

Redes de Comunicação III

Meios Físicos e Cablagens

- Diapositivos adaptados de
 - Edmundo Monteiro / Fernando Boavida
 - Universidade de Coimbra

Objectivos

- Discussão das principais tecnologias para instalação de cablagens privadas, tendo em conta:
 - relação custo/benefício
 - capacidade
 - longevidade
 - normalização

Sumário

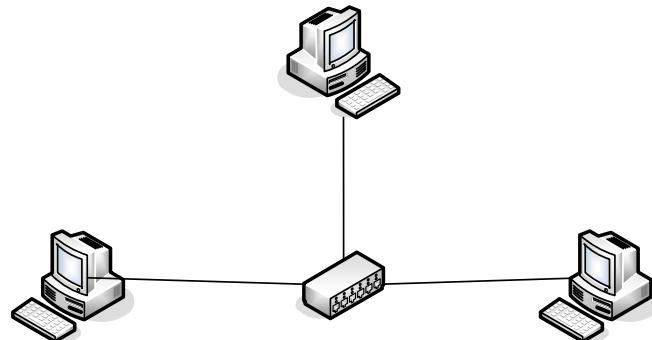
- Topologias e meios físicos
- Normas de cablagem
- Subsistemas de cablagem
- Especificação de componentes
- Tratamento das blindagens
- Testes e certificação das cablagens

Cablagem

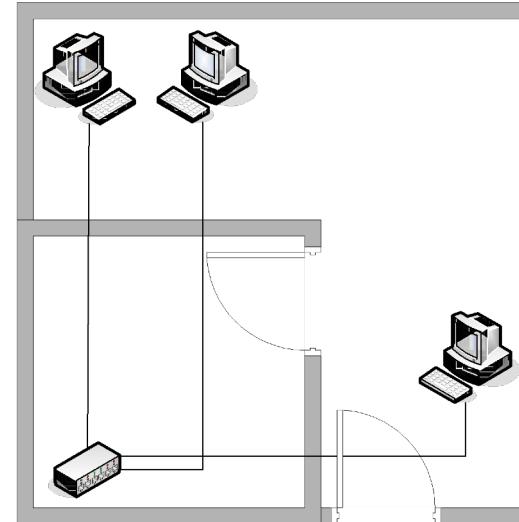
- Topologia
 - Topologia física
 - Define a localização real de todos os componentes de uma rede, tipicamente numa planta;
 - Determina em que local específico serão instaladas tomadas, bastidores ou cabos e é definida durante o planeamento e projeto
 - É condicionada pela geometria do edifício e pela funcionalidade de cada espaço.
 - Topologia lógica
 - Indica a forma de interligação dos vários elementos de rede abstraindo-se da sua localização física;
 - É determinada pelo tipo de tecnologia a utilizar

Cablagem

Topologia lógica – identifica as tecnologias, aplicações e a forma como a informação é processada na rede.



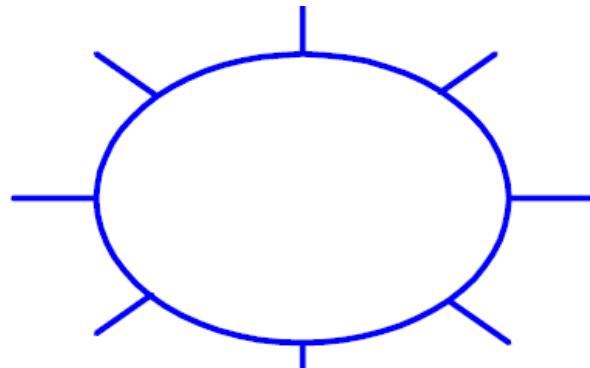
Topologia Física – identifica a localização dos elementos



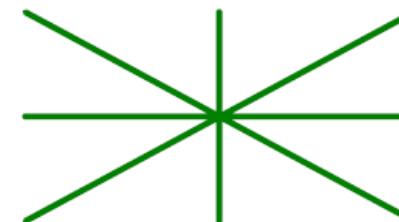
Tipos de Topologia Lógica

- **Bus** – o meio físico forma um barramento ao qual se ligam os pontos de acesso
- **Estrela** – Todos os pontos de rede estão ligados a um ponto central – típico em LANs Ethernet de pequena dimensão.
- **Anel** – os pontos de acesso ligam-se a um barramento em anel que fica fechado
- **Árvore** – Resulta da interligação de vários sistemas em estrela, de forma hierárquica – típico em LANs Ethernet com alguma dimensão
- **Malha** – Todos os pontos ligam-se entre si
- **Mistas** – Combinação de diferentes topologias.

Topologias de cablagem



Anel

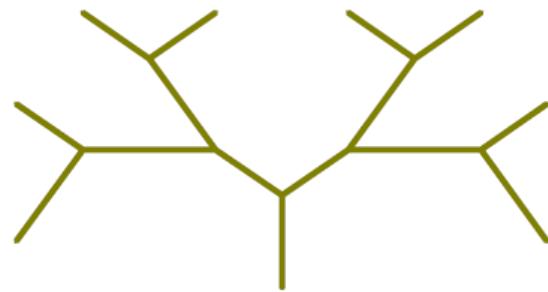


Estrela

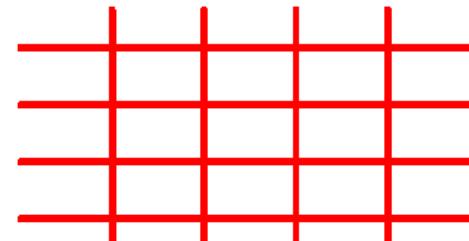


BUS

Topologias de cablagem

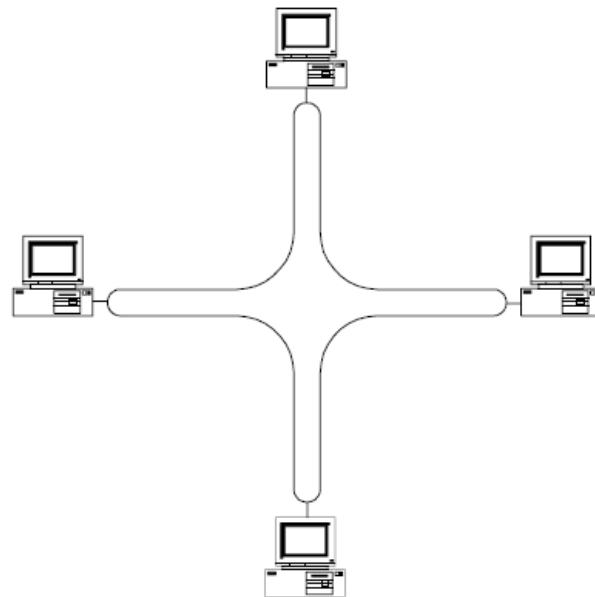


Árvore

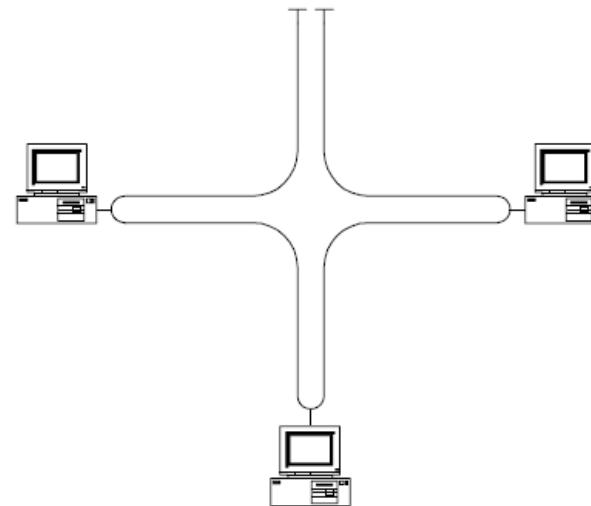


Malha

Topologias de cablagem e de rede



Anel reconfigurado em estrela



Bus reconfigurado em estrela

Componentes de uma LAN

- Equipamentos passivos – todos aqueles que não são capazes de criar ou terminar a informação:
 - Meios físicos de transmissão: cablagens metálicas, fibra, sem fios
 - Bastidores (distribuidores)
 - Calhas, esteiras, tomadas, conetores, etc.
- Equipamentos ativos – todos aqueles capazes de originar, terminar ou alterar a informação.
 - Computadores, Servidores, Impressoras, Routers, Switchs, Hubs, ...
- Aplicações – programas informáticos que prestam serviços aos utilizadores finais ou que lhes servem de suporte

Cablagens

- Conjunto dos equipamentos passivos
 - cabos, tomadas, armários de distribuição e interligação, etc.
- Destinados ao suporte físico das infra-estruturas de comunicações
- Permitem a interligação dos equipamentos activos
 - routers, bridges, comutadores, etc.

Meios físicos de transmissão

- Condutores metálicos
 - Constituídos por um ou vários pares de fios com boa condutibilidade elétrica, tipicamente cobre.
 - Os fios estão entrelaçados e isolados por materiais isolantes como o PVC
 - Mais comuns:
 - Cabos de pares entrançados UTP
 - Cabos de pares entrançados STP
- Condutores em fibra ótica
 - Utilizam sinais de luz em vez de sinais elétricos
 - O material é um tipo de vidro

Meios físicos de transmissão

- Condutores metálicos
 - Condutores aéreos
 - Cabos simples
 - Pares entrançados
 - Cabos coaxiais
- Fibras ópticas
 - Multimodo
 - Monomodo

Meios físicos de transmissão (cont.)

- Meios sem fios
 - Micro-ondas
 - Ligações rádio
 - Ligações por infra-vermelhos
 - Ligações laser

Condutores aéreos

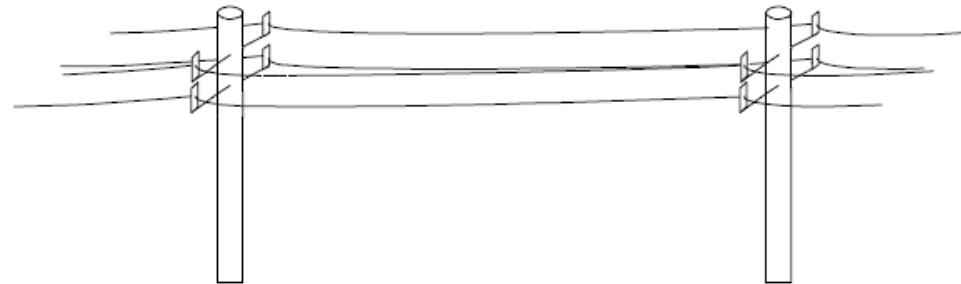
- Par de cobre nu
 - Já não utilizado
- Débitos baixos - < 19,2 kbps, 50 m

Cabos simples

- 2 ou mais condutores de cobre, envolvidos por isolante e
 - agrupados em feixe, com isolamento exterior
 - ou dispostos lado-a-lado em faixa (flat cable)
- Blindagem exterior opcional em fita ou malha metálica
- Distâncias curtas, centenas de kbps
- Um dos condutores é terra de sinal
- Blindagem liga-se à terra de protecção
- Ruído térmico
- Interferências electromagnéticas externas – atenuadas se houver blindagem
- Diafonia (cross-talk) – interferência entre sinais eléctricos de pares adjacentes
 - limitam débito e distância

Condutores metálicos

Linhas de condutores aéreos



Cabos simples



Par simples



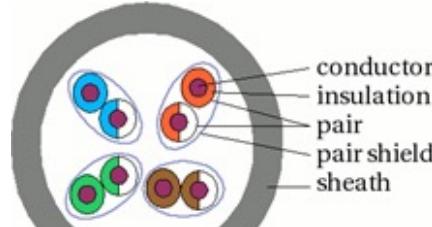
Flat cable

Condutores metálicos – Pares entrançados

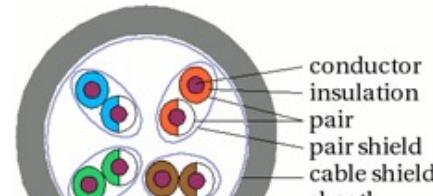


- São os mais utilizados em LANs com fios Ethernet.
- Boa resistência a interferências eletromagnéticas: Os pares são enrolados em torno de si próprios. As interferências afetam os dois fios de forma igual pelo que a diferença de potencial se mantém
- Podem ser sem blindagem: Unshielded Twisted Pair (UTP), ou com blindagem: Shielded Twisted Pair (STP)
- Os cabos UTP e STP têm 4 pares de fios entrançados;

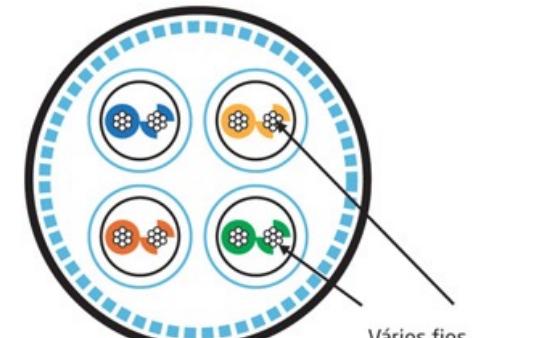
Cabos de Pares Entrençados



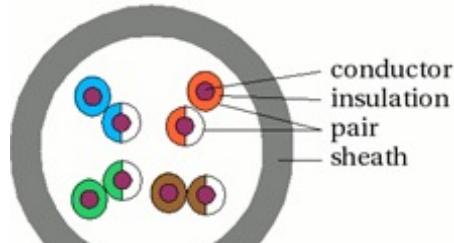
STP (ou STP-A)



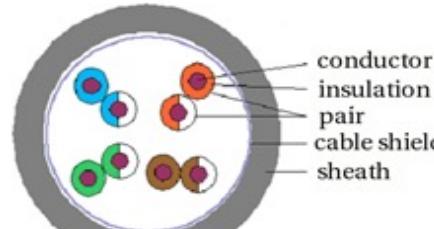
SSTP (ou SFTP)



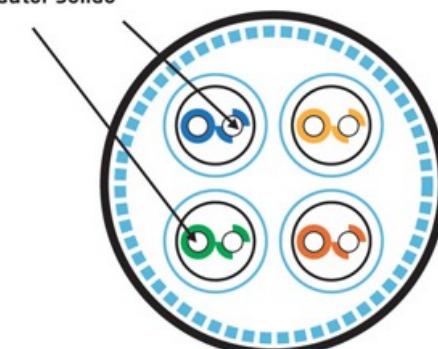
Um fio
Condutor Sólido



UTP

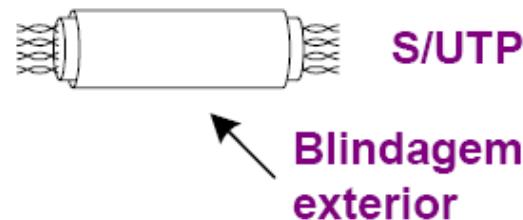
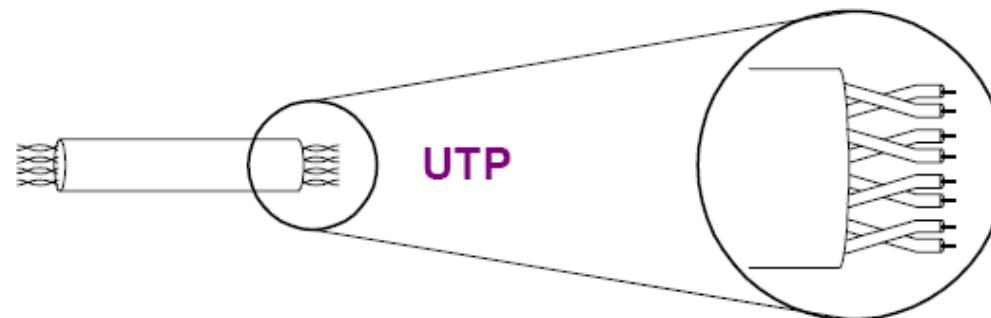


S/UTP (ou FTP)



Condutores metálicos (cont.)

Cabos de pares entrançados



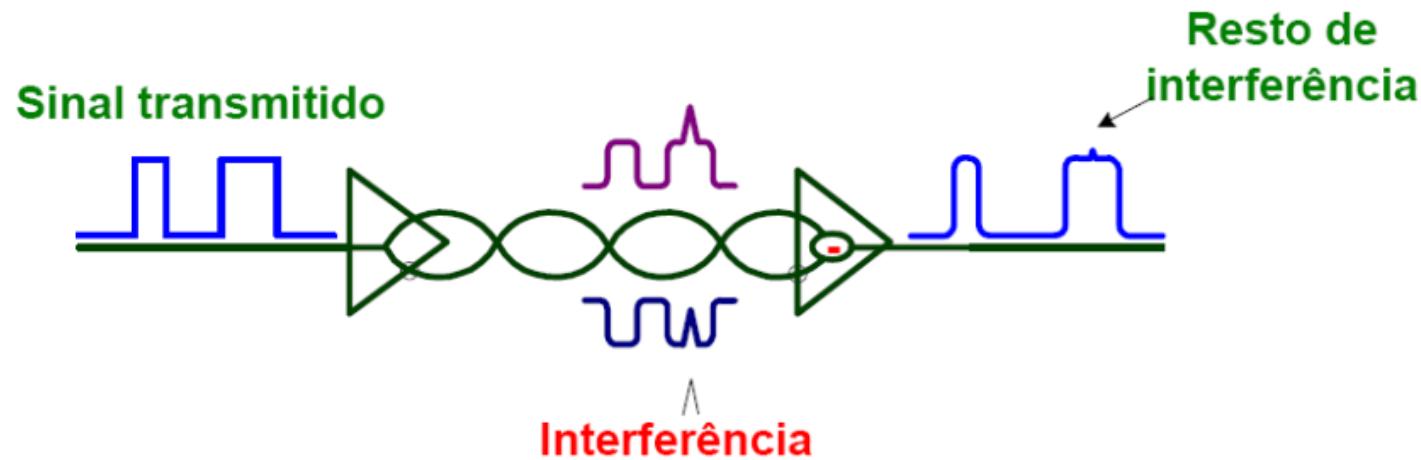
Cabo coaxial



Cabos de pares entrançados

- Pares de cobre com isolamento individual enrolados sobre si próprios
 - 1 dos fios é terra de sinal
 - Transmissão diferencial – sinal original/sinal invertido
- Interferências cancelam-se/atenuam-se
- Reduz radiação electromagnética gerada pelo próprio cabo
- Blindagens individuais opcionais
- Blindagem colectiva opcional

Interferência na transmissão diferencial sobre par entrançado

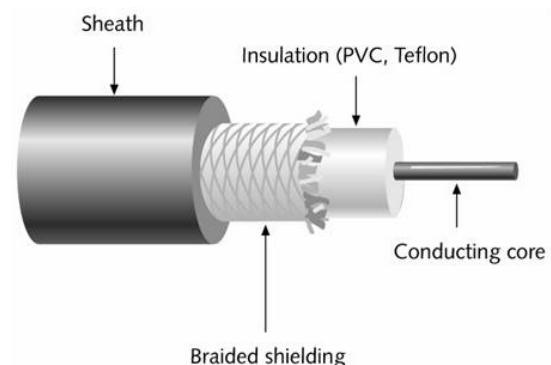


Cabos de pares entrançados

- Utilização típica
 - Redes de voz para edifícios
 - Acesso de assinante da rede telefónica
 - Transmissão de dados a distâncias de alguns km a débitos da ordem das centenas de kbps (mais recentemente Mbps)
 - Transmissão de dados em edifícios até 100 m e débitos da ordem dos Gbps
- Efeito peculiar – circulação de corrente na periferia à medida que aumenta a frequência do sinal, aumentando a sua atenuação

Cabos coaxiais

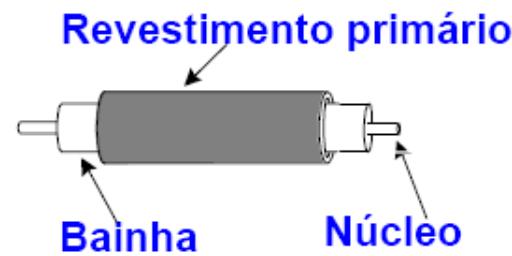
- Sinais transmitidos num condutor metálico, tipicamente cobre, instalado no centro do cabo e envolvido por material isolante e uma malha metálica que funciona como terra;
- O diâmetro do condutor é superior ao dos fios de cobre UTP ou STP e por isso tem maior capacidade de transmissão (vários Gbps);
- São muito utilizados em sistemas de difusão de sinais de TV (p.e. redes de TV por cabo).



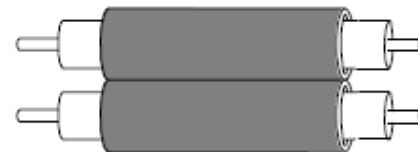
Fibra óptica

- Codificação de um feixe de luz
- Emissor: LED, laser
- Receptor: fotodíodo, fototransístor
- Núcleo e baínha em vidro de silício
- Índice de refracção do núcleo maior
- Exterior da baínha com revestimento protetor
- 75 Tbps, mas equipamentos não acompanham
- Cabos constituídos por várias fibras, com elementos adicionais de protecção e resistência (tensores)
- Imunidade a interferências electromagnéticas
- Proteção contra escutas – derivação física danifica a fibra

Fibras óticas



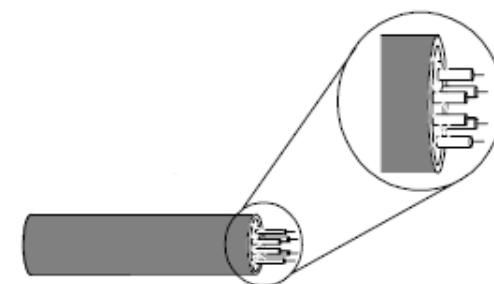
Cabo de duas fibras



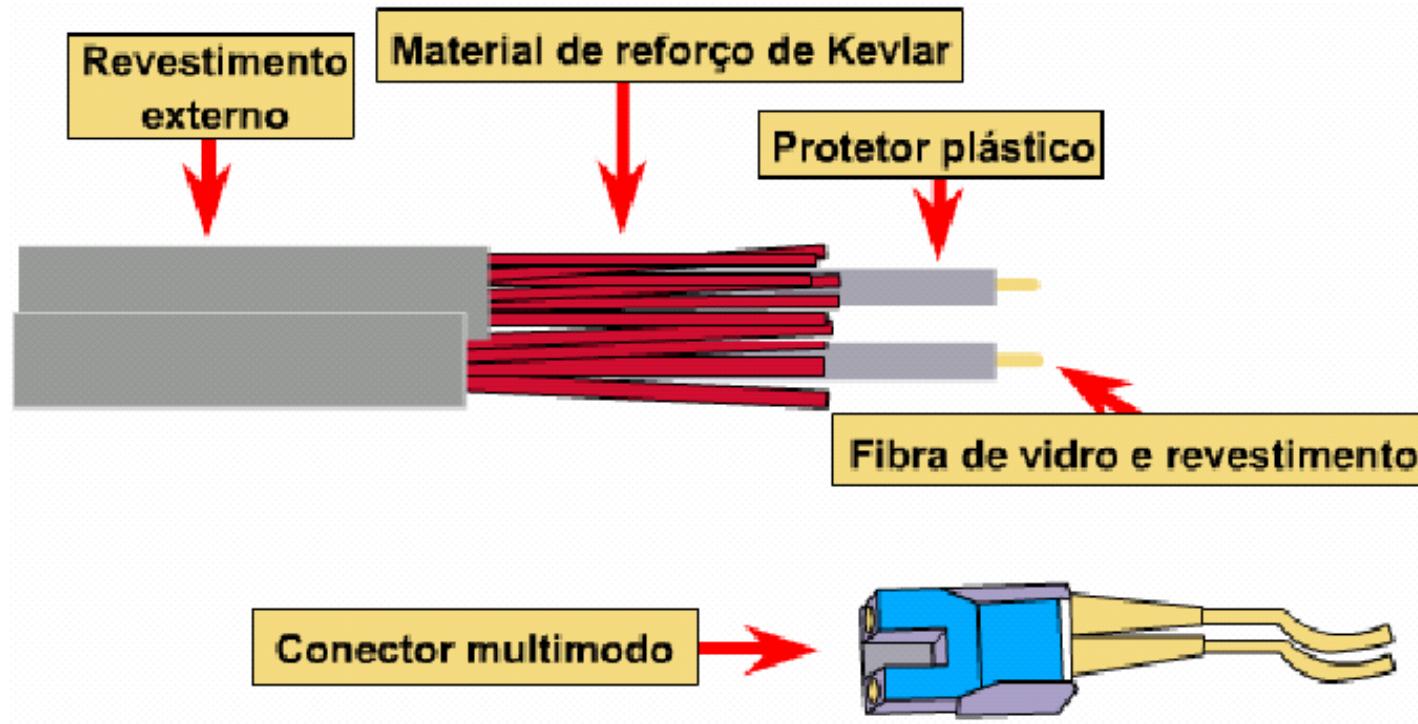
Cabo multifibra



Com protecção envolvente

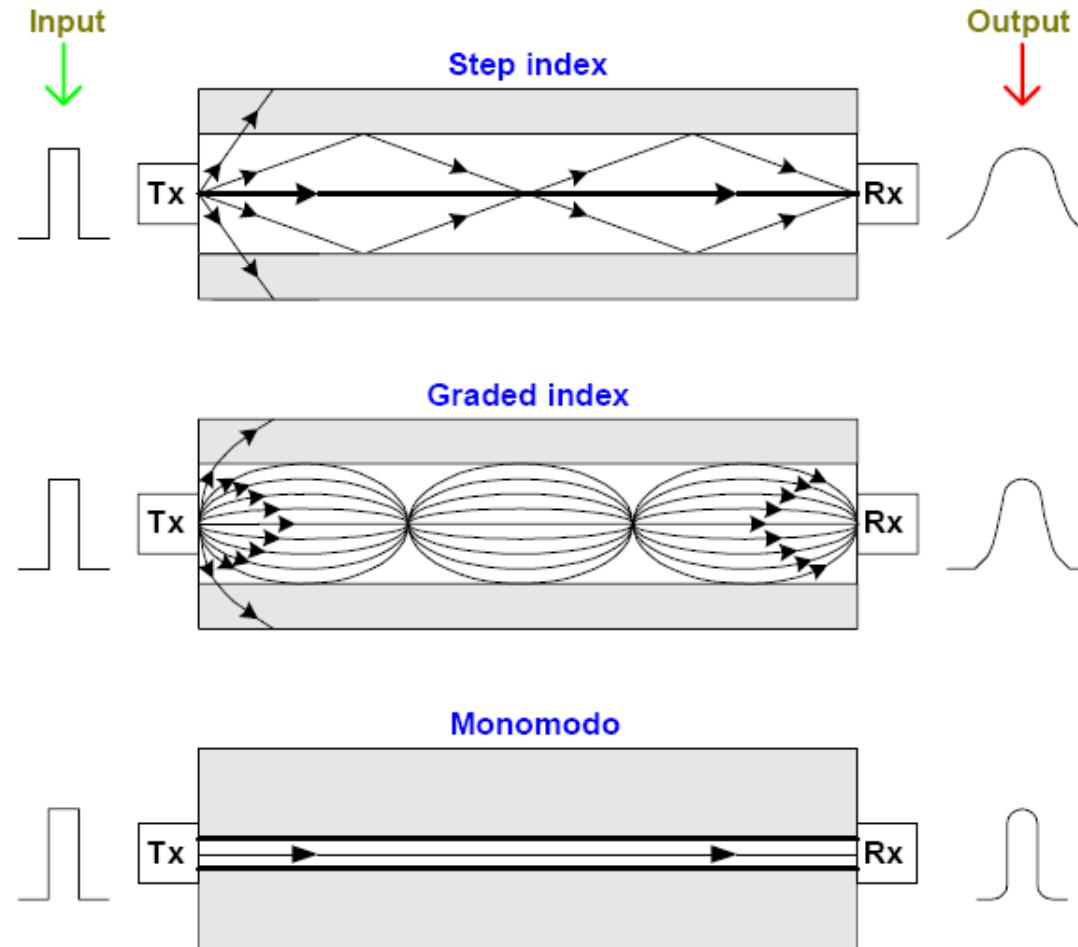


Cabo de fibra óptica



- Velocidade e throughput: 100+ Mbps.
- \$ médio por nó: muito caro.
- Meios e tamanho do conector: pequeno.
- Comprimento máximo do cabo: Até 2km.
- Modo único: um feixe de luz gerado por lasers.
- Multimodo: vários feixes de luz gerada por LED

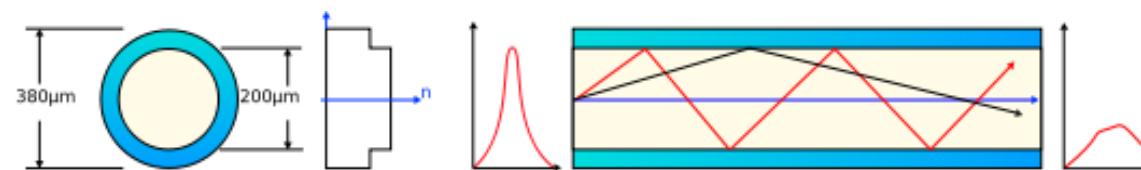
Dispersão modal em fibras óticas



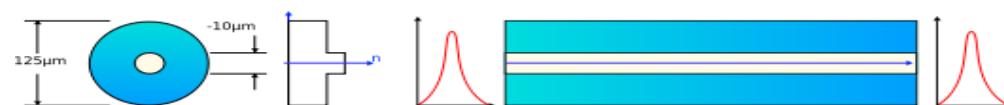
Cabo de fibra ótica

- Multimodo
 - núcleo maior ($>50 \mu\text{m}$)
 - o sinal viaja por múltiplos feixes, dispersando-se. Por isso, o débito e distância alcançados são menores;
 - a transmissão é afectada por dispersão multimodal (espalhamento no tempo)
 - ligações mais simples
 - menor custo
- Monomodo
 - núcleo menor (3 a 10 μm)
 - sinal só tem um percurso possível
 - alcança maiores distâncias (dezenas de Km) e débitos (já se obtiveram centenas de Gbps)
 - não é afectada por dispersão modal
 - ligações mais delicadas
 - mais cara

Multimodo



Monomodo



Fibras óticas (exemplos de aplicação):

Tipo de Fibra	Aplicação	Comprimento máx.
FO Multimodo 62,5/125µm (OM 1)	Ethernet 1000-base-SX	275mt
FO Multimodo 50/125µm (OM 2)	Ethernet 1000-base-SX	550mt
FO Multimodo 50/125µm LASER (OM 3)	Ethernet 1000-base-SX	800mt
FO OM1, 2 ou 3	Ethernet 100-base-FX	2000mt
FO Monomodo 8/125µm (OS 1)	Ethernet 1000-base-LX	5000mt
FO Monomodo 8/125µm (OS 1)	Ethernet 10G-base-LX4	10000mt
FO Monomodo 8/125µm (OS 2)*		Dobro do OS1

Fibras multimodo

- Redes TV por cabo, desde centro de difusão até à proximidade do assinante
 - FTTZ – Fiber To The Zone
 - FTTB – Fiber To The Building
- Redes privadas – redes de backbone em sistemas de cablagem estruturada, até 3 km, de 10 Mbps até Gbps

Fibras multimodo

- Diâmetro do núcleo/bainha (“core” / “cladding”)
 - 62,5 / 125 µm
 - 50 / 125 µm
- Atenuação óptica
 - 3,5 dB/Km a 0,85 µm
 - 1,0 dB/Km a 1,3 µm
- Especificações físicas
 - Interior / exterior (“indoor” / “outdoor”)
 - Protecções (mecânicas, anti-roedores, anti-humidade, etc.)
 - Normas IEC 794-1 e 794-2

Fibras monomodo

- Débitos elevados e grandes distâncias
- Redes de trânsito dos operadores, distâncias até 70 km sem repetidores e débitos na ordem dos Gbps
- Problemas
 - Diâmetro do núcleo reduzido – operações de conexão e interligação mais delicadas e caras
 - Risco associado à manipulação de laser

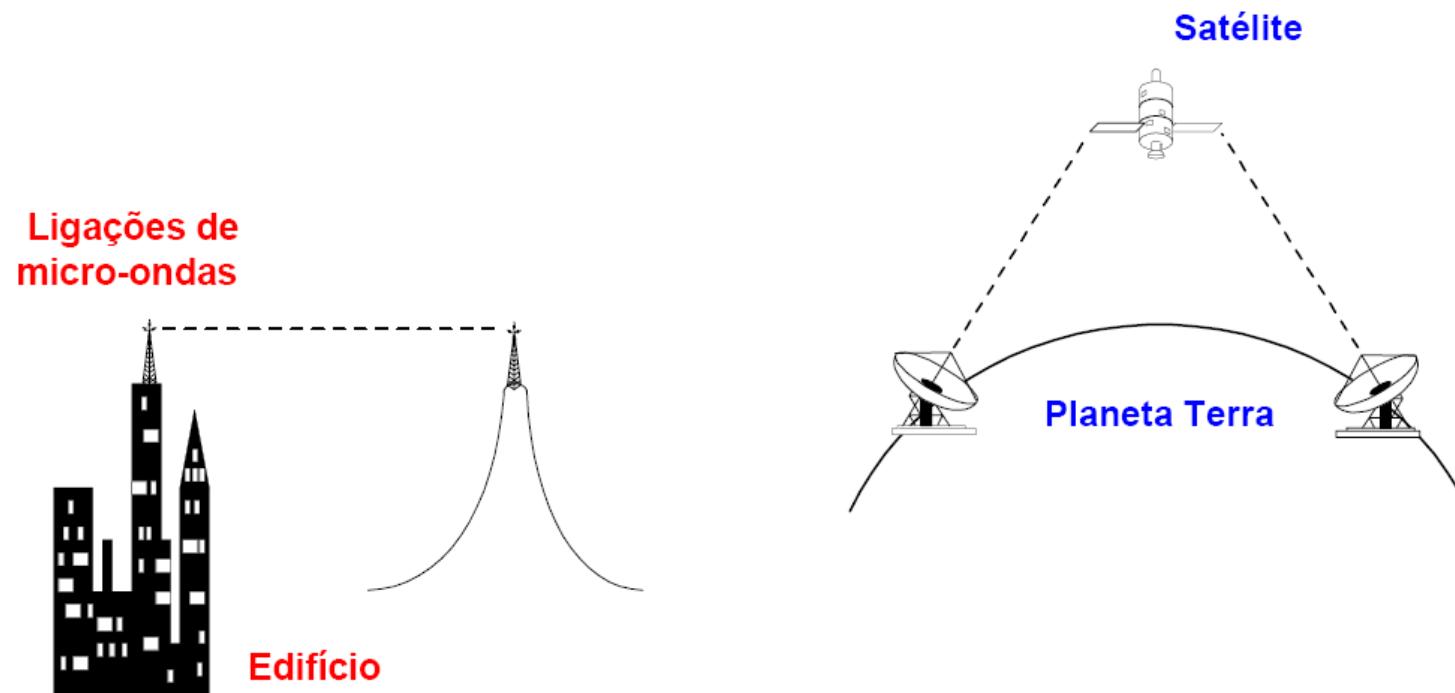
Fibras monomodo

- Diâmetro do núcleo/bainha (“core” / “cladding”)
 - 8 a 10 µm (núcleo)
 - 125 a 127 µm (bainha)
 - Normas IEC 793-2 e ITU-T G.652
- Atenuação óptica
 - 1,0 dB/Km a 1,31 µm
 - 1,0 dB/Km a 1,55 µm
- Especificações físicas
 - Interior / exterior (“indoor” / “outdoor”)
 - Protecções (mecânicas, anti-roedores,
 - anti-humidade, etc.)
 - Normas IEC 794-1 e 794-2

Ligações sem fios

- Micro-ondas
- Rádio-frequência
- Laser
- Infra-vermelhos

Meios sem fios



Meios sem fios

- Antena para ligação em micro-ondas, a 11 Mbps

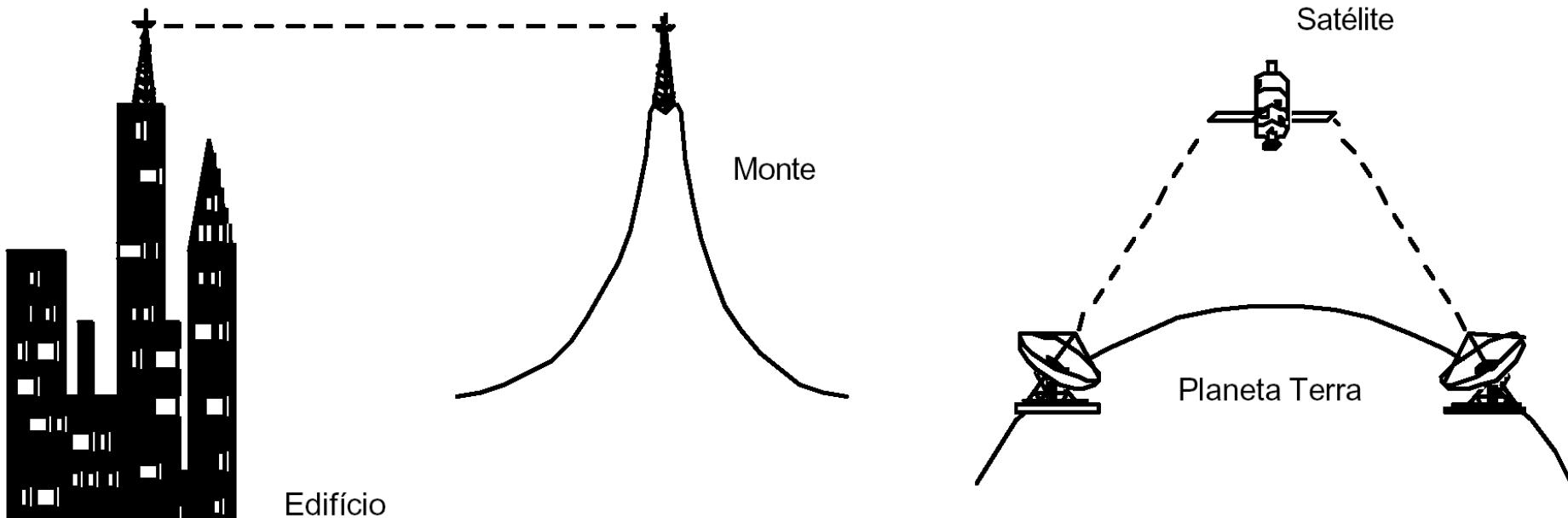


Micro-ondas

- 2 a 30 GHz – antenas direccionais:
 - Ligações ponto-a-ponto em linha de vista
- Tipos
 - Ligações terrestres – redes privadas;
 - 2-100 Mbps, 3 km
 - Até 50 km – só para operadores (níveis de potência)
 - Ligações terra-satélite – ligações intercontinentais dos operadores; 500 MHz; atrasos elevados

Micro-ondas

Ligações de micro-ondas



Cortesia

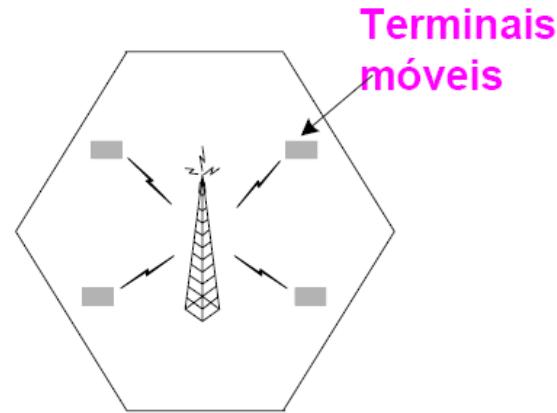
Edmundo Monteiro e Fernando Boavida
Dei – Universidade de Coimbra

Rádio-frequência

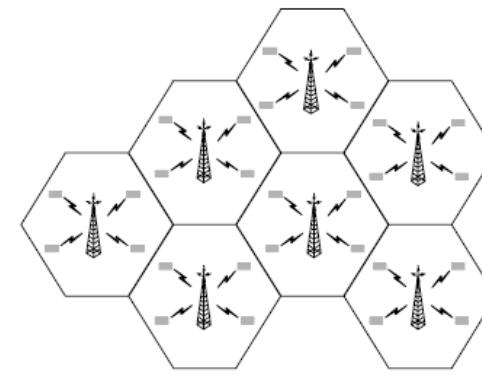
- Transmissão de radiação electromagnética
- Sistemas móveis
- Estações base / estações móveis
- Célula
- Sobreposição entre células
 - Cobertura
 - Transição
- Problema: confidencialidade – esquemas sofisticados de codificação e encriptação

Meios sem fios (cont.)

Ligações via rádio



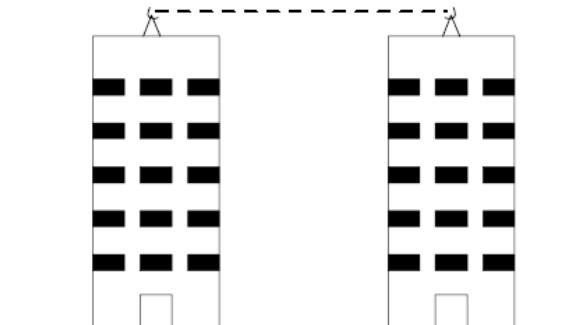
Terminais móveis



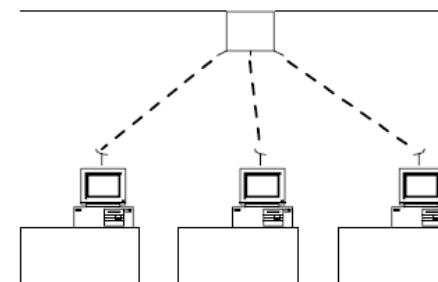
Celulas

Meios sem fios (cont.)

Ligações laser



Ligações em infra-vermelhos



Laser e infra-vermelhos

- Laser:
 - Exige linha de vista
 - Grande largura de banda >1 Gbps, 3 km
 - Não necessita de licença
 - Dependente das condições atmosféricas
 - Alinhamento rigoroso emissor/receptor
- Infra-vermelhos:
 - Exige linha de vista
 - Pequenas redes locais
 - Boa largura de banda
 - Não necessita de licença

Caracterização dos meios de transmissão

- Atraso de propagação
- Impedância característica
- Perdas de retorno
- Perdas de atenuação
- Atenuação por diafonia (*crosstalk*)
 - NEXT
 - FEXT
 - ACR
 - PSNEXT
 - PSACR
 - ...

Atraso de propagação

- Condicionado pela distância e pela velocidade de propagação no meio físico.
 - Meios metálicos: 40% a 60% da velocidade da luz no vazio
 - Fibra óptica: 70% da velocidade da luz no vazio
 - Meios sem fios: aproximadamente igual à velocidade da luz no vazio.
- Factor importante: largura de banda × atraso

Impedância característica

- Expressa em Ω (ohm)
- Componentes com impedâncias diferentes provocam reflexões do sinal transmitido (desadaptações de impedância)
- As impedâncias internas do emissor e do receptor também são causa de desadaptação de impedância.

Perdas de retorno

- Expressas em dB (decibel)
- Provocadas por reflexões, que ocorrem devido a descontinuidades de vária ordem:
 - desadaptação de impedância em conectores
 - reflexões ópticas nas terminações ou emendas de fibra
- Particularmente importante se o meio de transmissão for usado de forma bidireccional.

Perdas de atenuação

- Expressas em dB (decibel)
- Devidas à atenuação da potência do sinal, com a distância.
- Se a atenuação for excessiva, pode não ser possível distinguir o sinal do ruído no receptor.
- Nos condutores metálicos, aumentam com a frequência devido ao efeito pelicular.

Atenuação diafónica

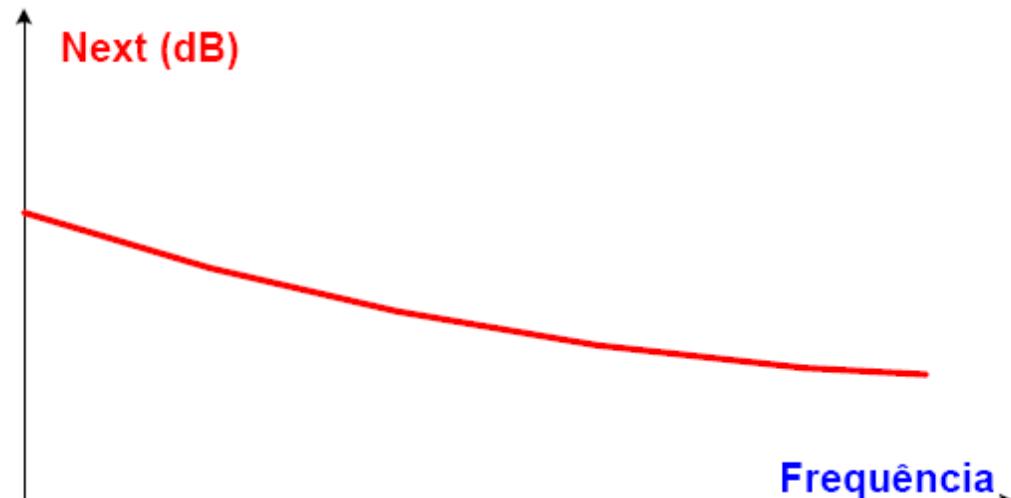
- Acoplamento electromagnético entre sinais em meios de transmissão adjacentes.
- Expressa pela diferença, em dB, entre a potência do sinal transmitido e a potência induzida em cada um dos meios de transmissão adjacentes.
- A diafonia aumenta com a frequência. Logo, a atenuação diafónica diminui com o aumento da frequência.

Atenuação diafónica (cont.)

- Factores que contribuem para o aumento da diafonia:
 - frequência
 - características físicas dos cabos
 - processos de instalação e manutenção
 - força de tracção na instalação (altera enrolamento)
 - raio de curvatura apertado
 - esmagamento dos cabos ou agressão mecânica
 - conectores
- Existem várias formas de avaliar o efeito da diafonia:
 - NEXT, FEXT, ACR, ELFEXT, etc.

Atenuação diafónica (cont.)

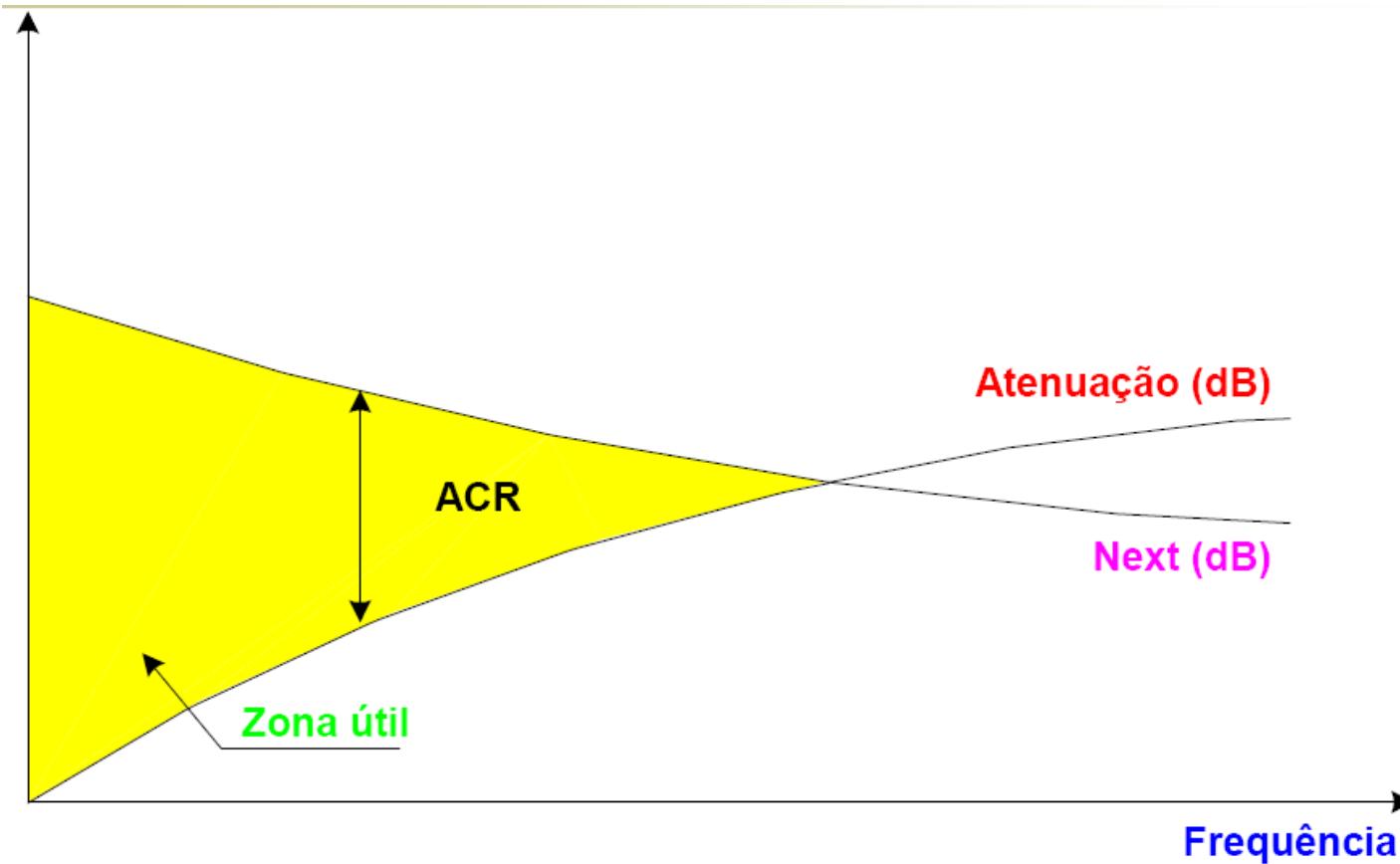
- NEXT (Near End Cross Talk)
 - Atenuação diafónica na extremidade mais próxima do condutor
 - Permite avaliar o efeito do sinal transmitido nos sinais que estão a ser recebidos nos restantes pares de condutores
 - Quanto maior for o NEXT melhor a qualidade do meio
 - Diminui com o aumento da frequência



Atenuação diafónica (cont.)

- FEXT (Far End Cross Talk)
 - Atenuação diafónica na extremidade mais distante do condutor
 - Permite avaliar o efeito, à entrada do receptor, do sinal transmitido num par sobre os simais transmitidos outros
 - Importante quando a transmissão em cada direcção é feita em mais do que um par
- ACR (Attenuation Cross Talk Ratio)
 - Diferença entre o NEXT e a atenuação, para uma dada frequência
 - O ACR tem que ser positivo, para que um canal possa ser utilizado

Variação do ACR e NEXT



Atenuação diafónica (cont.)

- ELFEXT (Equal Level Far End Cross Talk)
 - Medida equivalente ao ACR na extremidade oposta do cabo
 - Diferença entre o FEXT e a atenuação
- PSNEXT, PSFEXT, PSELFEXT e PSACR
 - Power Sum das medidas anteriores
 - Avalia o efeito combinado da diafonia que resulta da transmissão de sinais em todos os pares menos naquele onde se efectua a medida

Cablagem estruturada

- Conjunto do equipamento passivo
 - Cabos, tomadas
 - Armários de distribuição e interligação
 - ...
- Interligação dos equipamentos activos
 - Hubs, routers, bridges, switches
 - ...
- Suporte físico das infra-estruturas de comunicações

Sistemas de cablagem

- Devem ser incluídos nos edifícios e nos campus a par das redes eléctricas, de gás, de água, etc.
- Devem ser genéricos, independentes das tecnologias.
- ter em conta as necessidades das aplicações a instalar
- Devem ser flexíveis de modo a poderem acompanhar a alterações na utilização dos espaços e a evolução das tecnologias.
- Devem ser baseados em soluções abertas e **normalizadas**.

Cablagem estruturada

- Flexibilidade – consegue-se recorrendo à estruturação em níveis hierárquicos:
 - Diferentes níveis de circulação da informação
 - Diferentes necessidades de comunicação
 - Delegação de funções de manutenção
- Custos de cablagem < 20% do total, mas avarias responsáveis por 80% dos períodos de inoperacionalidade
- Sistemas com vida útil mais longa (mínimo 10 anos)

Normas de cablagem

- Definem traçados
- Especificam componentes de cablagem
- Normalização garante:
 - Independência de fabricantes
 - Capacidade de evolução
 - Validação recorrendo a equipamento especializado

Normas de cablagem

- ANSI TIA/EIA T568A
 - Desenvolvida em 1991
 - Integrou especificações técnicas e normas dispersas
 - Abrange os vários aspectos de um sistema de cablagem
- ISO/IEC 11801
 - Desenvolvida em 1995
 - Teve como base a norma ANSI TIA/EIA T568A
- EN 50173
 - Desenvolvida em 1995
 - Baseada na ISO/IEC 11801
 - Norma europeia, mais restritiva que as normas internacionais.

Normas de cablagem (cont.)

Norma	Âmbito	Revestimento	Blindagem
ANSI TIA/EIA – T568A/T568B	América do Norte Ásia	Material termoplástico	Cabo de 100Ω sem blindagem (UTP)
ISO/IEC 11801	Internacional	Material termoplástico opcionalmente LSZH	Cabo de 100Ω com blindagens opcionais (UTP, S/UTP, STP)
CENELEC EN 50173 e EN 50174	União Europeia	Material termoplástico Obrigatoriamente LSZH	Cabo de 100Ω com blindagens exterior obrigatória e individual opcionais (S/UTP, STP)

LSZH: Low Smoke Zero halogen

Topologias

- Determinam a forma de implantação das cablagens
- Topologias simples
 - BUS
 - Estrela
 - Anel (simples ou duplo)
 - Árvore
 - Malha (*mesh*)
 - malha completa
 - malha incompleta

Topologias (cont.)

- Topologias mistas
 - Resultantes da combinação de várias topologias simples
 - Resultantes da utilização da topologia mais adequada em cada nível hierárquico da cablagem

Subsistemas de cablagem

- Cablagem de backbone de campus
 - Interliga os edifícios dentro de um campus
 - Suportada no **distribuidor de campus (CD)**
- Cablagem de backbone de edifício
 - Interliga os vários piso (ou zonas) de um edifício
 - Suportada no **distribuidor de edifício (BD)**
- Cablagem de piso (ou horizontal)
 - Interliga os distribuidores e as tomadas de telecomunicações (TO)
 - Suportada nos **distribuidores de piso (FD)**

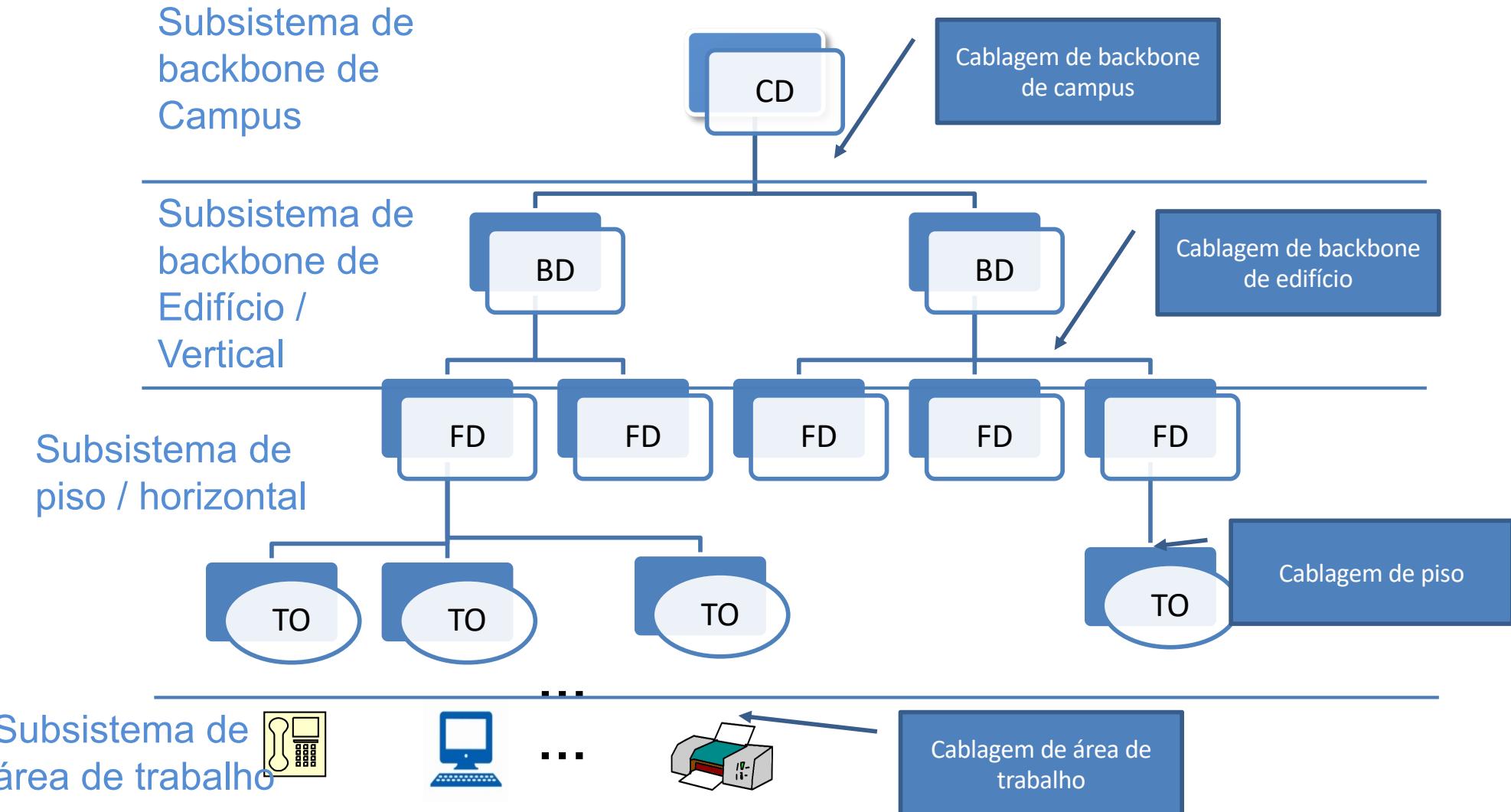
Subsistemas de cablagem (Cont)

- Cablagem de backbone de campus
 - Interliga os edifícios dentro de um campus
 - Inclui o distribuidor de campus (CD), os cabos de backbone do campus e as terminações destes. Pode também incluir cablagens entre distribuidores de edifícios
- Cablagem de backbone de edifício
 - Interliga o distribuidor de edifício (BD) e os distribuidores de piso (FD)
 - Inclui o distribuidor de edifício (FD), os cabos de backbone do edifício e as terminações destes. Pode também incluir cablagens entre distribuidores de piso
- Cablagem de piso (ou cablagem horizontal)
 - Interliga os distribuidores de piso (FD) e as tomadas de telecomunicações (TO)
 - Inclui os distribuidores de piso (FD), a cablagem horizontal e as tomadas de telecomunicações (TO)

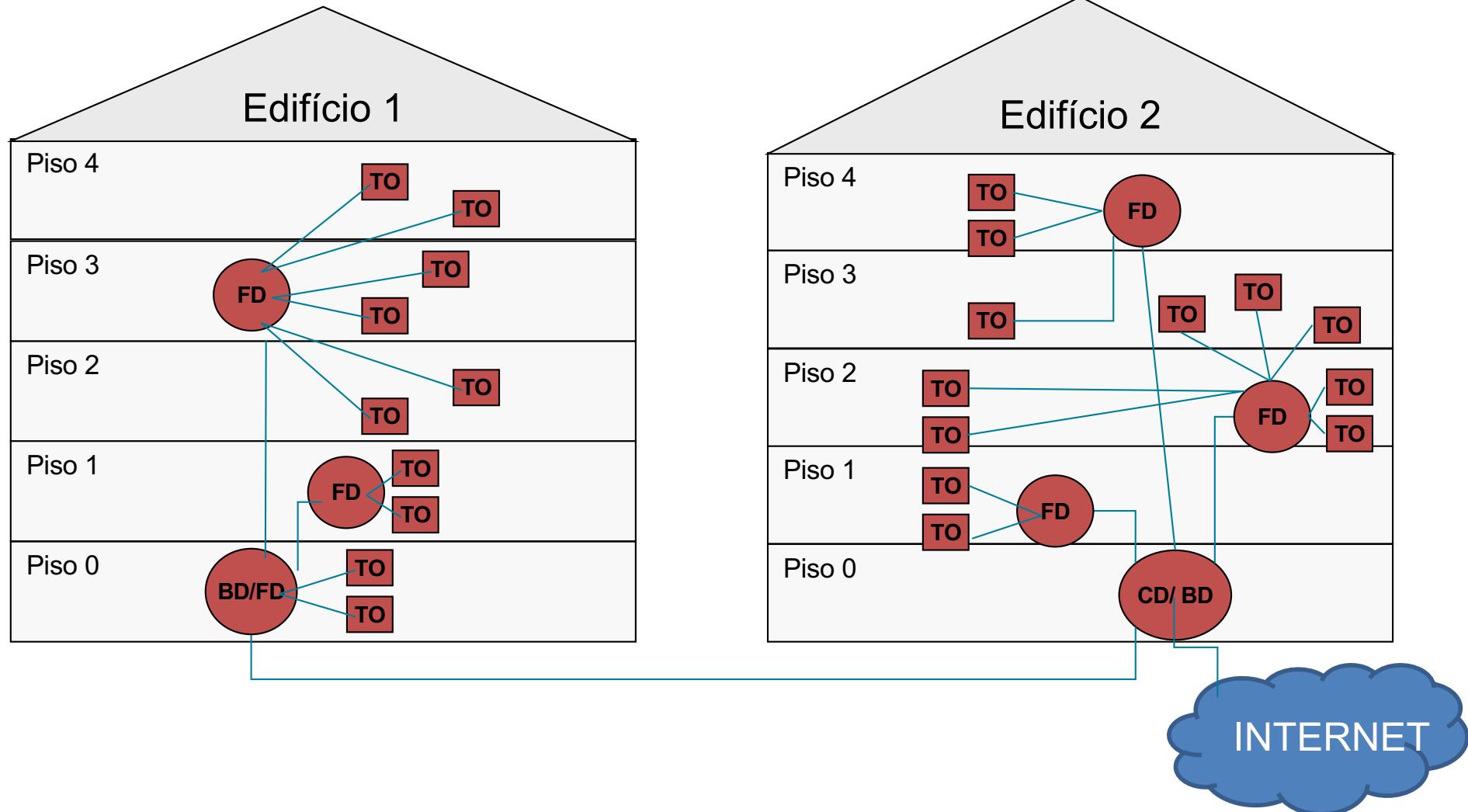
Cablagem estruturada

- Opcionalmente, podem haver ligações horizontais, entre distribuidores de piso (FD) ou entre distribuidores de edifício (BD), criando ligações redundantes – tolerância a falhas
- Topologia em árvore resultante da interligação das estrelas de cada nível hierárquico
- Campus de grande dimensão – pode haver necessidade de subdividir em vários campus parcelares, interligados com tecnologias de MAN's

Elementos funcionais



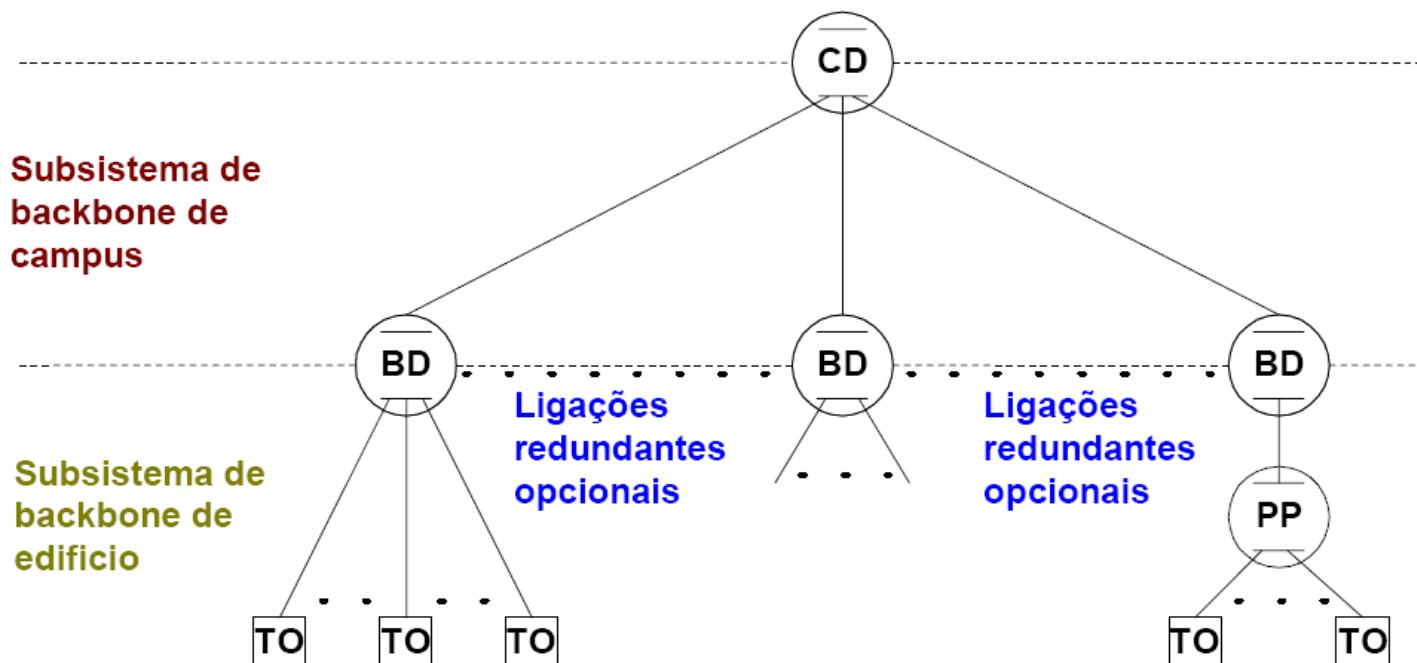
Exemplo de um sistema de cablagem estruturada



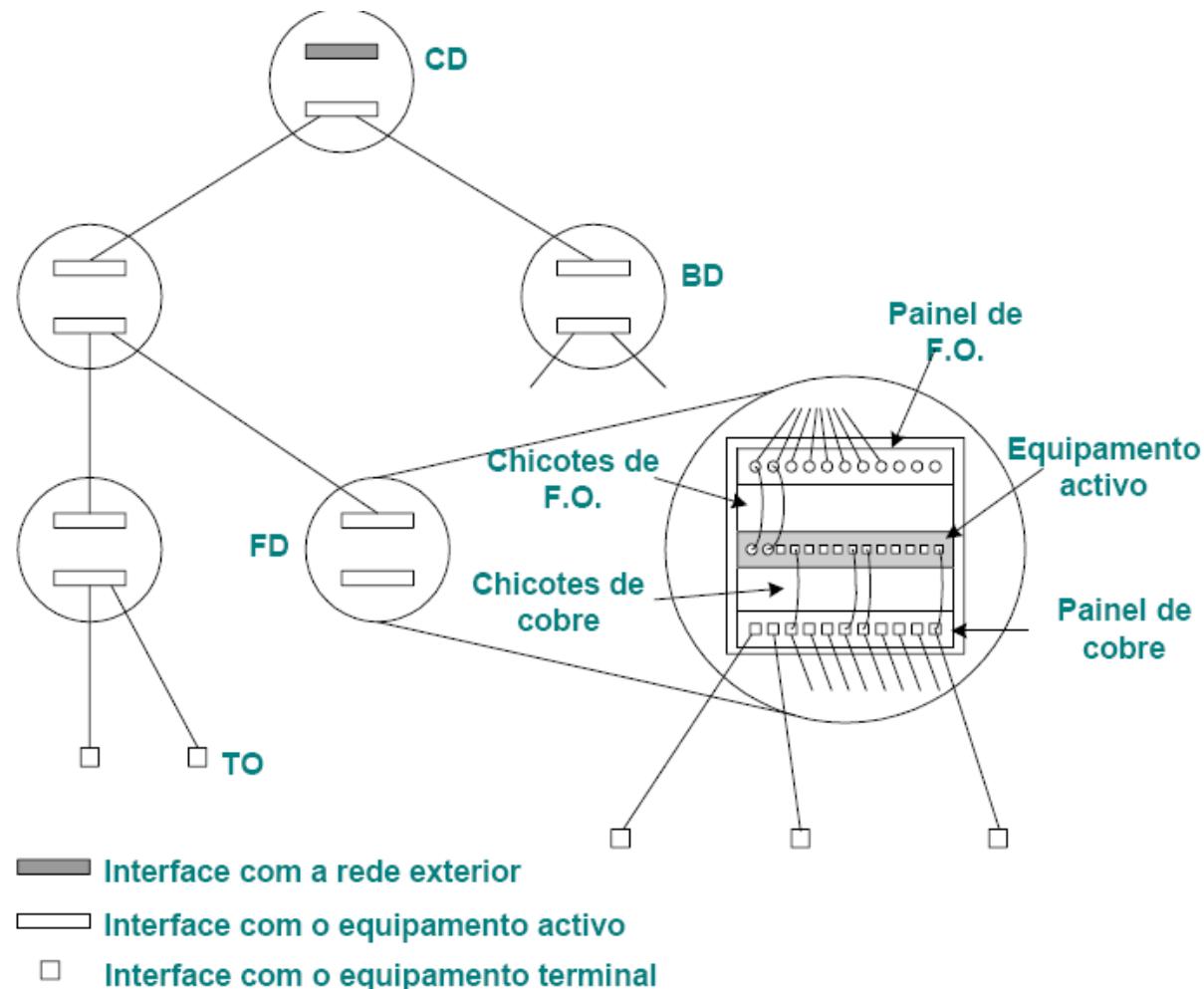
Arquitetura ótica centralizada

- Para sistemas de cablagem totalmente ópticos
- Introduzida na 2^a edição da norma ISO/IEC 11801
- Adopta um único distribuidor em cada edifício, o que equivale a eliminar o backbone de edifício
- Vantagens:
 - Operação e manutenção – um só local
 - Económicas – edifícios grandes, com pontos de acesso dispersos (naves fabris, por exemplo)

Arquitetura ótica centralizada



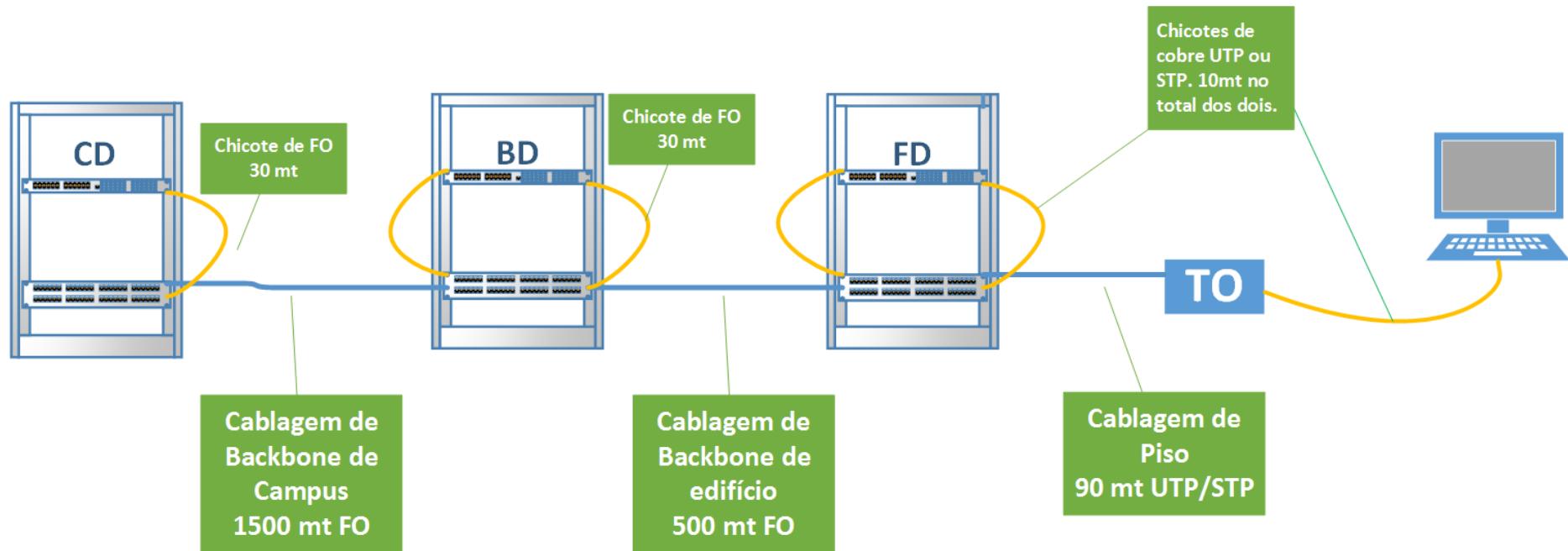
Interfaces com a cablagem



Cabos e comprimentos

Subsistema	Tipo de cabo	Comprimento máximo
<i>Horizontal</i>	Cabos de cobre	100 m (incluindo chicotes)
	Fibra óptica	500 m (incluindo chicotes)
<i>Backbone de edifício</i>	Cabos de cobre	500 m (incluindo chicotes)
	Fibra óptica	
<i>Backbone de campus</i>	Cabos de cobre	1500 m (incluindo chicotes)
	Fibra óptica	

Cabos e comprimentos (cont.)



Classes de aplicações (ISO/IEC 11801)

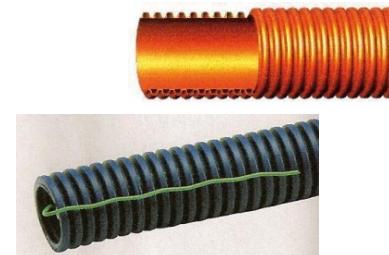
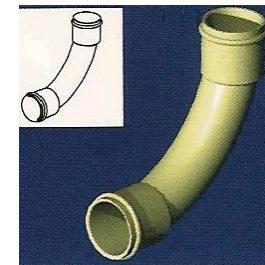
Classe	Capacidade	Aplicações
A	100 kHz	Aplicações de voz e outras de baixa frequência
B	1 MHz	Aplicações de dados de baixo débito
C	16 MHz	Aplicações de dados de débito médio
D	100 MHz	Aplicações de dados de alto débito
E	200 MHz	Aplicações de dados de alto débito
F	600 MHz	Aplicações de dados de débito muito elevado
Óptica	> 600 MHz	Aplicações com necessidades de débito muito elevados, acima das capacidades da cablagem de cobre.

Tubagens

- Material: metálico ou não metálico (plástico)
- Não propagador de chama
- Separar tecnologias em tubagens distintas
- Usar equipamento próprio para dobragens
- Devem ser identificadas inequivocamente

Tubagens

- Rígidos ou flexíveis
- Paredes internas lisas
- Diâmetros externos de 20mm a 110mm
- Calcular diâmetro interno necessário para cabos
- Não podem ser pré-cablados
- 12 m de comprimento
- Acessórios: curvas, uniões e dispositivos de fixação



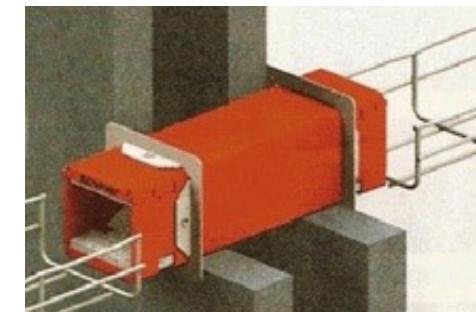
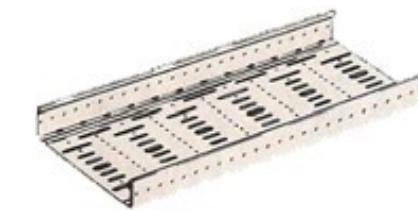
Calhas Técnicas

- Paredes internas lisas
- Fácil instalação e acesso a cabos
- Calcular secção útil necessária para albergar os cabos
- Usar em alterações a edifícios
- Acessórios: tampas, ângulos, derivações, cantoneiras



Calhas Técnicas - Esteiras

- Abertos (em “U”)
- Localizados em paredes, tetos e pavimentos
- Instalados em zonas não acessíveis ao público
 - e.g. tectos/chão falso



Localização dos equipamentos

- Os distribuidores devem ser colocados em:
 - salas de equipamento (ER),
 - ou em zonas técnicas,
 - ou em compartimentos de telecomunicações (TC)
- Os cabos devem ser colocados e fixados em “caminhos de cabos” (esteiras metálicas, calhas ou tubagem)
- Os pontos de interface com o sistema de cablagem estão localizados no extremo de cada um dos subsistemas
- Nos pontos de interface com o sistema de cablagem são colocados os equipamentos activos

Instalação da cablagem

- Zonas técnicas (devem ser climatizadas)
 - Sala de equipamento (ER)
 - 1 em cada edifício
 - 2-30 m² para um edifício de 10.000 m²
 - Deve conter BD, PPCA, alarmes, vigilância, etc
 - zona central, acima das zonas inundáveis
 - Compartimento de telecomunicações (TC)
 - pelo menos 1 em cada piso
 - Mínimo 5 m²
 - Centro geográfico do piso – minimização de cabos
- Condutas e caminhos de cabos
 - Conduta de acesso ao exterior
 - Rede de caminhos de cabos

Dimensionamento

- Distribuidores de piso (FD)
 - Deve existir pelo menos um distribuidor de piso (FD) por cada 1000 m²
 - Deve existir pelo menos um distribuidor de piso (FD) por cada piso do edifício
 - Quando um piso é pouco povoado de tomadas pode ser servido a partir de um dos pisos adjacentes
 - Minimizar o número de FDs
 - Deve servir um máximo de 250 tomadas, num raio de 80 m
- Tomadas de telecomunicações (TO)
 - Localizadas na parede ou no chão, nas proximidades de cada posto de trabalho
 - Devem existir no mínimo duas tomadas por cada 10 m² de área de trabalho (voz + dados)
 - Devem ser etiquetadas de forma visível e indelével

Dimensionamento (cont.)

- Salas de equipamento (ER) e compartimentos de telecomunicações (TC)
 - Devem dispor de espaço, energia eléctrica, e controlo ambiental adequados aos componentes passivos e activos
 - Devem ter acesso directo ao backbone de edifício
- Condutas de entrada nos edifícios
 - Sempre que existam acessos aos exterior dos edifícios (ligação a backbone de campus, ligações a redes alargadas) devem ser instaladas condutas de entrada nos edifícios
 - Estas condutas devem levar directamente ao distribuidor de edifício (BD)

Distribuidores de piso (FD)

- Um FD por cada 1000 m²
- Um FD por cada piso do edifício (normalmente)
- Em pisos pouco povoados um FD para vários pisos adjacentes
- Minimizar o número de FDs

Tomadas (TO)

- Nas proximidades de cada posto de trabalho (na parede ou no chão)
- No mínimo duas tomadas por cada 10 m² de área de trabalho (voz + dados)
- Etiquetadas de forma visível
- Acompanhadas de tomadas de energia com circuito de terra (idealmente triplas)

Para a cablagem horizontal (TIA/EIA-568A)

- 2 tomadas por área de trabalho
- Cabo UTP Cat 6 ou superior (7)
- Distância máxima 90 metros
- Cabo de patching de 6 m na estação de trabalho (máximo)
- Cabo de patching 3 m no bastidor (máximo)
- Distância máxima dos cordões de patching é 10 metros

Classes - Distâncias e Débitos

Category	Max. Data Rate	Bandwidth	Max. Distance	Usage
Category 1	1 Mbps	0.4 MHz		Telephone and modem lines
Category 2	4 Mbps	4 MHz		LocalTalk & Telephone
Category 3	10 Mbps	16 MHz	100 m (328 ft.)	10BaseT Ethernet
Category 4	16 Mbps	20 MHz	100 m (328 ft.)	Token Ring
Category 5	100 Mbps	100 MHz	100 m (328 ft.)	100BaseT Ethernet
Category 5e	1 Gbps	100 MHz	100 m (328 ft.)	100BaseT Ethernet, residential homes
Category 6	1 Gbps	250 MHz	100 m (328 ft.) 10Gb at 37 m (121 ft.)	Gigabit Ethernet, commercial buildings
Category 6a	10 Gbps	500 MHz	100 m (328 ft.)	Gigabit Ethernet in data centers and commercial buildings
Category 7	10 Gbps	600 MHz	100 m (328 ft.)	10 Gbps Core Infrastructure
Category 7a	10 Gbps	1000 MHz	100 m (328 ft.) 40Gb at 50 m (164 ft.)	10 Gbps Core Infrastructure
Category 8	25 Gbps (Cat8.1) 40 Gbps (Cat8.2)	2000 MHz	30 m (98 ft.)	25 Gbps/40 Gbps Core Infrastructure

Código de cores dos cabos de 4 pares

Pares	Cores	Condutor 1	Condutor 2
Par 1	Azul (A)	azul	branco com lista azul
Par 2	Laranja (L)	laranja	branco com lista laranja
Par 3	Verde (V)	verde	branco com lista verde
Par 4	Castanho (C)	castanho	branco com lista castanha.

Cabos de Cobre a escolher

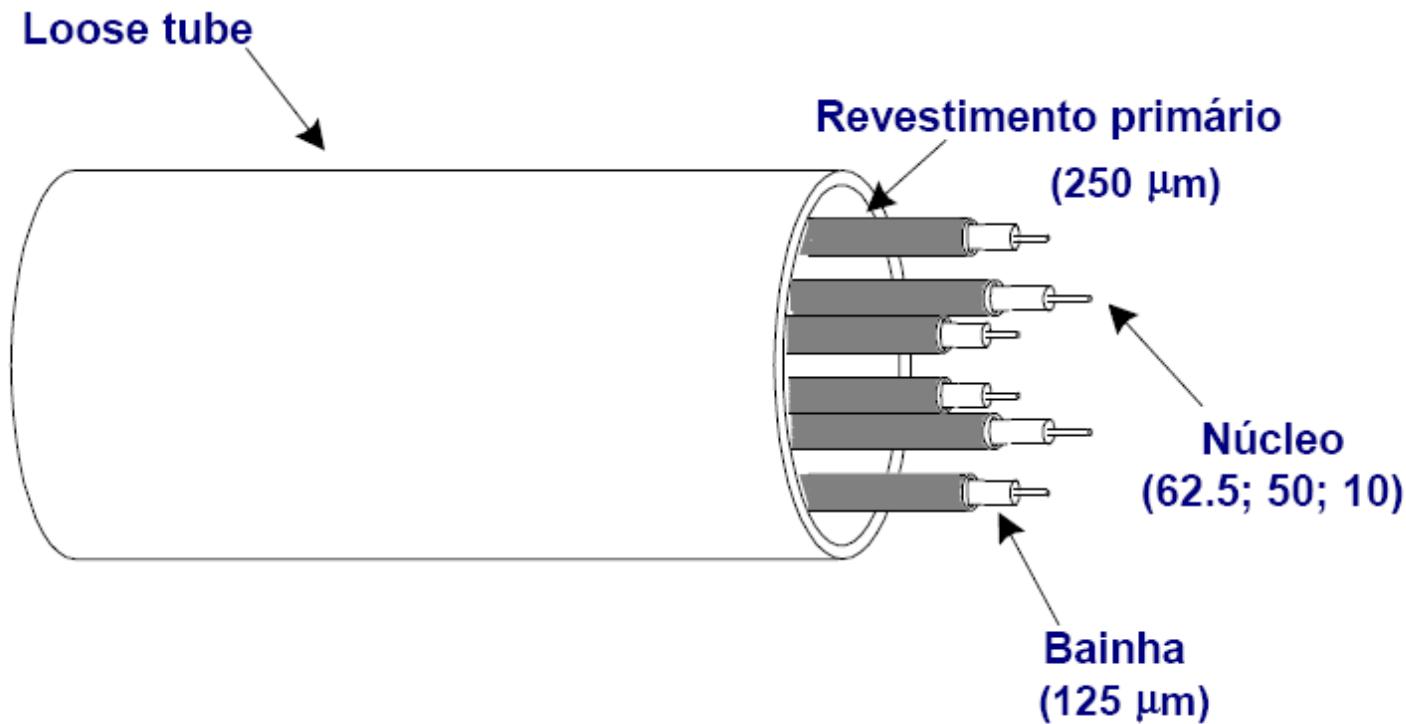
- Categorias 3 e 4 já não são usadas, pois não compensam face à Cat. 5, 5e, 6 e 7
- As atuais instalações de Cat. 5 podem suportar a Cat. 5e (necessária para Gigabit Ethernet)
- Cat. 6 é a mais implementada atualmente para acesso
- Cat. 7 ou 8 para maiores necessidades de débito
- Atualmente:
 - EUA opta por UTP com revestimento exterior em material termoplástico
 - Europa opta para S/UTP com revestimentos em material LSZH

Cabos de fibra ótica

- Multimodo
 - 50 (ou 62,5) / 125 µm (núcleo / bainha)
 - ligações mais simples
 - menor custo de instalação
- Monomodo
 - 10 / 125 µm (núcleo / bainha)
 - não é afectada por dispersão modal
 - suporta distâncias superiores
 - ligações mais delicadas
 - maior custo de instalação

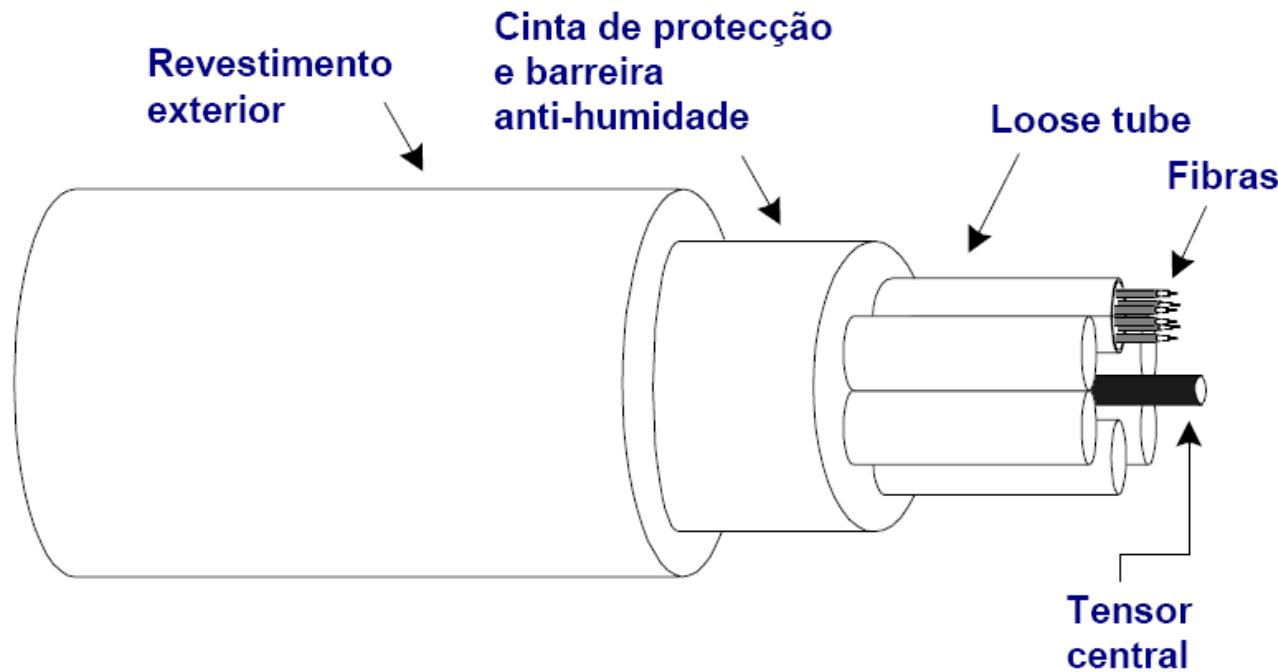
Cabos de FO (cont.)

Montagem Loose Tube



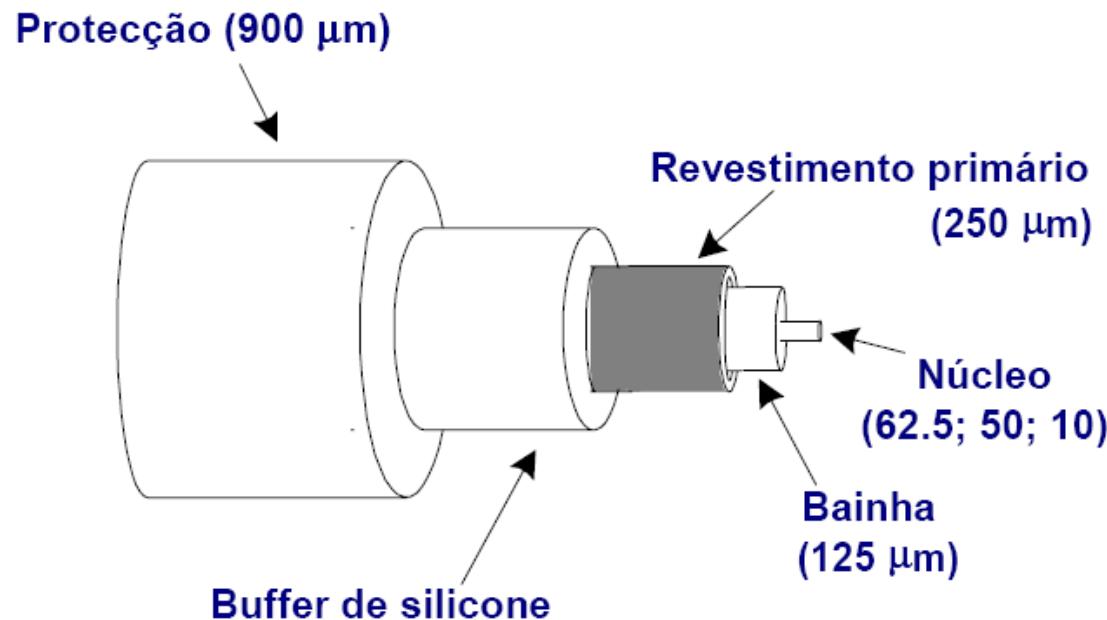
Cabos de FO (cont.)

Cabo multifibra Loose Tube



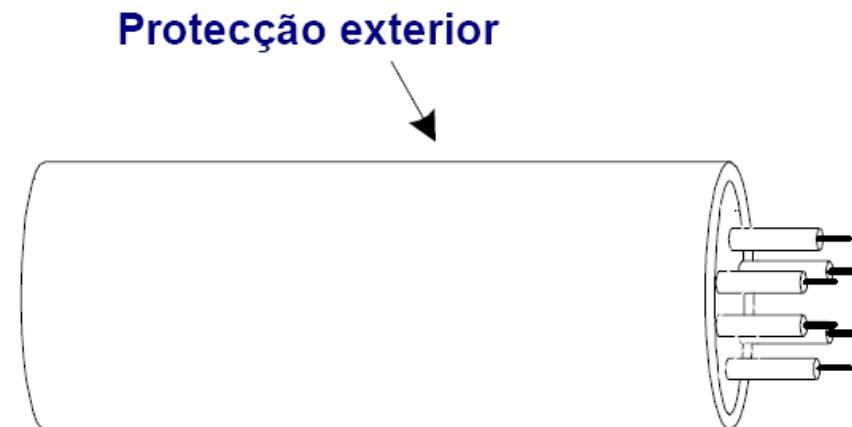
Cabos de FO (cont.)

Montagem Tight Buffer



Cabos de FO (cont.)

Cabo multifibra Tight Buffer



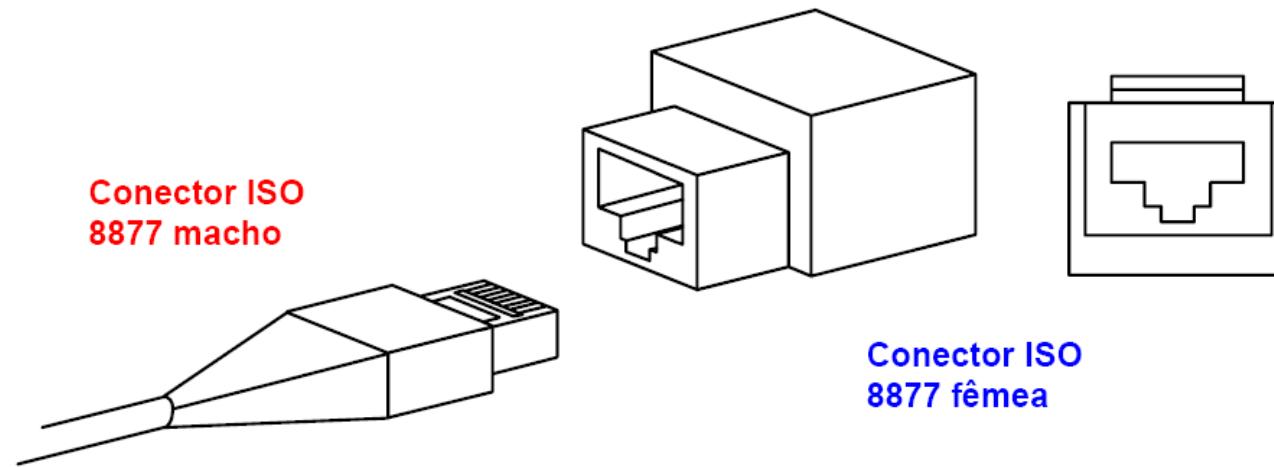
Cabos recomendados

- Subsistema horizontal
 - Cabo CAT 6 (ou superior) para dados e voz
 - Fibras de 50 / 125 µm em situações especiais (em alternativa 62,5 / 125 µm)
- Subsistemas de backbone
 - Cabo CAT 3 (ou superior) para backbone de voz
 - Fibras de 50 / 125 µm para dados (em alternativa 62,5 / 125 µm)
- Se distâncias entre CDs e BDs > 3 Km
 - Fibras monomodo

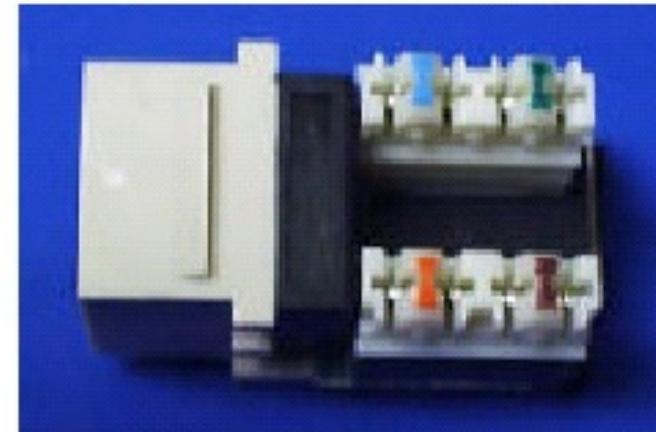
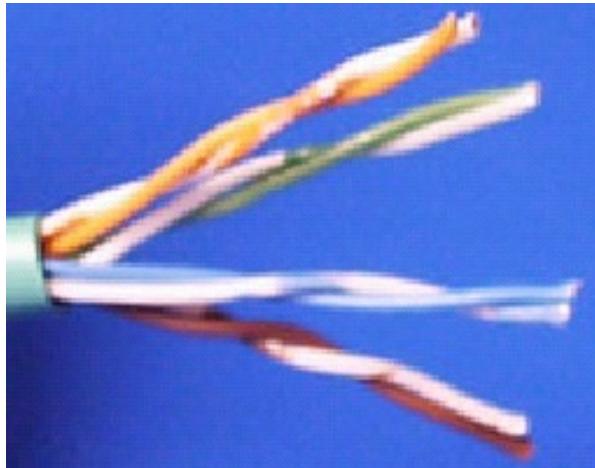
Equipamento de interligação

- Conectores ISO 8877 (vulgo RJ45)
- Conectores SC e ST para fibra óptica
- Tomadas
- Painéis de dados
- Painéis de voz
- Chicotes de interligação

Conectores ISO 8877



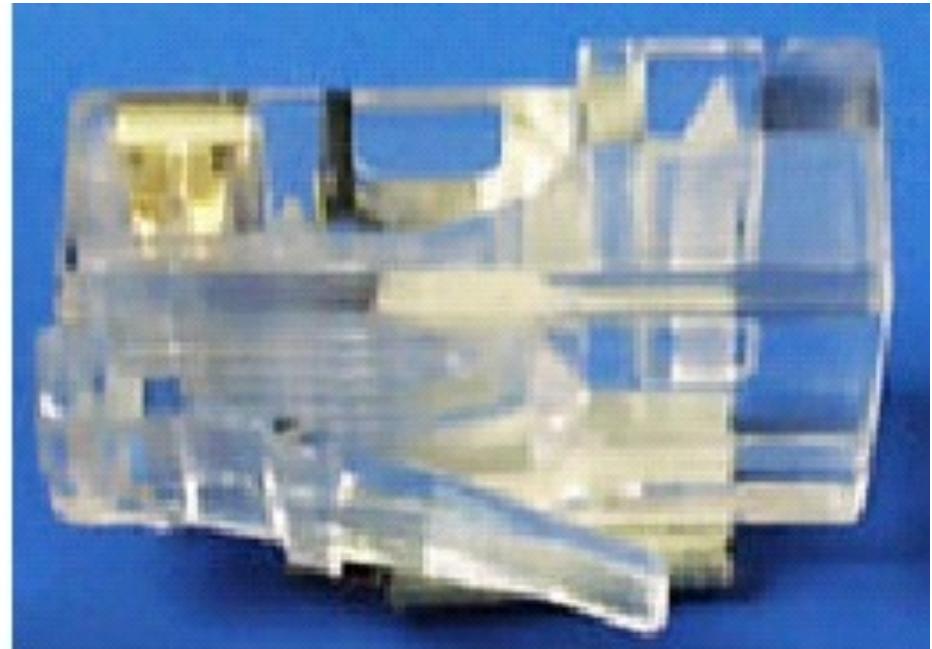
Cablagem - Tomadas



- Cabo UTP categoria 6
- Encaixe da ficha RJ45

Tecnologia Ethernet

- RJ45

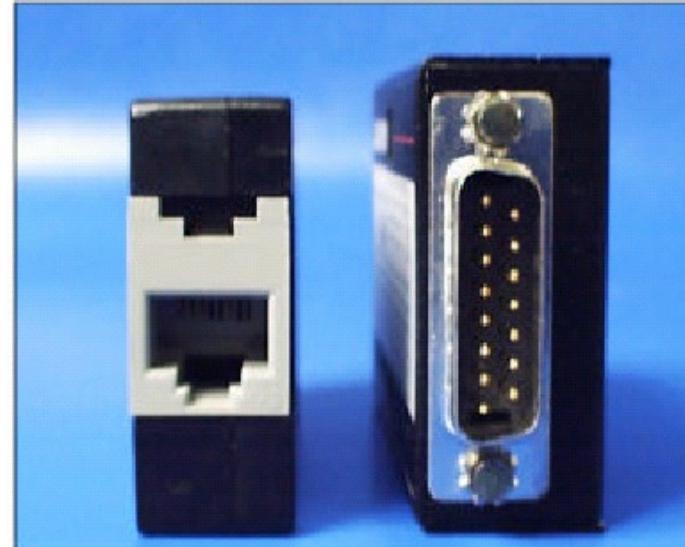


Tecnologia Ethernet



- Painel de patching
- Nº de portas 12, 24 e 48

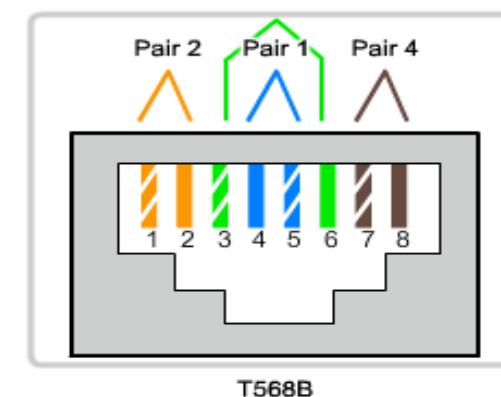
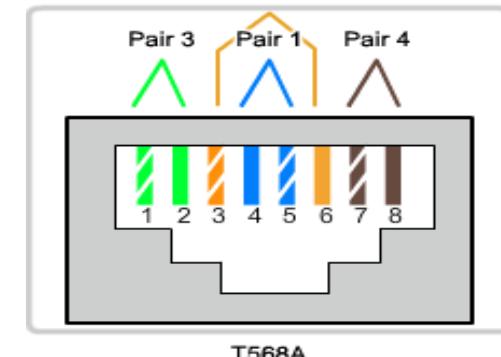
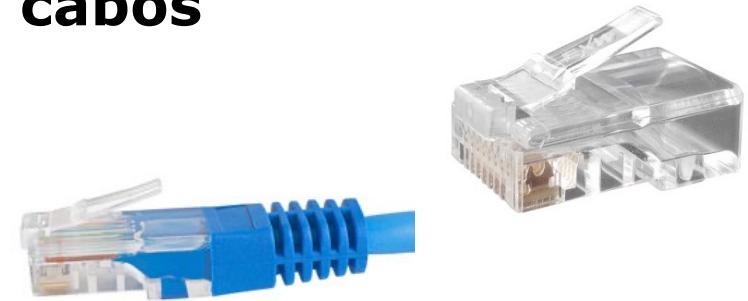
Portas RJ-45 e AUI



Ligaçāo dos conectores ISO 8877 aos cabos

- Conectores para Cabos de cobre
 - ISO 8877 (vulgo RJ45, incorretamente)
 - Duas formas de ligação aos pares de cobre (T568A e T568B)
 - A ligação dos cabos aos terminais é feita com alicates apropriados.

Pinos	Norma T568A	Norma T568B
Pino 1	Branco c/ lista verde	Branco c/ lista Laranja
Pino 2	Verde	Laranja
Pino 3	Branco c/ lista Laranja	Branco c/ lista verde
Pino 4	Azul	Azul
Pino 5	Branco com lista Azul	Branco com lista Azul
Pino 6	Laranja	Verde
Pino 7	Branco com lista Castanha	Branco com lista Castanha
Pino 8	Castanho	Castanho



Tomadas

- Tomadas
 - As tomadas são instaladas junto aos postos de trabalho, embutidas em calhas, paredes ou no pavimento.
 - Possuem um ou dois conetores ISO877



- Painéis (Patch Panels)
 - Instalados nos distribuidores fazem a terminação dos cabos;
 - Incluem tomadas (fêmea) para a ligação dos chicotes UTP



- Chicotes
 - Fazem a ligação tomadas (TO) – equipamento terminal (PC, Routers, Impressoras, etc.) e entre painéis e equipamentos



Tomadas

- As cablagens horizontais devem ser terminados em tomadas
 - RJ45 (ISO 8877) nas cablagens de cobre
 - ST (ou SC) nas cablagens de fibra óptica
- A ligação dos cabos de cobre às tomadas e aos painéis de ligação deve ser feita segundo as normas EIA 258A ou EIA 258B
- As tomadas RJ45 (ISO 8877) devem ser de categoria igual à das cablagens e dispôr do mesmo tipo de blindagem

Tratamento das blindagens

- As blindagens dos cabos devem ser ligadas aos terminais de “terra” nos armários distribuidores
- Os armários distribuidores devem ser ligados à “terra” do edifício
- Todos os electrodos de “terra” do edifício devem ser interligados entre si de forma a serem reduzidos os efeitos das diferenças no potencial de “terra”
- A diferença de potencial entre os pontos de “terra” da cablagem e a “terra” do edifício não devem ultrapassar 1 V rms
- No caso de não ser possível a obtenção de potências inferiores a 1 V rms, devem ser usadas cablagens de fibra óptica
- As condutas metálicas de suporte das cablagens devem ser ligadas à “terra” em ambas as extremidades

Administração da cablagem

- Identificadores
 - Todos os elementos de uma cablagem devem ser identificados de forma única e indelével
 - Um único identificador deve ser atribuído a uma tomada, extremos do cabo e posição do painel distribuidor correspondente
- Registros
 - Devem ser mantidos registos relativos à cablagem
 - Os registos devem indicar as tomadas activas e identificar os equipamentos a elas ligados
 - Também devem ser mantidos registos de todos os testes e certificações efectuados

Administração da cablagem

- Distribuidores
 - Identificados de forma inequívoca
 - Exemplo: CD é o Bastidor A; BD é o bastidor B; etc
 - Instalados nas zonas técnicas
 - Em compartimentos separados dos quadros elétricos ou com distância superior a 1,5mt destes.



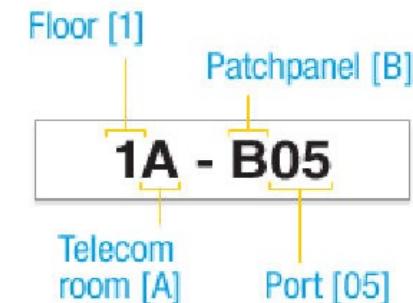
Administração da cablagem

- Cablagem de cobre
 - Marcação de forma indelével nas duas extremidades identificando o distribuidor e a tomada
 - Amarrados a intervalos regulares
 - Respeitar distâncias mínimas a cabos de energia (há tabelas em função do tipo de cabo elétrico e da potência)
 - Nos cabos blindados garantir que a blindagem dos cabos é ligada ao das tomadas e por sua vez à terra.



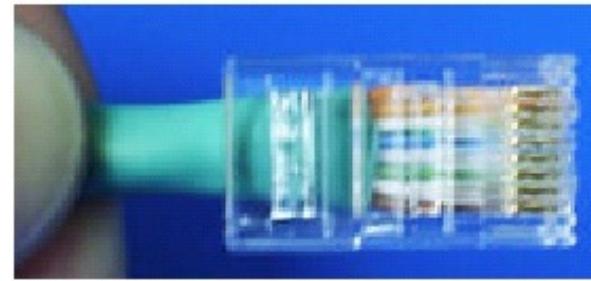
Administração da cablagem

- Tomadas e Painéis
 - Identificadas em local visível com um código que inclui o distribuidor a que estão ligadas
 - Nos painéis, cada tomada deve identificar a ligação; As tomadas são instaladas com o entalhe de fixação para baixo;
 - Nunca usar categoria inferior ao da cablagem;
 - Perto das tomadas deverá existir tomada de energia elétrica.



Especificações dos cabos

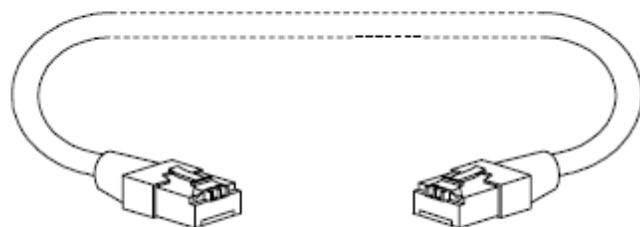
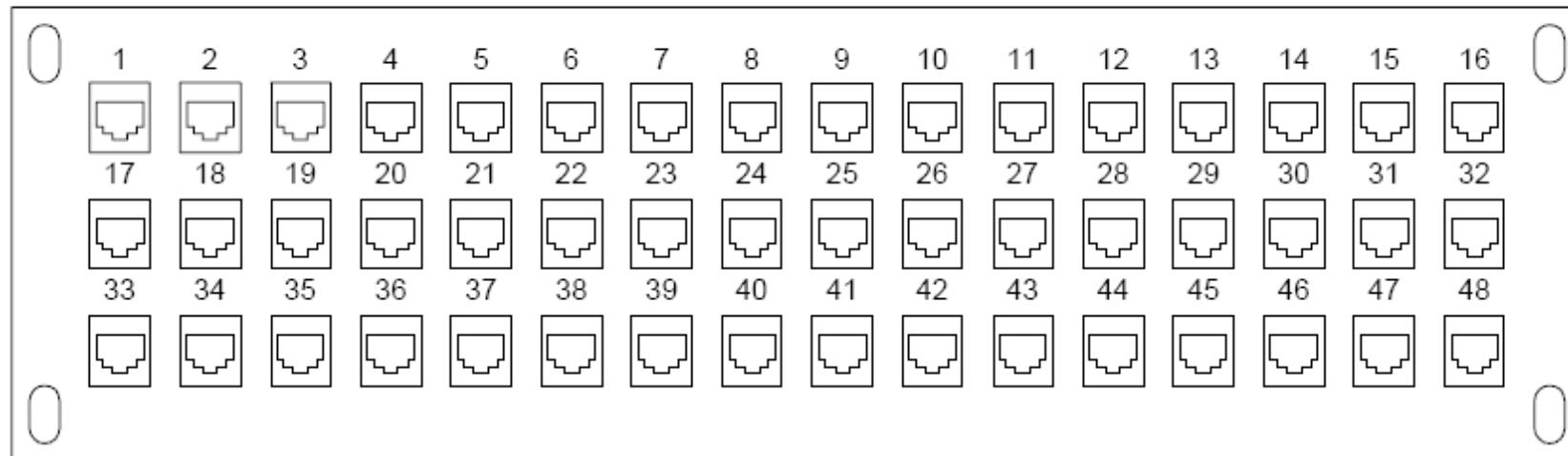
- Cabo UTP terminado



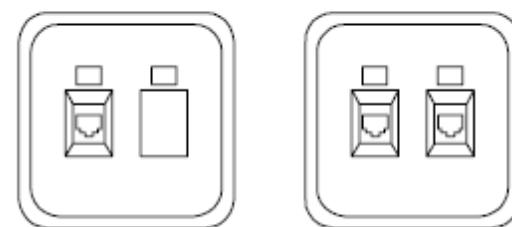
- Teste aos cabos

Painéis e tomadas de cobre

Painel



Chicote de
interligação



Tomada
simples



Tomada
dupla

Patch chord UTP



Equipamentos de interligação (fibra ótica)

Conectores

- Norma ISO 11801 adotou os conectores SC;
- São diferentes para transmissão ou receção mas são todos macho
- Caso seja necessário ligar 2 cabos, há adaptadores fêmea-fêmea
- Há ainda muitos conectores ST instalados mas os mais utilizados são os SC e LC

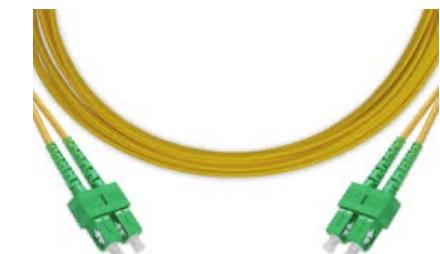


SC Duplo



Painéis, tomadas e chicotes de FO

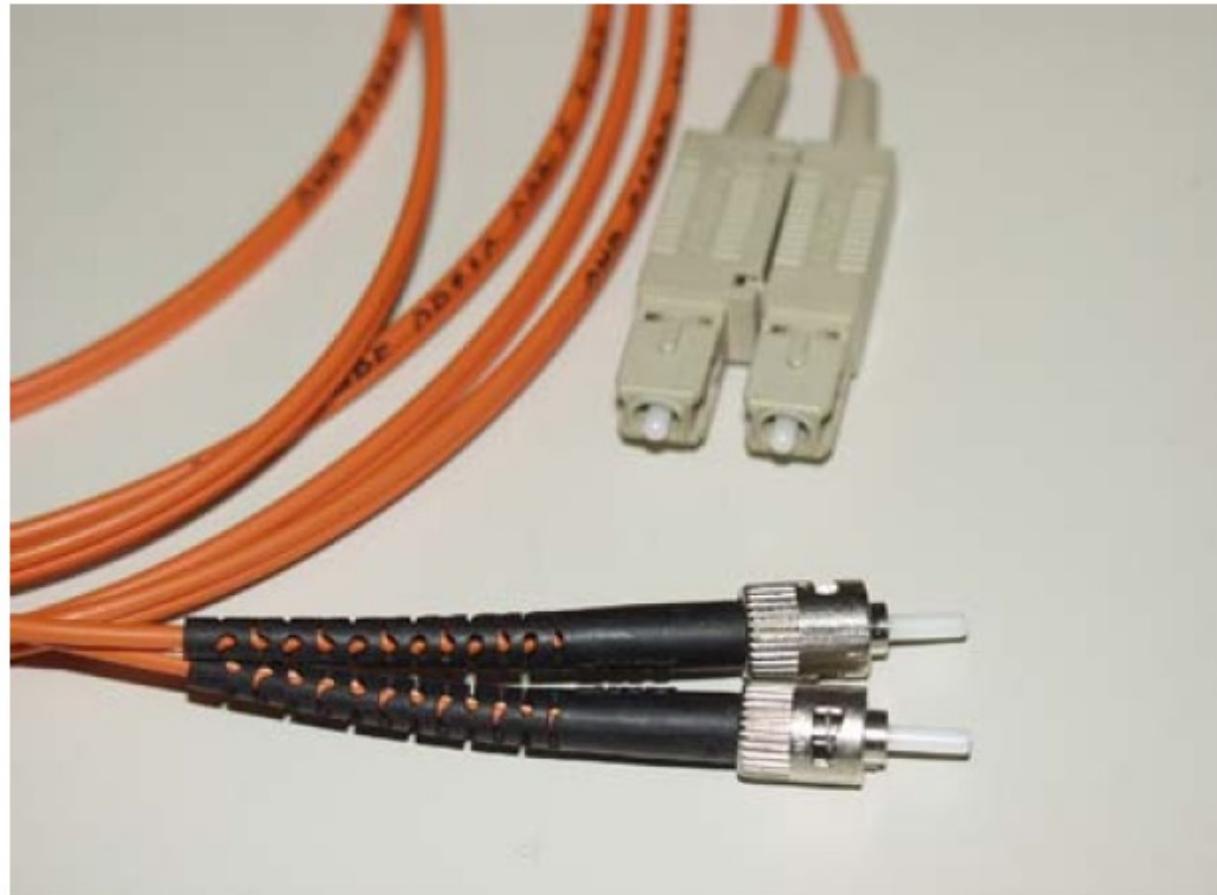
- Tomadas
 - As tomadas de FO são também instaladas junto aos postos de trabalho, embutidas em calhas, paredes ou no pavimento.
- Painéis (Patch Panels)
 - Os Painéis ópticos incluem tomadas fêmea para ligação de um conector SC ou LC diretamente.
- Chicotes
 - Fazem a ligação tomadas (TO) – equipamento terminal (PC, Routers, Impressoras, etc.). São tipicamente duplos.



Patch chord de FO (ST-ST)



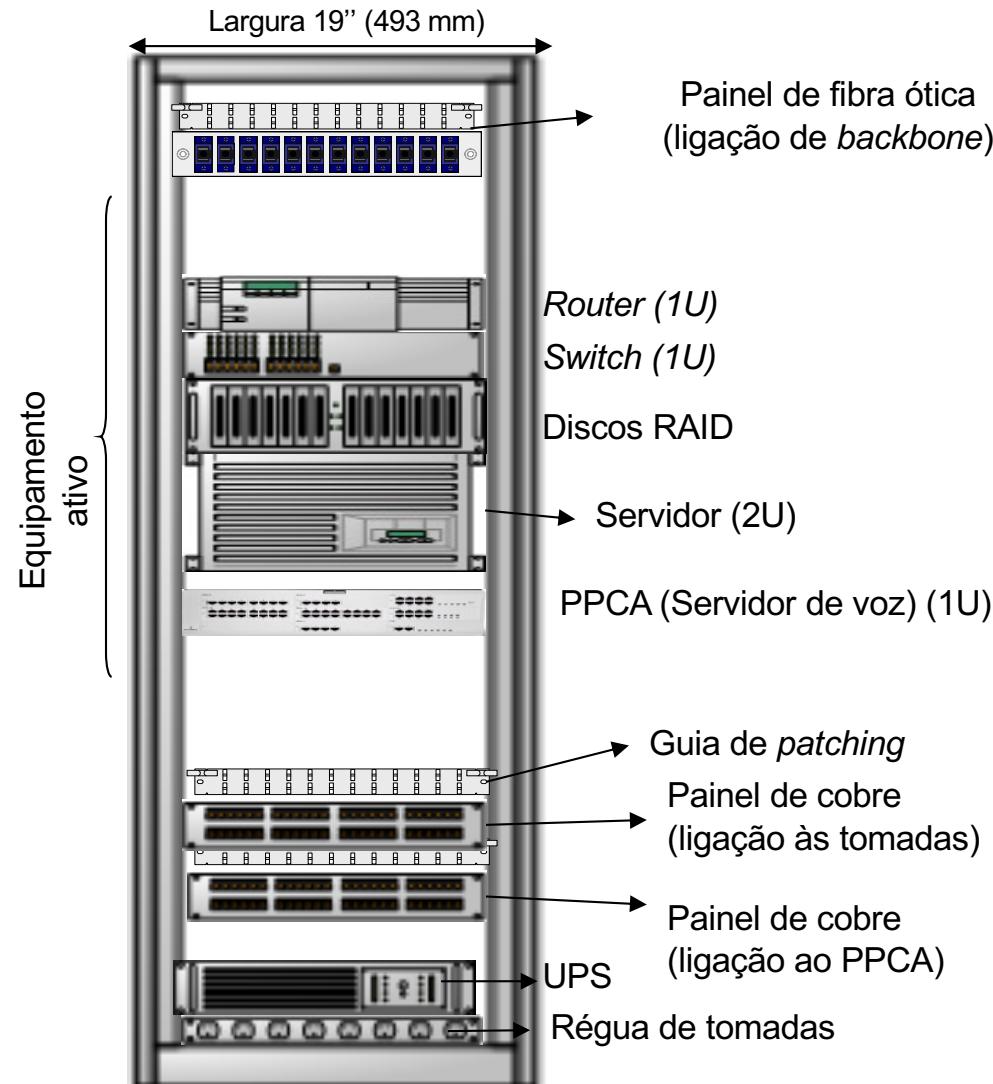
Patch chord de FO (SC-ST)



Distribuidores (bastidores)

- Normas IEC 297 e EIA RS 310C
- Têm diferentes alturas mas tipicamente 19'' (483 mm) de largura. A maior parte dos equipamentos ativos já é fabricado com esta dimensão.
- Está normalizada a Rack Unit (U) de 44,55mm (1 U = 44.55mm) ;
 - Há equipamentos que medem 1U, 2U, etc.
 - São vulgares bastidores de 12U e 45U;
- Duas réguas laterais perfuradas para fixação de equipamentos e patch panels;
- Incluem guias de patching para acomodação de chicotes e tomadas monofásicas Schuko e há alguns com UPS incorporado.
- Devem incluir segurança física (porta e chave)
- Painéis passivos ISO 8877 para terminação dos cabos de cobre
- Painéis passivos com fichas SC (ou ST) para terminação dos cabos de fibra

Configuração de distribuidor



Dimensões típicas de componentes para distribuidores de 19"

Componente	Dimensão típica [U]
Painel de 12, 16 ou 24 conectores ISO 8877	1 ou 2
Painel de 32 ou 48 conectores ISO 8877	2 ou 3
Painel de 12 conectores SC (ou ST)	1
Painel de 24 conectores SC (ou ST)	2
Guia horizontal de <i>patching</i>	1
Prateleira de montagem <i>rack</i>	1
<i>Kit</i> de ventilação	1
Régua de tomadas eléctricas <i>Schucko</i>	1

Dimensões típicas de equipamento de montagem rack de 19"

Equipamento	Dimensão típica [U]
UPS	2 ou 3
<i>Hub</i> com 12 ou 24 portas (10 ou 100 Mbps)	1 ou 2
<i>Switch</i> 12 ou 24 portas (10 e 100 Mbps)	2 ou 3
<i>Switch Gigabit</i> de 12 portas	2 ou 3
<i>Router</i> com 1 porta RDIS + 1 porta 1 LAN	1 ou 2
<i>Router modular</i> com 3 slots	2 ou 3
<i>Router modular</i> com 5 slots	4 a 6

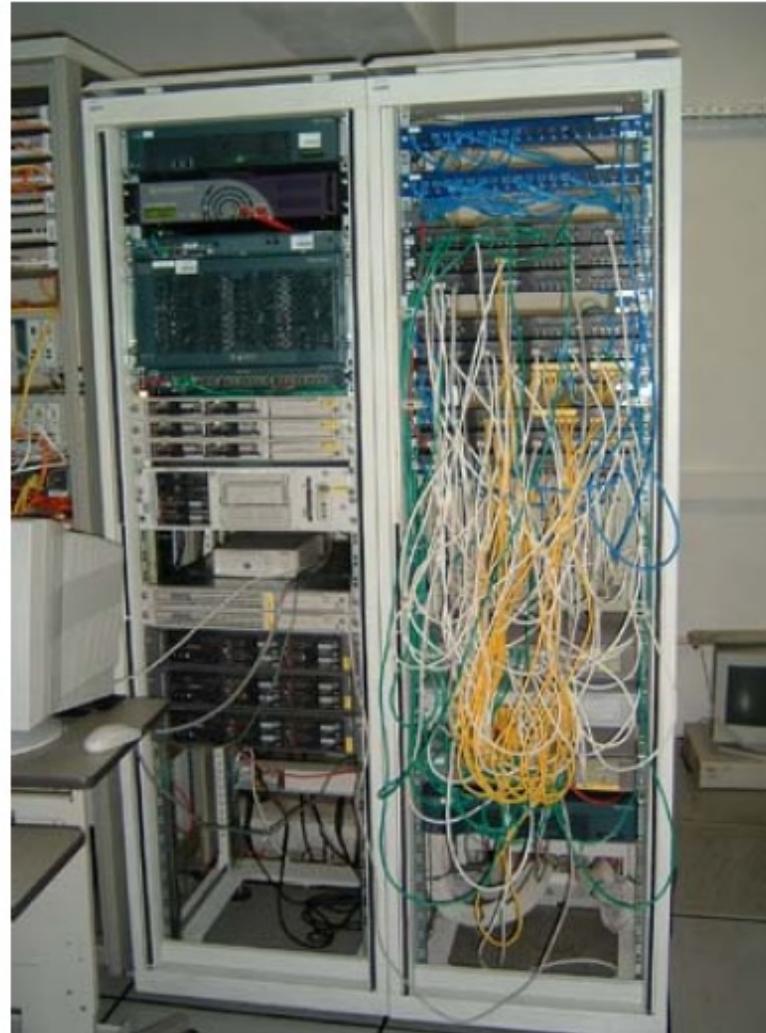
Armário rack de 19"



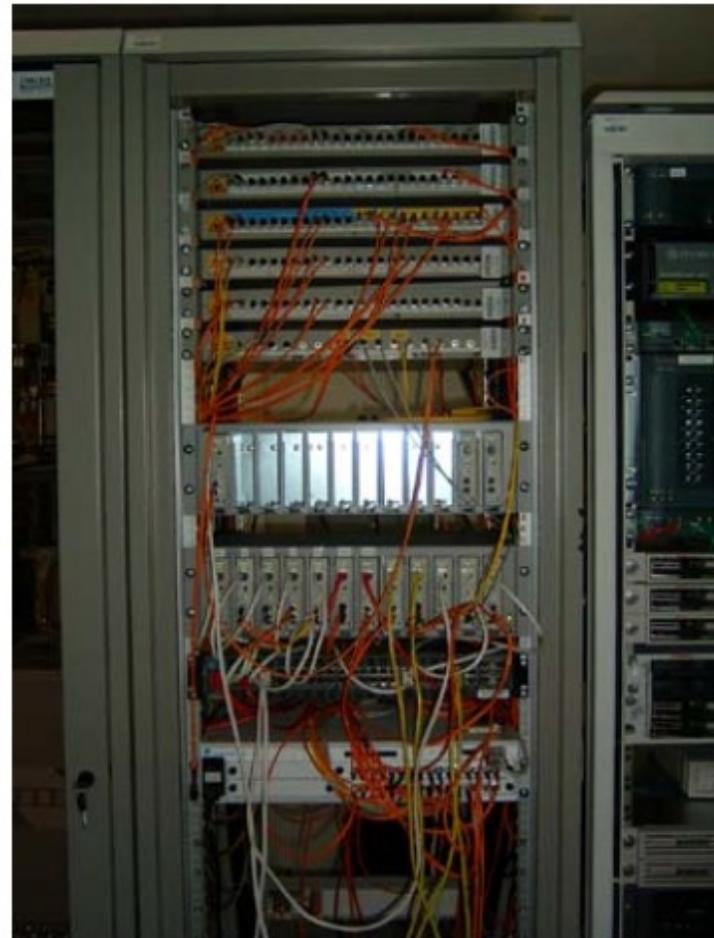
Vista geral de bastidores



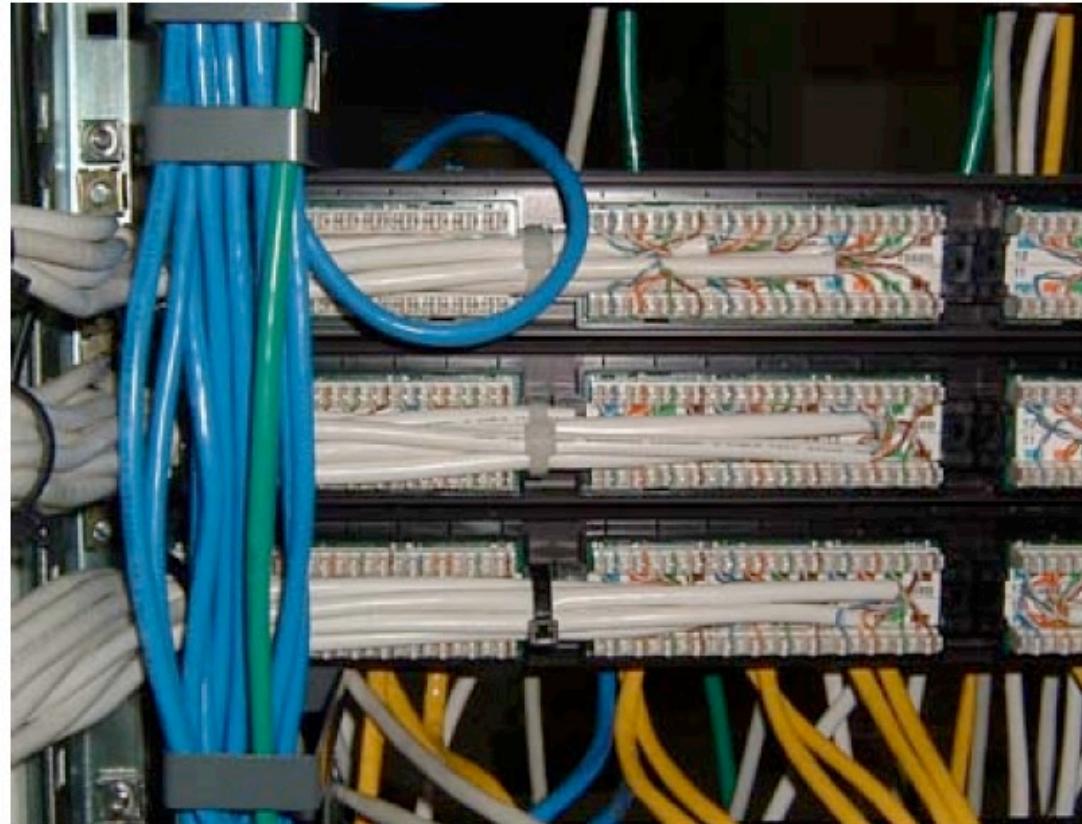
Bastidores de ativos e passivos



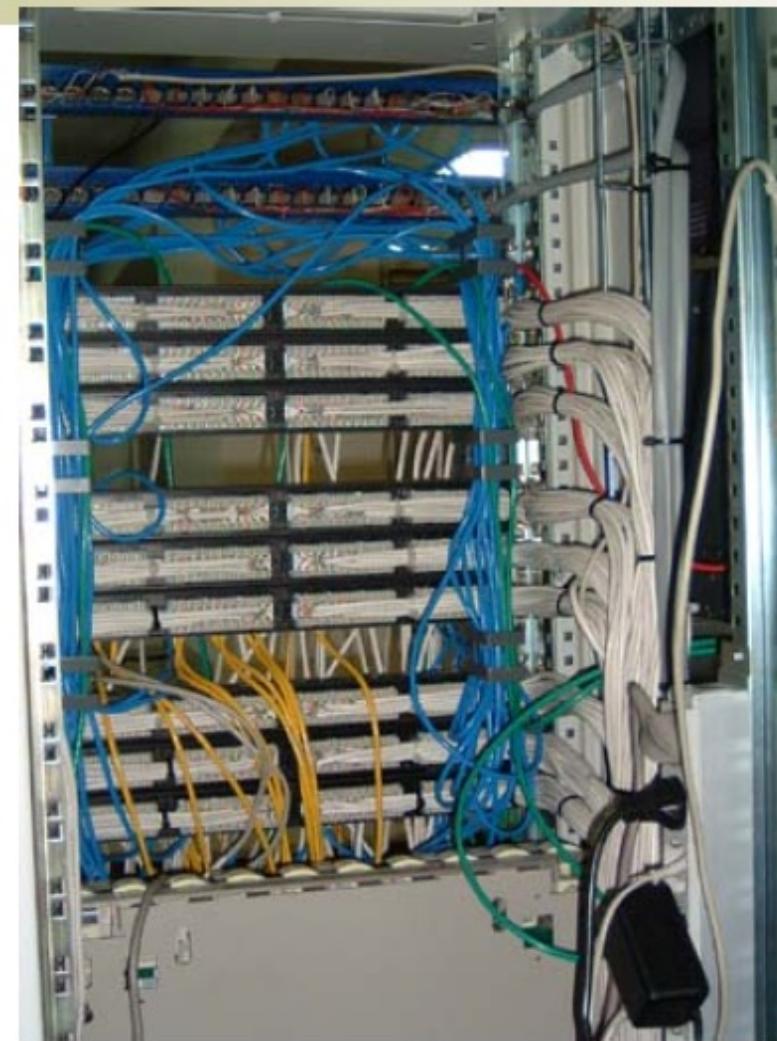
Bastidor de ativos e passivos de FO



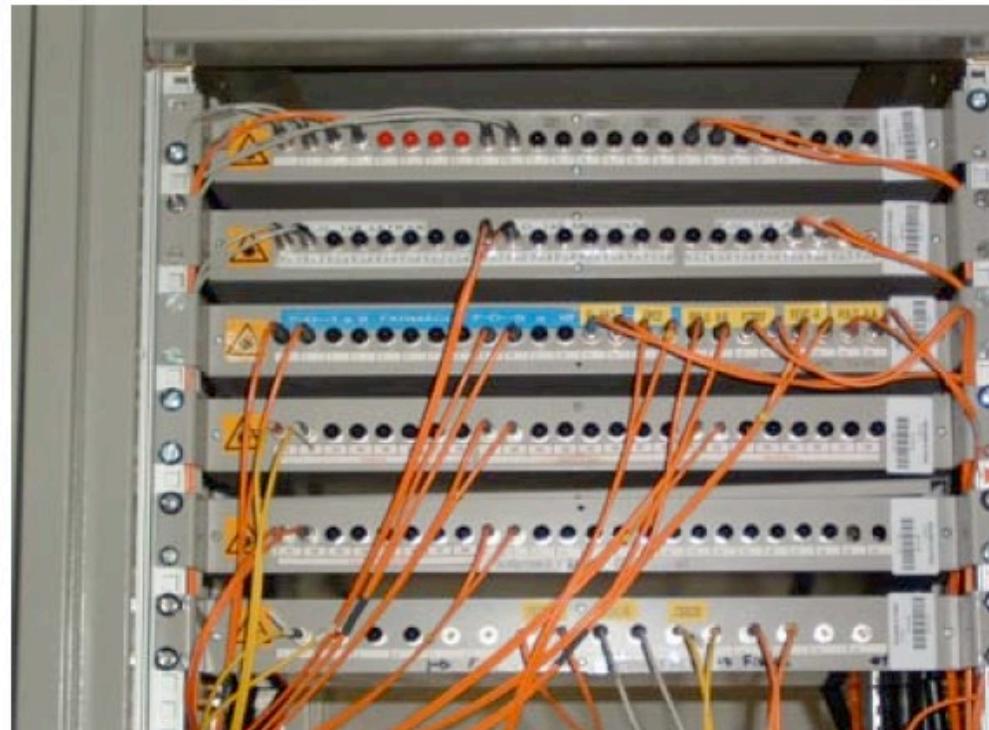
Traseira de painéis de conectores ISO 8877



Traseira de painéis de conectores ISO 8877



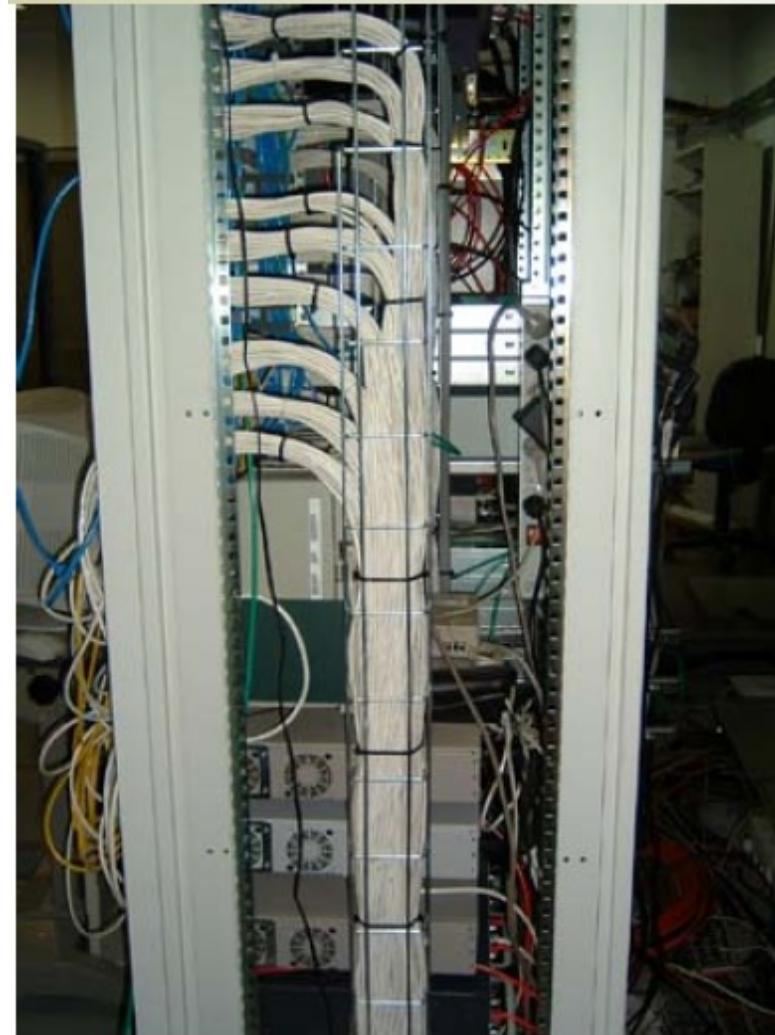
Painéis de conectores ST



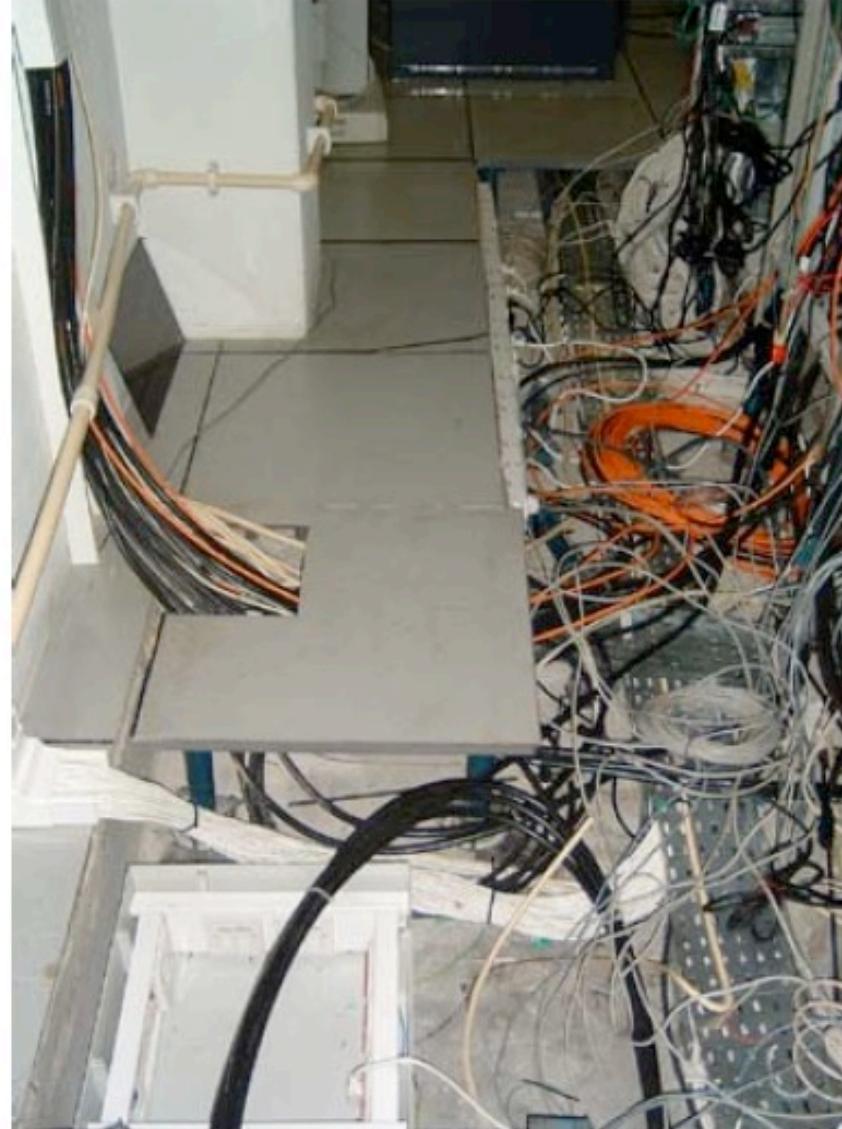
Traseira de painéis de conectores ST



Amarração lateral de cabos UTP



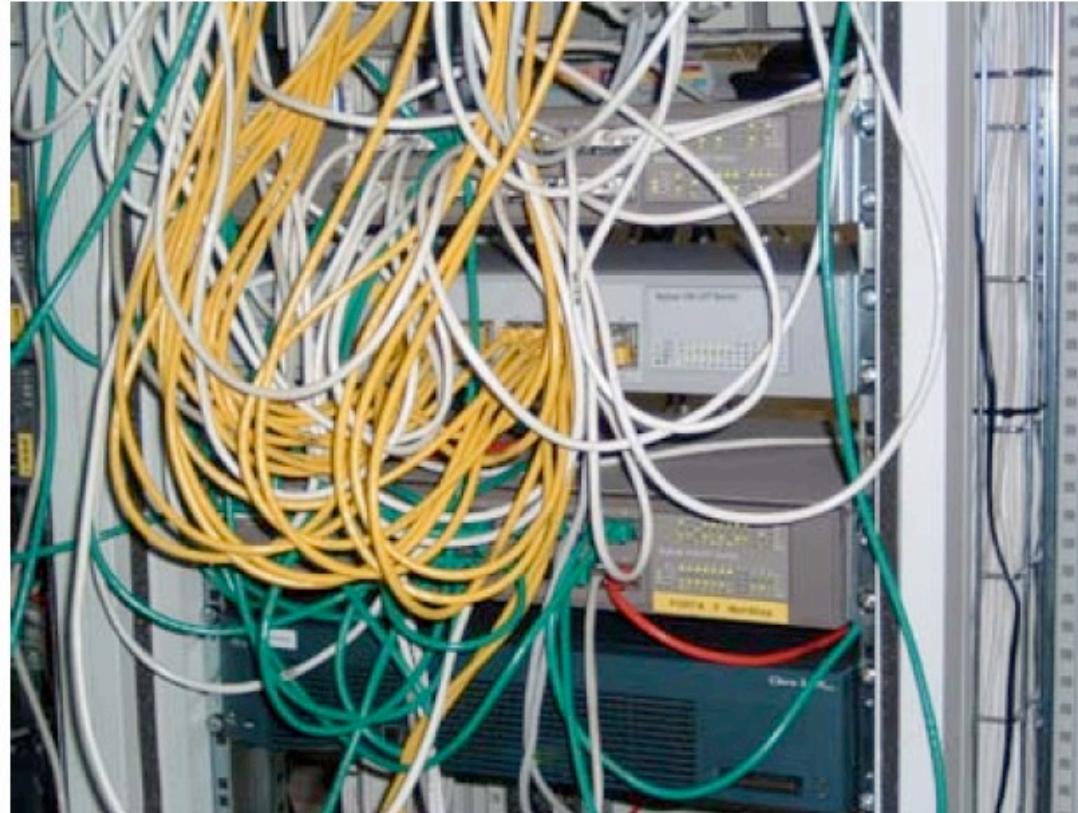
Circulação de cablagem em chão falso



Ativos (ponto de acesso)



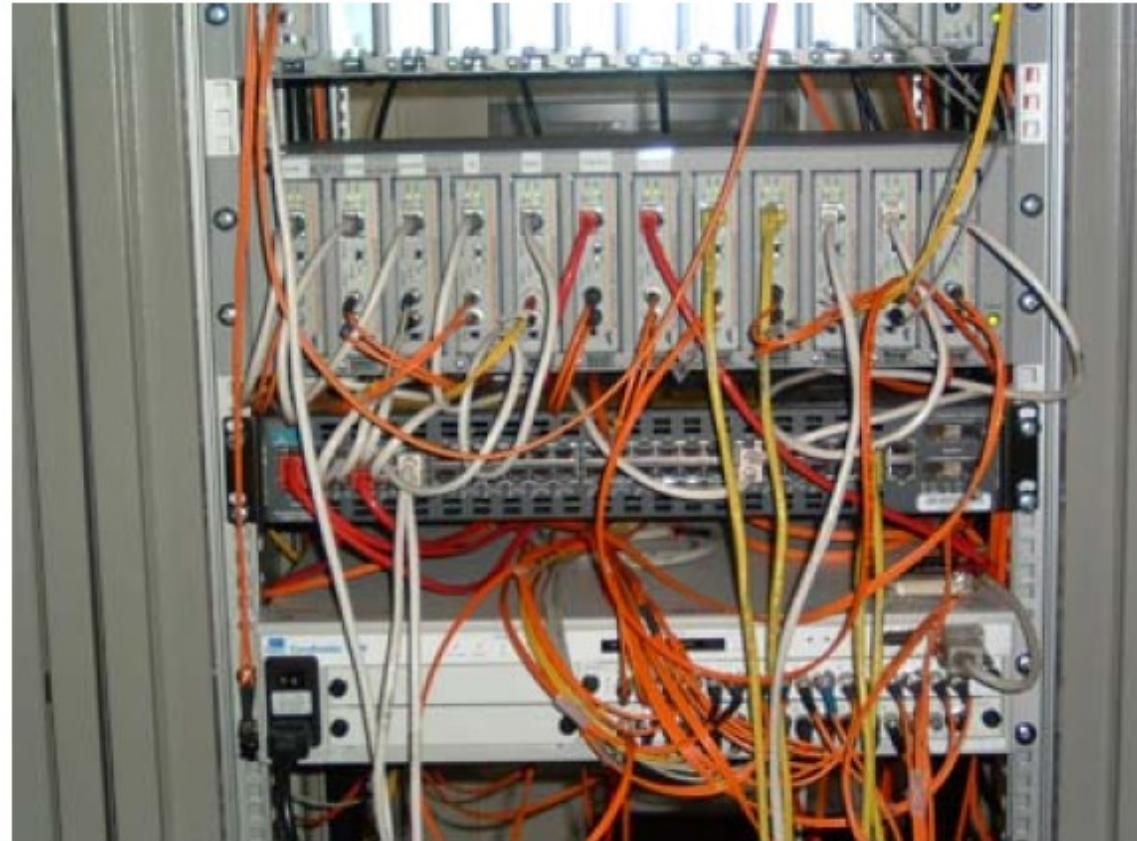
Ativos (switches 100BaseT)



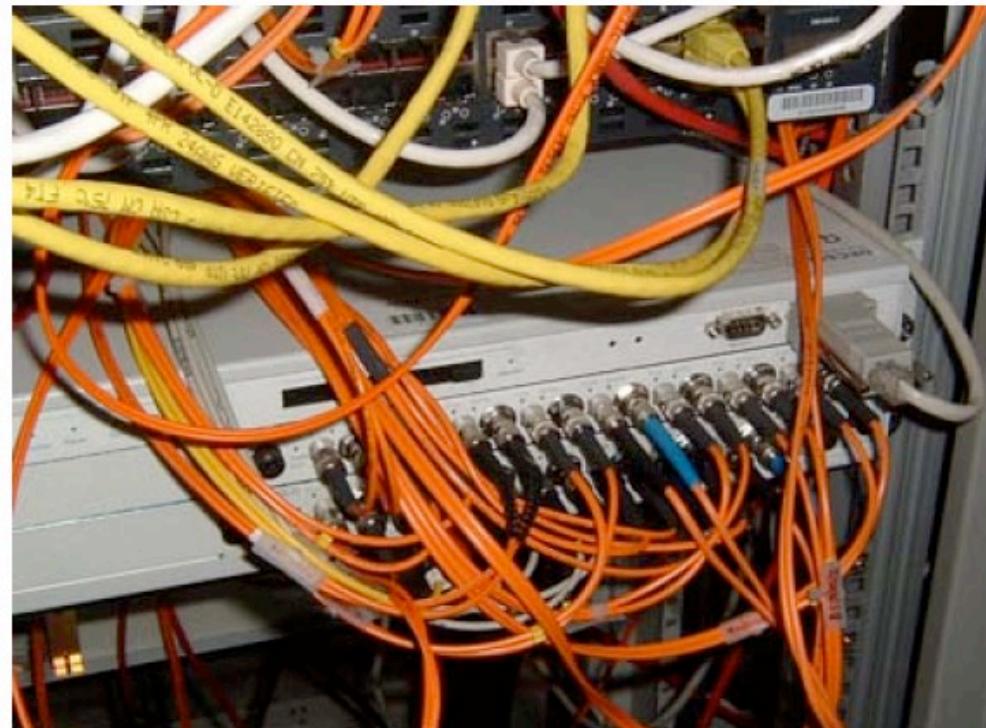
Traseira de ativos



Ativos (fibra ótica)



Traseira de ativos (fibra ótica)



Transceivers



Transceivers

Cisco optical Gigabit Ethernet SFP



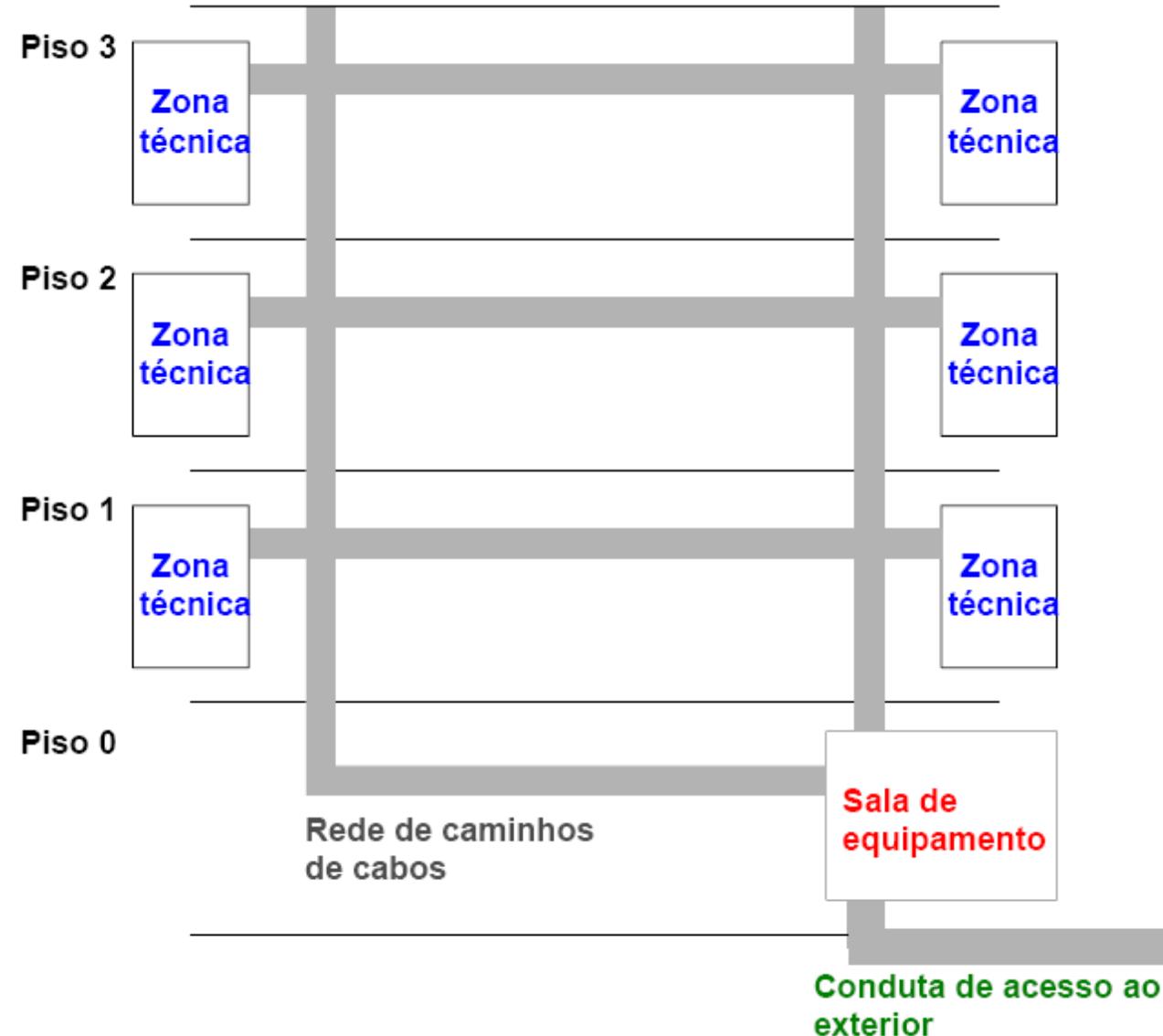
Cisco 1000BASE-T Copper SFP



Instalação da cablagem

- Zonas técnicas
 - Sala de equipamento (ER)
 - Compartimento de telecomunicações (TC)
- Condutas e caminhos de cabos
 - Conduta de acesso ao exterior
 - Rede de caminhos de cabos

Zonas técnicas num edifício



Condições ambientais nas zonas técnicas

Parâmetro	Condições óptimas	Condições limite
Temperatura	18 a 26 °C	5 a 30 °C
Humidade relativa	30 a 55 %	10 a 80 %

Instalação de cablagem

- Identificação dos cabos
- Respeito pelo comprimento máximo
- Uso de conectores adequados
- Respeito pelo raio máximo de curvatura
- Amarração em intervalos regulares
- Tratamento das blindagens
- Protecção contra interferências

Tratamento da blindagem

- UTP — Unshielded Twisted Pair
 - Sem qualquer tipo de blindagem
- STP — Shielded Twisted Pair
 - Com blindagem individual em cada par de condutores
 - Com blindagem geral envolvente
- S/UTP — Screened/UTP
 - Sem blindagem individual
 - Com blindagem geral envolvente (Screen)
 - Também referidos por FTP (Foiled Twisted Pair)

Protecção contra interferências

- Afastamentos mínimos na instalação de cablagem de cobre

Tipo de instalação eléctrica	< 2 kVA	2 - 5 kVA	> 5 kVA
Círcuito eléctrico não blindado, instalado em suporte não metálico	12 cm	30 cm	60 cm
Círcuito eléctrico não blindado, instalado em suporte metálico com ligação de terra	6 cm	15 cm	30 cm
Círcuito eléctrico blindado, instalado em suporte não metálico	3 cm	10 cm	20 cm
Círcuito eléctrico blindado, instalado em suporte metálico com ligação de terra	0 cm	7,5 cm	15 cm

Testes e certificação

- Todos os componentes da cablagem devem ser testados
- Na certificação da cablagem de cobre (UTP, STP ou S/UTP) são usados “Cable Scanners”
- Na certificação da cablagem de Fibra óptica são usados medidores de atenuação óptica
- A certificação automática deve ser complementada com inspecção visual dos componentes instalados

Dossier de certificação

- Resultados dos testes de cada uma das ligações do sistema de cablagem
- Nome e contacto dos responsáveis pela certificação
- Data da realização da certificação
- Caractertísticas do equipamento usado (fabricantes, marcas, modelos, versões de software, etc.)
- Telas finais, com numeração das tomadas e bastidores

Administração de cablagem

- Convencional
 - Utilização de fichas de papel para registo de operações
- Informatizada
 - Aplicações de gestão de cablagem
 - Ligação ao inventário de equipamento
 - Ligação ao equipamento de patching por SNMP
 - Soluções de patching automático
 - Ligação a sistemas de help-desk e de trouble ticketing

- A cablagem informática deve:
 - ser independente das tecnologias (o mais possível)
 - ter em conta as necessidades das aplicações
 - poder resistir a alterações na utilização dos espaços
 - poder resistir à evolução das tecnologias de comunicação
 - ser normalizada (ISO 11801 e EN 50173)

PARA RELEMBRAR

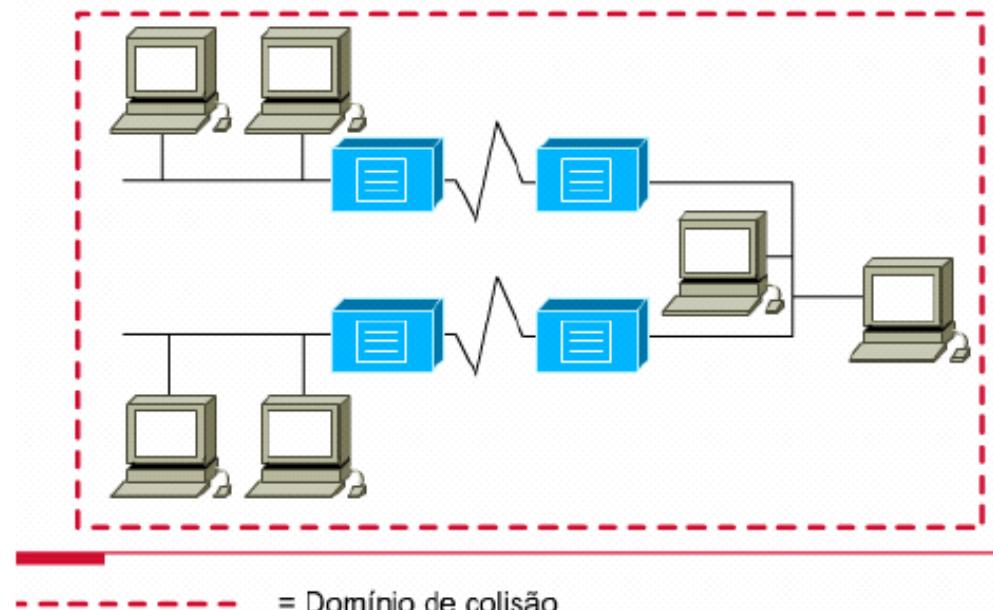
Normas para os meios de transmissão

O Modelo OSI

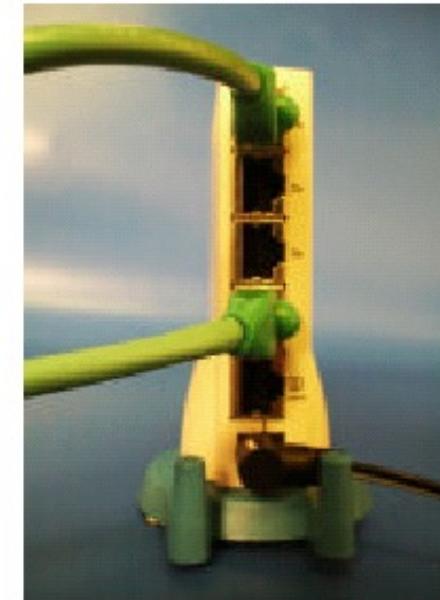
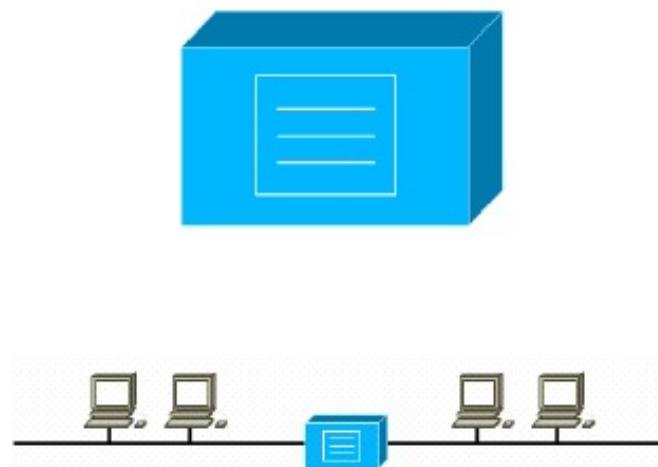


Normas

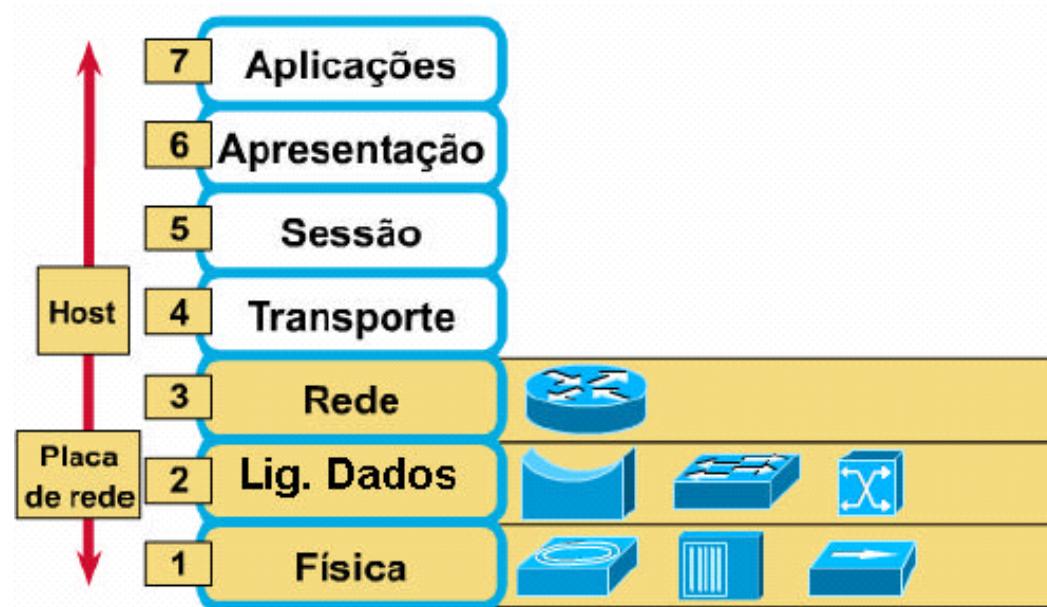
Domínio de colisão: regra de 4 repetidores



Tecnologia Ethernet 10BaseT – Repetidor/Hubs



Tecnologia Ethernet – Dispositivos



Meios partilhados

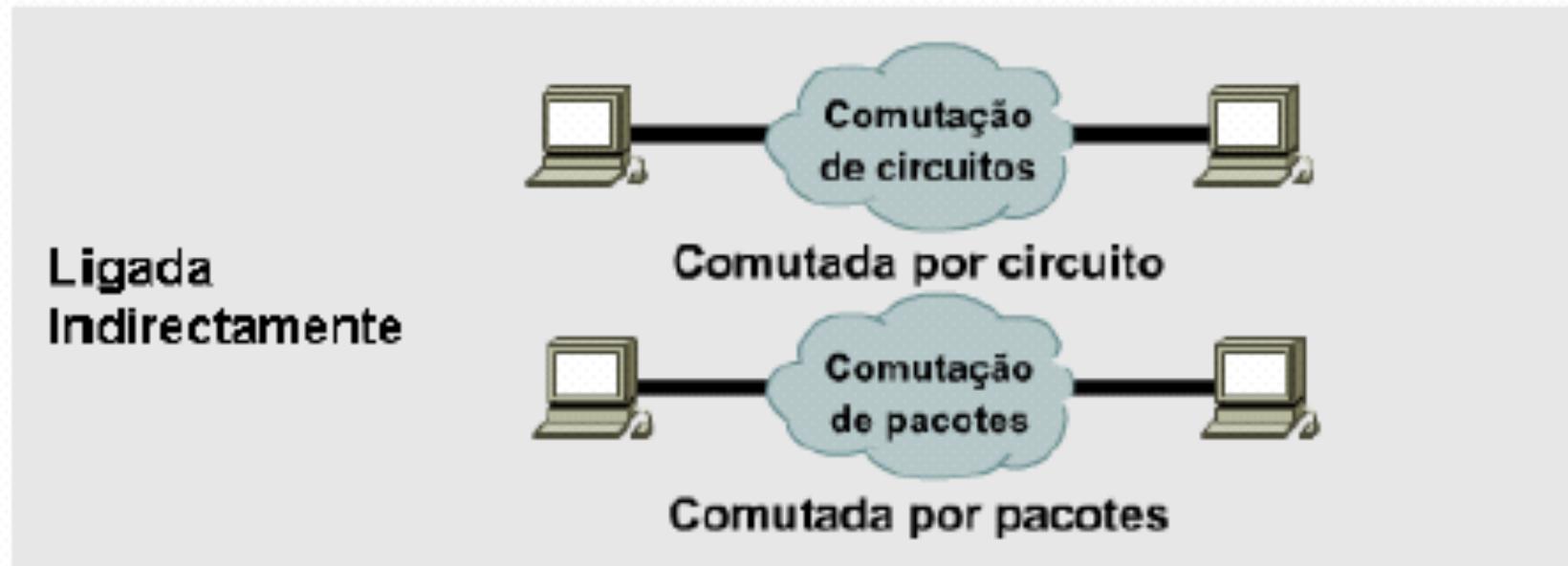
Tipos de redes



- Meio
- Meios partilhados estendidos
- Ligações ponto-a-ponto

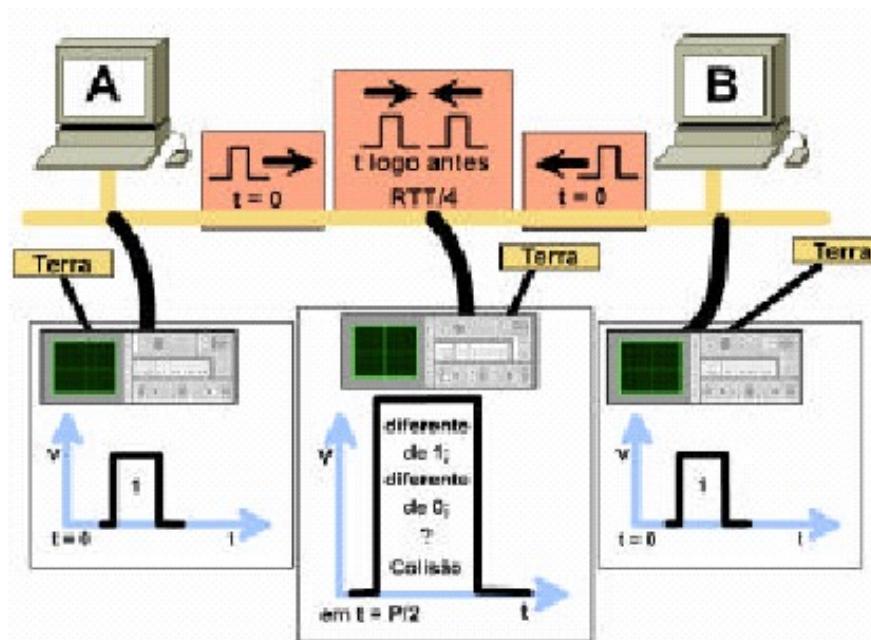
Meios partilhados (cont.)

Tipos de redes



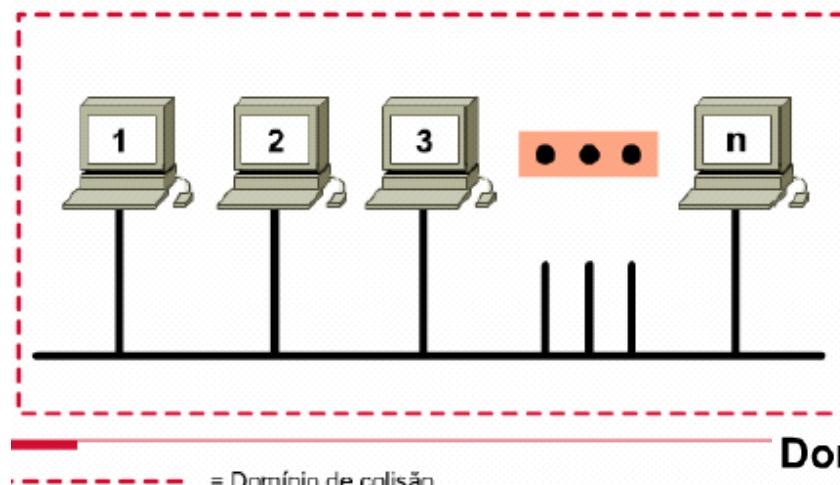
- Comutação de circuitos
- Comutação de pacotes

Colisões

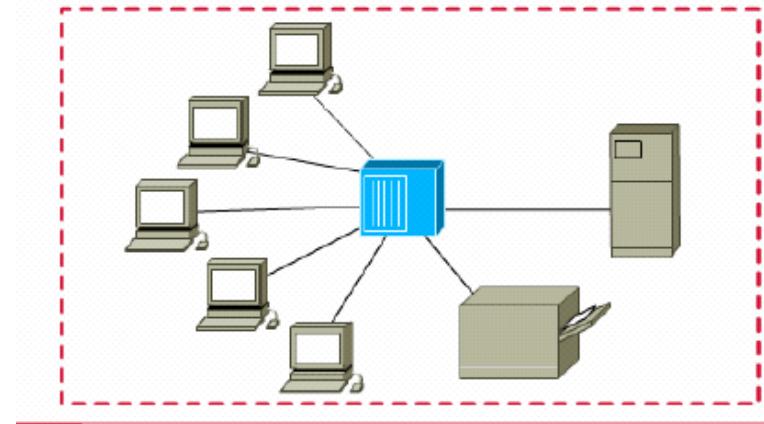


Domínios de colisão

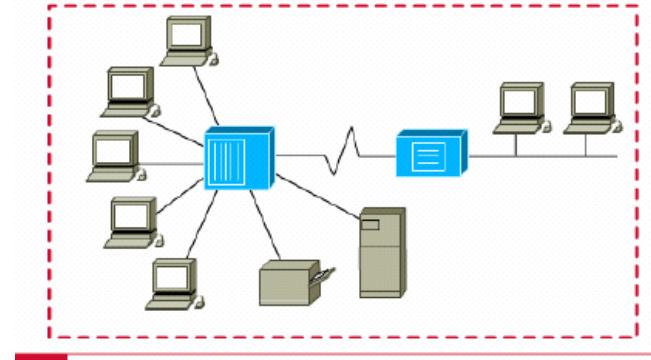
Domínio de colisão: Acesso compartilhado básico



Domínio de colisão: Estendido por um hub



Domínio de colisão: Estendido por hub e repetidor

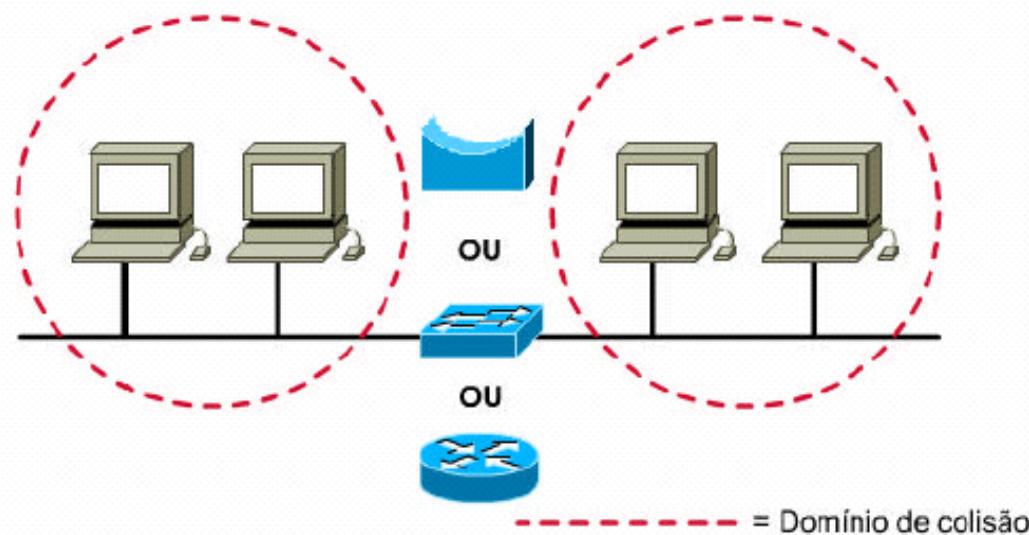


Regra dos 4 repetidores

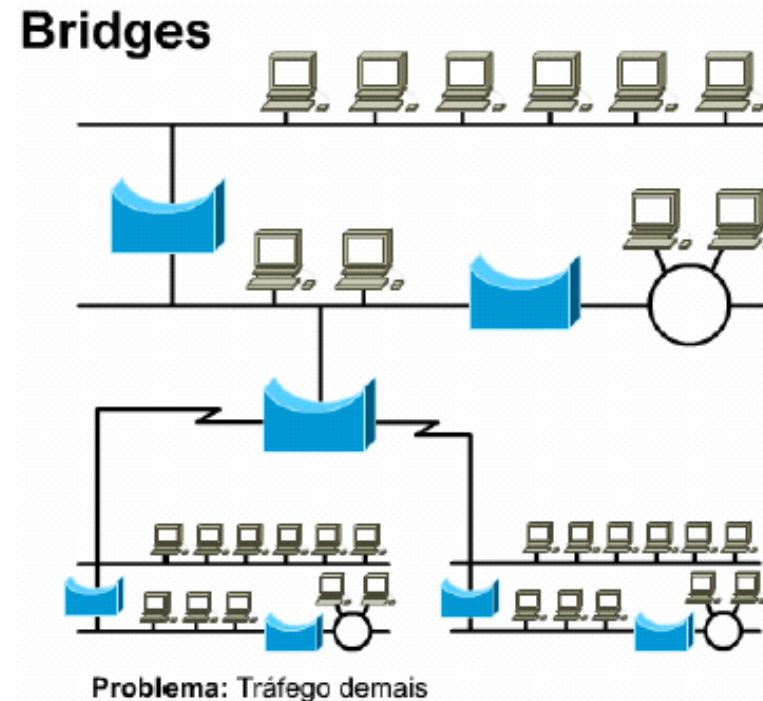
- **Actualmente não se devem sequer usar repetidores!!!**
- Não pode haver mais que 4 repetidores entre dois computadores numa rede
- Ultrapassar os 4 repetidor implica ultrapassar o atraso máximo

Segmentação dos domínios de colisão

**Domínio de colisão:
Estendido por um repetidor**



Segmentação dos domínios de colisão (cont.)



Bibliografia

- Capítulo 4 de Edmundo Monteiro, Fernando Boavida, *Engenharia de Redes Informáticas*, FCA – Editora de Informática, 2000.
- ANSI (Ed.), *TIA/EIA-T568-A – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*, ANSI, 1991.
- CENELEC (Ed.), *EN 50173 – Information Technology – Generic Cabling Systems*, CENELEC, 1995.
- HALSALL, Fred, *Data Communications Computer Networks and Open Systems (4 Ed)*, Addison Wesley, Reading, MA, 1995.