

# Redes Estruturadas

O projecto e a instalação de redes de dados em edifícios são actividades reguladas por um conjunto de normas dispersas em diversos documentos, publicados por organismos internacionais.

Sob o ponto de vista de normalização, o tema “redes de dados” é abrangente incluindo aspectos relativos ao fabrico do “hardware”, como por exemplo características eléctricas e mecânicas de cabos e conectores. Partes de algumas destas normas têm aplicação efectiva no projecto e instalação de redes. A abordagem presente incide sobre a utilização dos princípios aplicáveis presentes nestas normas, aliados a um conjunto de “boas práticas”.



## Cablagem estruturada

O sistema de cablagem deve ser organizado de forma hierárquica em subsistemas de cablagem que reflectem a realidade física das instalações. Esta organização designa-se *cablagem estruturada*. Cada subsistema consiste numa estrela centrada num ponto de distribuição de cabos, designado distribuidor.

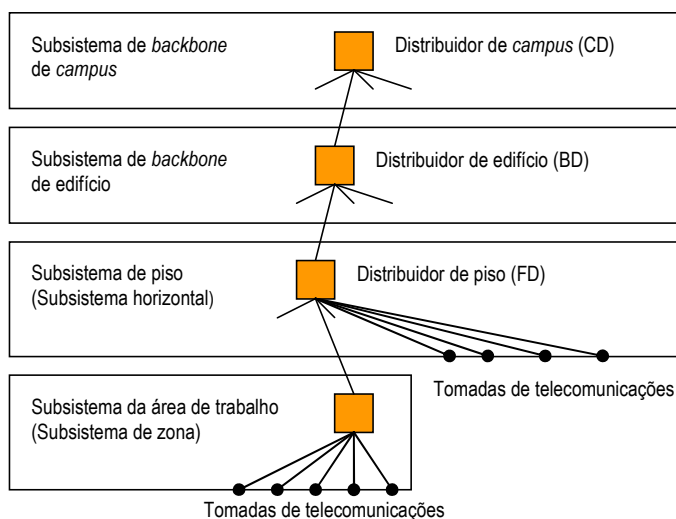
O subsistema de *backbone* de *campus* é necessário quando a instalação envolve mais do que um edifício, é constituído por um distribuidor de *campus* (CD – *Campus Distributor*) e o *backbone* de *campus*. O *backbone* de *campus* é um conjunto de cabos, dispostos em estrela, que interligam o distribuidor da *campus* a cada um dos distribuidores de edifício existentes.

Cada edifício possui o seu próprio subsistema de *backbone* de edifício, constituído por um distribuidor de edifício (BD - *Building Distributor*) e *backbone* de edifício que interliga o distribuidor de edifício a cada um dos distribuidores de piso.

O subsistema de piso forma uma estrela centrada no distribuidor de piso (FD – *Floor Distributor*) contendo na extremidade de cada cabo uma tomada de rede acessível aos utilizadores finais. Considera-se que a cablagem estruturada termina nestas tomadas.

Se necessário, é possível definir um subsistema adicional para uma zona particular de um piso. O subsistema de área de trabalho justifica-se quando um determinado local, afastado do distribuidor de piso, necessita de uma densidade de tomadas de rede superior ao normal. Nestes casos, criar no local um subsistema de área de trabalho é uma solução interessante que evita a necessidade de um elevado número de cabos até ao distribuidor de piso.

A arquitectura óptica centralizada, contemplada nas normas, representa uma alteração em sentido contrário, eliminando o *backbone* de edifício e os distribuidores de piso. Neste caso o distribuidor de edifício liga directamente às tomadas de rede dos utilizadores. Devido às limitações das tecnologias de cobre, esta arquitectura só é aplicável quando todas as cablagens



são de fibra óptica.

### **Distribuidores e painéis de interligação**

Os distribuidores são constituído por painéis de interligação (“patch panels”) instalados num armário de telecomunicações vulgarmente designado de bastidor, armário repartidor ou armário de distribuição.

Estes armários devem possuir internamente uma estrutura com furação normalizada que permite a fixação simples de painéis de interligação e diversos outros tipos de equipamento. O formato mais utilizado é o RACK 19”.

Os painéis de interligação são constituídos por um conjunto de conectores fêmea. Na figura ao lado pode observar-se a parte frontal de um painel de interligação para cabos de cobre.



Num distribuidor, cada conector fêmea do painel de interligação está, na parte traseira, cravado ou soldado a um cabo que faz a ligação a outro distribuidor ou a uma tomada de rede final.

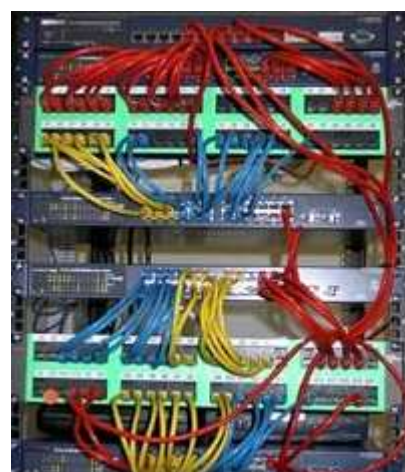
Qualquer cabo de rede que entra num distribuidor tem obrigatoriamente de estar disponível num conector fêmea de um painel de interligação desse distribuidor. Resumindo, todos os cabos que integram a cablagem estruturada terminam ou em ligações na parte traseira de um painel de interligação de um distribuidor ou numa tomada de rede final.

A cablagem estruturada termina nos painéis de interligação e nas tomadas de rede finais, ela por si só não assegura qualquer tipo de conectividade para além das ligações físicas entre distribuidores e entre distribuidores e tomadas.

### **Equipamento activo e chicotes de interligação**

A cablagem estruturada fornece a infra-estrutura física base que permite a construção de redes de diversos tipos e em particular, redes de dados. A adição de equipamento activo tal como repetidores de sinal, comutadores de rede, encaminhadores e servidores e a respectiva ligação à cablagem estruturada permite criar uma rede funcional.

O equipamento activo é instalado no armário, junto aos painéis de interligação, sendo que por isso também deve possuir o formato RACK 19”. A ligação do equipamento activo à cablagem estruturada recorre a pequenos cabos soltos, com fichas macho montadas em ambas as extremidades. Estes cabos são conhecidos por chicotes de interligação (*patch cord*). Na imagem ao lado pode ver-se um armário RACK 19” com painéis de interligação (de cor verde) ligados por chicotes de interligação a equipamento activo.



Os chicotes de interligação, que podem ser montados no local ou adquiridos já prontos a usar, são também necessários para ligar o equipamento dos utilizadores finais às tomadas de rede. Podem ter vários comprimentos até um limite máximo de 5 metros. Como se pode observar na imagem acima, os chicotes usados no interior dos distribuidores devem ter comprimento mais reduzido para evitar uma sobrecarga de cabos no armário, sendo normalmente usados chicotes com comprimento inferior a 50 cm.

Para garantir uma melhor arrumação dos chicotes de interligação aconselha-se a instalação de réguas guias (não presentes na figura acima) entre os painéis e o equipamento activo.

Os chicotes nunca podem ser usados para ligar directamente dois painéis de interligação, o que seria uma clara violação das normas, ultrapassando as especificações máximas das tecnologias de rede e impedindo o funcionamento normal das mesmas.

### **Projecto de redes estruturadas**

O projecto de uma rede deve começar pela definição dos objectivos junto do dono da obra. Desta análise inicial de requisitos pode surgir a necessidade de desvios relativamente aos princípios gerais aplicáveis.

Entre outros aspectos é necessário identificar locais com necessidades particulares sob o ponto de vista de número de ligações de rede a disponibilizar, ou sob o ponto de vista da necessidade de ligações de dados de elevada capacidade. Ambientes de elevado ruído eléctrico, como ambientes industriais, podem condicionar as escolhas relativamente ao tipo de cablagem, obrigando à utilização de fibra óptica.

Qualquer projecto de cablagem estruturada deve contemplar uma natural evolução dos requisitos a curto e médio prazo, ou seja, deve haver uma folga no dimensionamento (sobredimensionamento) que permita contemplar novas necessidades sem intervenções nos componentes fixos que constituem a cablagem estruturada, ou seja, cabos e distribuidores.

Também no sobredimensionamento devem ser detectadas eventuais particularidades junto do dono da obra, como mudanças previsíveis na utilização dos espaços.

As plantas à escala dos edifícios e pisos, a fornecer pelo dono da obra, são o elemento fundamental que serve de base à elaboração do projecto, pois permitem a medição horizontal das distâncias. Também são fundamentais as plantas com as infra-estruturas de passagem de cabos. É necessária ainda a vista de um corte vertical do interior dos edifícios (alçado) para medir distâncias verticais.

### **Planeamento das tomadas de rede**

O desenvolvimento do projecto deve começar pelo elemento final da cablagem estruturada, ou seja as tomadas de rede a serem colocadas nas instalações. Desta fase resulta o posicionamento nas plantas de cada uma das tomadas de rede a instalar. A quantidade de tomadas a instalar em cada local é determinada pelas seguintes condições:

- Todas as divisões devem ter pelo menos duas tomadas de rede.
- Por cada 10 m<sup>2</sup> devem existir duas tomadas de rede, por isso se a área de uma divisão ultrapassa esse valor devem ser instaladas duas tomadas adicionais.

Estas regras estão referidas nas normas e devem ser respeitadas como valores mínimos, podem ser excluídas destas regras áreas para as quais não seja necessário qualquer tipo de ligação de rede e para as quais exista um elevado grau de certeza de que não haverá no futuro uma alteração do tipo de utilização. Estarão nesta situação, por exemplo, lavabos, arrumos e zonas de acesso.

A instalação de tomadas de rede em zonas de acesso públicas (corredores, etc.) pode ter implicações sob o ponto de vista de segurança e deverá ser ponderada junto do dono da obra.

As tomadas de rede são normalmente instaladas nas paredes em posições semelhantes aos

outros tipos de tomada e devem ser distribuídas pela divisão de tal forma que o seu raio de acção (chicote de interligação com 5 m) cubra a maior área possível. Em divisões de elevada área, se tal for possível, deve ponderar-se a sua instalação no pavimento em caixas embutidas.

As tomadas duplas devem ser evitadas, pois ambas abrangem a mesma área de cobertura e por isso tendem a deixar zonas mortas, fora do raio de acção, que é sempre inferior a 5 m.

### **Planeamento dos pontos de acesso de rede sem fios**

Mesmo que não faça parte dos requisitos iniciais do projecto, é aconselhada a instalação de tomadas de rede para ligar pontos de acesso de rede sem fios. Se pelo contrário está prevista uma utilização intensiva de rede sem fios, a densidade de pontos de acesso deve ser aumentada e poderá considerar-se uma redução no número de tomadas de rede para ligação com fios.

Os pontos de acesso de rede local sem fios possuem um alcance muito limitado devido às restrições de potência e às frequências de sinal usadas. Os elementos da construção de elevada densidade tais como pilares, vigas e lajes apresentam um impacto significativo na propagação do sinal. Alguns princípios a respeitar no posicionamento dos pontos de acesso são:

- Devido ao impacto das lajes de betão, não contar com a propagação de sinal entre pisos.
- Posicionar os pontos de acesso na zona central dos pisos, maximizando a cobertura dos mesmos e minimizando a propagação de sinal para o exterior.
- Posicionar os pontos de acesso com a densidade necessária para providenciar a cobertura pretendida, considerando um alcance inferior a 30 metros.
- Evitar a interposição de obstáculos de elevada densidade, nomeadamente vigas e pilares. Se os pontos de acesso forem colocados no tecto devem estar a uma distância do mesmo que evite a interferência de vigas, uma vez que estas são salientes.

Respeitando estes princípios como base, a densidade de pontos de acesso pode ser aumentada em função do grau de utilização previsto. Além dos pontos de acesso de rede sem fios, poderão fazer parte do projecto a instalação de outros dispositivos de rede, como por exemplo equipamento de vigilância, as respectivas tomadas de rede deverão ser previstas nesta fase do projecto.

### **Planeamento dos distribuidores**

Uma vez realizado o levantamento das tomadas de rede, existem condições para avançar para os distribuidores. Os distribuidores devem ser colocados em salas exclusivas para o efeito, recomendando-se cerca de 15 m<sup>2</sup> para os distribuidores de edifício e *campus* e 5 m<sup>2</sup> para os distribuidores de piso. Nem sempre é possível dispor destas salas e muitas vezes a solução é instalar os distribuidores em salas de arrumos, ou mesmo em zonas comuns usando armários murais. Em qualquer caso, uma vez que os armários vão conter equipamento activo é necessário prever a necessidade de ventilação, ou mesmo climatização.

Os aspectos fundamentais a considerar no planeamento dos distribuidores são:

- A área bruta coberta por um distribuidor de piso não deve exceder 1000 m<sup>2</sup>.
- O raio de acção de um distribuidor de piso não deve exceder 80 m. O comprimento dos cabos que ligam o distribuidor de piso (ou de zona) às tomadas não pode exceder 90 m. O mesmo se aplica na ligação do distribuidor de piso ao distribuidor de zona.

- O comprimento dos cabos que ligam o distribuidor de edifício a cada distribuidor de piso pode ser no máximo 500 m. O comprimento dos cabos que ligam o distribuidor de *campus* a cada distribuidor de edifício não deve ultrapassar os 1500 m.
- O posicionamento do distribuidor deve ser central relativamente ao nível hierárquico abaixo, esta medida reduz o comprimento médio dos cabos com conseqüente economia e melhor performance da rede.
- O número de cabos ligado a um armário não deve ser superior a 200 pois iria dificultar a gestão dos cabos no seu interior. A solução é instalar dois armários lado a lado.

As normas contemplam algumas simplificações possíveis. Se a dimensão do piso e o número de tomadas são reduzidos, um único distribuidor de piso poderá servir simultaneamente mais do que um piso.

Se o número de ligações não é muito elevado, pode haver acumulação de funções, podendo, por exemplo, o distribuidor de edifício ser simultaneamente distribuidor de piso (para o piso em que está colocado). De igual modo, quando o distribuidor de *campus* está colocado num edifício pode acumular a função de distribuidor desse edifício.

Aconselha-se a utilização de armários de telecomunicações RACK de 19” para acondicionar o equipamento que constitui o distribuidor. Os armários podem ter várias dimensões e formas, a altura dos armários é medida de acordo com a furação normalizada do RACK 19”. A altura mínima para um dispositivo a instalar neste tipo de RACK é de 1,75” (4,445 cm) e designa-se 1U. Um painel de interligação de cobre com 24 ligações típico tem uma altura de 1U. Muitos comutadores, encaminhadores e até servidores estão também disponíveis em formato 1U. Mesmos os servidores mais pesados raramente ultrapassam os 4U.

A capacidade dos armários deverá ser ajustada às necessidades, existem armários pequenos (6U) de fixar na parede (muraís), como apresentado na imagem à direita, em cima, até armários de colocar sobre o piso com altura até cerca de 2 m e grande capacidade (45U), como se pode observar na figura em baixo e ao lado. A profundidade dos armários está de certa forma relacionada com a sua altura: os armários muraís têm normalmente uma profundidade que não ultrapassa o 50 cm enquanto os armários de piso podem chegar aos 100 cm.



As dimensões correctas dependem do equipamento a instalar no armário e só poderão ser determinadas após a escolha dos painéis de interligação e de todos os dispositivos (comutadores de rede, encaminhadores, servidores, UPS, etc.). Após a escolha do equipamento, deve verificar-se a profundidade necessária nos armários, em especial nos armários muraís.

Como o equipamento a colocar no armário poderá, num futuro próximo, aumentar ou ser actualizado, é fundamental um sobredimensionamento de cerca de 50% na capacidade dos armários. Também é boa ideia reservar espaço para a colocação de um novo armário ao lado.

Deve ser realizada uma estimativa da potência eléctrica necessária em cada distribuidor para que as ligações à infra-estrutura eléctrica sejam providenciadas. Os pontos de acesso da rede sem fios necessitam também de ligação à rede eléctrica, podendo em alternativa recorrer da tecnologia PoE (*Power Over Ethernet*), que permite injectar a alimentação eléctrica em cabos de rede de cobre. É necessário que o ponto de acesso suporte esta técnica e instalar no

distribuidor equipamento para injectar energia, um comutador com essa capacidade ou um pequeno dispositivo dedicado ao efeito (*Power Injector*).

### **Planeamento dos cabos, painéis de interligação e tomadas.**

As tecnologias em uso acabam por limitar as escolhas. As cablagens de cobre, constituídas por quatro pares entrançados são, na actualidade, capazes de suportar 1 Gbps, permitindo um comprimento máximo até 100 m. Estas características são conseguidas usando a tecnologia *Ethernet*, desde que as cablagens e conectores sejam de categoria 5E ou 6.

Caso se pretenda ultrapassar um ou ambos os limites (1Gbps; 100m) deve recorrer-se a fibra óptica. A fibra multimodo com tecnologia *Ethernet* a 10 Gbps fica limitada a comprimentos máximos entre os 200 e 300 m. Usando fibra monomodo é possível um comprimento na ordem da dezena de quilómetros com a mesma tecnologia.

A forma hierárquica da cablagem estruturada tende a provocar a junção de fluxos de dados nos distribuidores, o que se deve ao facto de os serviços mais usados se encontrarem nos distribuidores de topo da hierarquia, nomeadamente servidores de *intranet* e acesso à *Internet*.

A capacidade de transferência de dados deve por isso ser superior na ligação ao distribuidor do nível hierárquico seguinte. Uma forma de implementar este conceito é recorrer a uma tecnologia diferente, por exemplo 1 Gbps em cobre no subsistema de piso e 10 Gbps sobre fibra no subsistema de edifício.

A agregação de portas (*port trunking*) é uma técnica disponibilizada pelos comutadores de rede, que pode constituir uma alternativa, pois permite transformar várias ligações paralelas do mesmo tipo numa ligação única. Sob o ponto de vista de capacidade de transferência de dados, obtém-se um valor equivalente ao somatório das capacidades das ligações agregadas.

Prevendo a possibilidade de ser usada agregação de portas, e para permitir a resolução rápida de falhas, as ligações entre distribuidores nunca devem ser constituídas por apenas um cabo. Aconselha-se a instalação de pelo menos 4 cabos, mesmo que apenas um seja usado.

Para garantir alternativas devem também ser previstas ligações entre distribuidores do mesmo subsistema, nomeadamente entre distribuidores de piso e entre os distribuidores de edifício.

Cabe ao projectista definir os caminhos que os cabos vão seguir e o material de suporte necessário bem como eventuais obras a realizar, sejam calhas, tubagens, etc. Tratando-se de um edifício já existente, uma visita ao local é fundamental. Nas ligações entre edifícios pode recorrer-se a cabos aéreos ou a cabos subterrâneos (instalados em valas).

No subsistema horizontal, os corredores são especialmente adequados, podendo instalar-se uma esteira suspensa no tecto que poderá ser ocultada por um tecto falso. Os cabos de rede devem ter um afastamento razoável relativamente a cabos de alimentação eléctrica, de pelo menos 10 cm. Com sistemas eléctricos de maior potência recomendam-se maiores distâncias.

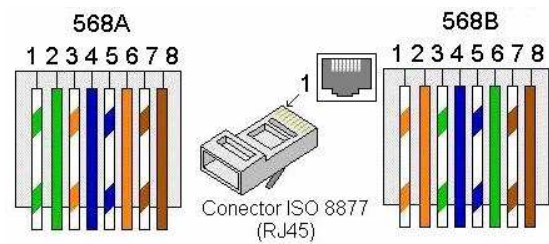
Após a definição dos caminhos de cabos torna-se possível realizar uma estimativa do comprimento total de cabos necessário para o projecto.

### **Instalação de cablagem estruturada**

Depois de colocados os armários de telecomunicações, as infra-estruturas de suporte da cablagem e as caixas de tomadas, podem instalar-se as cablagens. Os cabos deverão ser passados pelo caminho de cabos, cada cabo deve ser numerado e o respectivo número marcado em ambas as extremidades na altura em que o cabo é colocado.

A marcação em ambas as extremidades de cada cabo deve ser resistente, e se for usada caneta de tinta, sugere-se a aplicação de algumas voltas de fita adesiva incolor sobre a marcação. Colocados todos os cabos, procede-se à amarração dos mesmos em intervalos regulares.

Os cabos de cobre de categoria 5E e 6 dispõem de 4 pares de condutores entrançados e cada um dos pares é identificado por uma cor. Na figura ao lado podem observar-se conectores ISO8877, vulgarmente designados RJ45, e o posicionamento de cada condutor, segundo a norma 568A e segundo a norma 568B.



Como se pode verificar, a única diferença entre as duas normas é a troca de posições entre o par verde e o par laranja. Numa instalação é importante usar a mesma norma em todos os locais. Deve optar-se por uma das normas e manter essa opção em toda a instalação.

Uma vantagem adicional deste tipo de conectores é que os conectores telefónicos macho RJ11 são compatíveis com os conectores fêmea RJ45, o que permite que a cablagem do subsistema horizontal possa ser usada para ligações telefónicas sem qualquer modificação.

Os painéis de interligação de cabos de cobre e as tomadas de rede possuem indicações relativamente às cores dos condutores, que facilitam bastante a operação de montagem dos cabos. Ao lado pode observar-se a parte traseira de um painel de interligação.

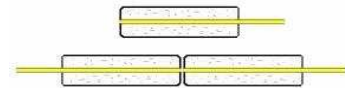


Para evitar a perda de características eléctricas, os pares de condutores devem ser desentrançados o mínimo possível, nunca mais do que 12 mm.

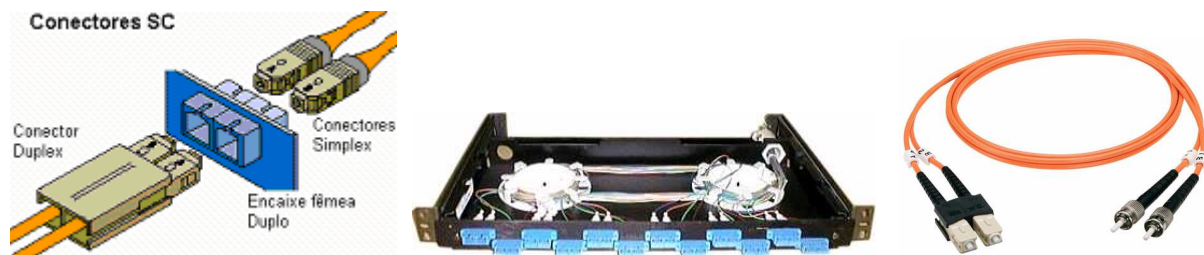
Na parte frontal dos painéis existe um espaço próprio para a colocação de etiquetas que identificam o cabo que se encontra ligado a cada conector. Além desta etiqueta, é fundamental elaborar uma lista com a identificação de todos os conectores dos vários painéis e do cabo que está ligado a cada um deles.

Os cabos de fibra óptica são constituídos por um número mais ou menos elevado de fibras condutoras de luz muito finas, envolvidas em diversas camadas protectoras que conferem as características mecânicas necessárias. Cada ligação de rede normal necessita de duas fibras, a fibra de emissão (TX) e a fibra de recepção (RX).

A interligação óptica das fibras é um pouco mais complexa do que a interligação eléctrica de cabos de cobre. A figura ao lado ilustra a forma de o conseguir. A fibra, já sem protecção, é inserida num cilindro com um furo muito fino e depois é colada, usando uma cola ou a quente. Posteriormente, o topo do cilindro (juntamente com a fibra) é polido. Estes cilindros constituem o elemento central de qualquer conector de fibra, e quando encostados e perfeitamente alinhados garantem a interligação óptica pretendida.



Os conectores aplicados às fibras ópticas são sempre do tipo macho e a interligação de duas fibras recorre a conectores fêmea-fêmea. Existem vários tipos de conector para fibra óptica, sendo os SC de secção rectangular recomendados pelas normas actuais.



Os painéis de interligação de fibra óptica (em cima, ao centro) são constituídos por uma caixa com um conjunto de conectores fêmea-fêmea na parte frontal. Os cabos com as fibras entram pela parte traseira da caixa, são descarnados no seu interior e são aplicados conectores nas extremidades das fibras para ligar aos conectores fêmea-fêmea pelo interior da caixa. Os painéis de interligação são ligados pela parte frontal ao equipamento activo usando chicotes de interligação em fibra.

O equipamento activo dispõe de fichas fêmea para ligação dos chicotes. Algum equipamento mais antigo pode ainda usar fichas ST de secção circular, nesse caso será necessário recorrer a chicotes de interligação SC-ST semelhantes ao apresentado na imagem acima, do lado direito.

O respeito pelas normas é absolutamente fundamental para se conseguir uma cablagem estruturada duradoura, capaz de suportar a evolução das redes por ela suportada.

---