tem facilitado o estabelecimento de padrões para os componentes de sistemas de transmissão por fibras ópticas. Os componentes para redes de cobre têm suas especificações já fundamentadas no meio industrial.

Bibliografia

<http://www.ccuac.unicamp.br/treinamentos/interativo/admunix/tsld035.htm>

http://penta.ufrgs.br/Eunice/r_enlac.html

<http://king.inf.ufrgs.br/aplic/tutoriais/redes972/tiago/meiostr.html>

http://proenca.uel.br/curso-redes-graduacao/1999/trab-01/equipe-06/meios_trans.htm

<http://proenca.uel.br/curso-redes-graduacao/1998/trab-01/equipe-02/meios.htm>

http://student.dei.uc.pt/~pcsantos/trav/trav_1/meio6.html