

Projeto de Redes¹

Até agora, em nossa disciplina, estudamos o endereçamento IP, os equipamentos que podemos utilizar em *LANs* e *WANs* e as tecnologias que existem para interligar essas redes locais. Nessa unidade, aprenderemos como criar uma rede, focando o projeto lógico, o projeto físico e a documentação.

Metas de um projeto de Rede².

Segundo Birkner (2003), o primeiro passo para se projetar uma rede de computadores é documentar as metas do projeto. Essas metas são específicas para cada empresa, entretanto, certos requisitos tendem a ocorrer sempre em todo bom projeto, sendo eles:

- **Funcionalidade;**

A rede deve permitir que os usuários alcancem as suas metas individuais de trabalho, de maneira que os requisitos comerciais globais da organização sejam atendidos.

- **Escalabilidade;**

A rede deve ser capaz de crescer junto com a organização e à medida que esta é nela incluída.

- **Adaptabilidade;**

A rede deve ser projetada levando em consideração que não deve ter nada que possa barrar o uso de futuras tecnologias na medida em que forem disponibilizadas, como *voip* ou *multicast*.

- **Capacidade de Gerenciamento;**

A rede deve ser projetada de modo que facilite o monitoramento e o gerenciamento proativo. A chave é lembrar que outras pessoas devem poder dar suporte à rede projetada por você.

- **Eficácia de Custos;**

¹ Essa unidade é baseada nos livros Projeto e Arquitetura de Redes de J.F. Dimarzio, Projeto de Interconexão de Redes de Matthew H. Birkener, e no *Enterprise Design Guide* da Commscope, disponível em: http://docs.commscope.com/Public/Enterprise_Design_Guide.pdf.

² Veja o vídeo da Commscope que projetou a rede do novo estádio dos Dallas Cowboys: <http://www.youtube.com/watch?v=GVrmJZPdGZc>

O benefício da rede para a empresa deve pagar ou superar os seus custos. Sendo assim, o custo de implementação de um projeto de rede deve estar de acordo com o orçamento pré-estabelecido pela empresa.

Metodologia de Projeto.

O fluxograma da figura 01, desenvolvido por Birkner, mostra uma metodologia para o projeto de redes. As etapas 01, 02 e 03 são sequenciais e devem ser efetuadas em primeiro lugar. As etapas 04, 05 e 06 são recorrentes e devem acontecer sempre. Manter os sistemas operacionais e firmwares de roteadores sempre atualizados é uma tarefa que deve ocorrer constantemente.

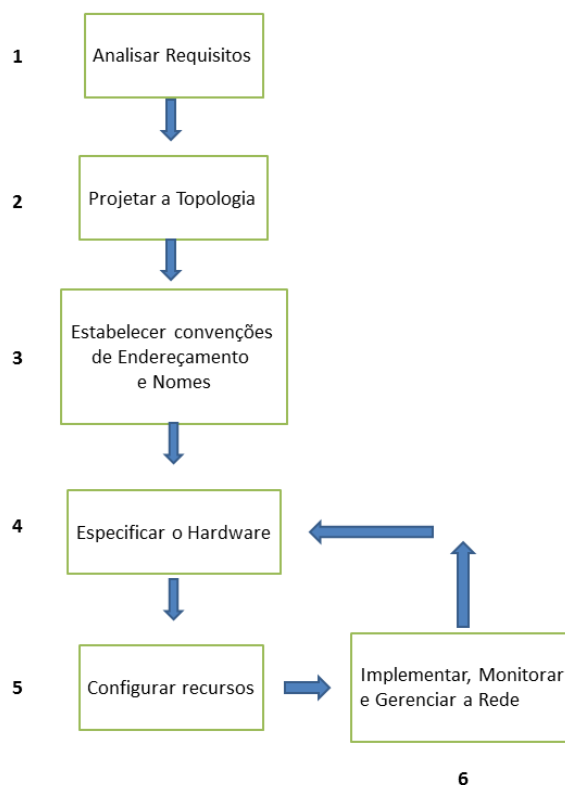


Figura 01 – Fluxograma da metodologia de projeto.
Fonte: Birkner, 2003.

Etapa 01: Analisar os requisitos.

A etapa 01 é a análise dos requisitos da rede e dos usuários. Com o aumento da experiência dos usuários com o uso de tecnologias computacionais, é natural um aumento na demanda de serviços de rede que possam melhorar a produtividade. Esse

aumento de demanda de serviços ocasionará uma pressão para o aumento da largura de banda³.

Um exemplo de requisitos de aplicações para definir a largura de banda de **links WAN** pode ser visto na figura 02. Nela temos várias aplicações com o seu consumo médio de banda. Essas informações podem ser conseguidas com um monitor de largura de banda ou com a empresa que desenvolveu as aplicações. Como os servidores ficam na sede, a largura de banda da *Fast Ethernet* (100 Mbps) ou *Gigabit Ethernet* (1000 Mbps) é suficiente para o acesso da própria sede. Entretanto, como as filiais se conectarão a sede através de links contratados (WANs), devemos calcular qual deve ser o valor de cada link WAN para o atendimento da garantia exigida tanto para a filial 1 quanto para a filial 2. Esse cálculo pode ser visto na figura 03.

APLICAÇÃO	CONSUMO MÉDIO	APLICAÇÕES X UNIDADE - Empresa Exemplo			GARANTIA EXIGIDA	CRITICIDADE
		Acesso Sede	Acesso Filial 1	Acesso Filial 2		
Sistema de Suporte Remoto	100Kbps	100	80	70	75%	ALTA
ERP ADMINISTRATIVO	70Kbps	70	50	40	75%	ALTA
INTRANET	56Kbps	20	10	10	20%	BAIXA
CORREIO ELETRONICO (IMAP)	56Kbps	20	20	10	50%	MÉDIA
WORKFLOW	56Kbps	10	10	10	50%	MÉDIA
VoIP	50Kbps	10	10	10	50%	MÉDIA
Video Conferencia	512Kbps	4	4	4	100%	ALTA
Aplicações WEB	30Kbps	20	20	15	30%	MÉDIA
Aplicações Legadas	80Kbps	10	10	10	20%	BAIXA

Figura 02 – Requisitos de aplicações para uma empresa exemplo.

APLICAÇÃO	Acesso Filial 1	Acesso Filial 2
Sistema de Suporte Remoto	$100\text{Kbps} \times 75\% \times 80 = 6\text{Mb}$	$100\text{Kbps} \times 75\% \times 70 = 5,25\text{Mb}$
Erp administrativo	$70\text{Kbps} \times 75\% \times 50 = 2,625\text{Mb}$	$70\text{Kbps} \times 75\% \times 40 = 2,1\text{Mb}$
Intranet	$56\text{Kbps} \times 20\% \times 10 = 0,112\text{Mb}$	$56\text{Kbps} \times 20\% \times 10 = 0,112\text{Mb}$
Correio eletronico (imap)	$56\text{Kbps} \times 50\% \times 20 = 0,560\text{Mb}$	$56\text{Kbps} \times 50\% \times 10 = 0,280\text{Mb}$
Workflow	$56\text{Kbps} \times 50\% \times 10 = 0,280\text{Mb}$	$56\text{Kbps} \times 50\% \times 10 = 0,280\text{Mb}$
VoIP	$50\text{Kbps} \times 50\% \times 10 = 0,250\text{Mb}$	$50\text{Kbps} \times 50\% \times 10 = 0,250\text{Mb}$
Vídeo Conferência	$512\text{Kbps} \times 100\% \times 4 = 2,048\text{Mb}$	$512\text{Kbps} \times 100\% \times 4 = 2,048\text{Mb}$
Aplicações WEB	$30\text{Kbps} \times 30\% \times 20 = 0,180\text{Mb}$	$30\text{Kbps} \times 30\% \times 15 = 0,135\text{Mb}$
Aplicações Legadas	$80\text{Kbps} \times 20\% \times 10 = 0,160\text{Mb}$	$80\text{Kbps} \times 20\% \times 10 = 0,160\text{Mb}$
Total	Soma Filial 01: 12,215Mb	Soma Filial 02: 10,615Mb

Figura 03 – Cálculo da banda necessária para as aplicações de uma empresa exemplo.

Verificando a figura 03, encontramos os valores para os **links WANs** da filial 1 e filial 2 para a matriz, respectivamente, de no mínimo 12,215 Mbps e 10,615 Mbps.

Outras questões que devemos levar em consideração no link WAN são os acordos de nível de serviço, SLA (*Service Level Agreement*). Os SLAs são acordos definidos em contrato e que preveem uma garantia mínima de certos requisitos como a

³ O termo correto seria aumento da taxa de transmissão, entretanto, vou manter o termo largura de banda porque é o mais utilizado por muitos autores.

disponibilidade do serviço, perda de pacotes mensais e a latência média mensal, que podem ser vistos na figura 04.

SLA - Exemplo	
CONECTIVIDADE EM GERAL	SLA Desejado
CONECTIVIDADE-GATEWAY INTERNET	
Nível de disponibilidade do serviço (up-time) - Conectividade	99,95%
Latência média mensal	< 120ms
Perda de pacotes mensal	1.0
FIREWALL	
Nível de disponibilidade do serviço (up-time)	99,95%
CONECTIVIDADE REDE INTERNA	
Nível de disponibilidade do serviço de conectividade LAN (up-time) para configuração padrão	99,50%
Nível de disponibilidade do serviço de conectividade LAN (up-time) para configuração em alta disponibilidade	99,95%
Latencia média mensal	< 10ms
Perda de pacotes mensal	0,5
CONECTIVIDADE REDE REMOTA (WAN)	
Nível de disponibilidade do serviço de conectividade WAN (up-time) para configuração padrão	99,95%
Latencia média mensal	< 50ms
Perda de pacotes mensal	1.0

Figura 04 – SLAs para empresa exemplo.

A disponibilidade pode ser definida como $MTBF / (MTBF + MTTR)$, onde MTBF (*Mean Time Between Failures*) é o tempo médio entre as falhas (*Uptime*) e o MTTR (*Mean Time to Repair*) é o tempo médio para reparar o circuito (*Downtime*). A maioria das aplicações trabalha com a disponibilidade de 99,95%. Algumas aplicações críticas alvejam 99,98% e 99,99% é o limite da tecnologia.

A latência do *link* é o tempo que os bits de uma transmissão gastam do roteador da filial até o roteador da matriz e pode impactar aplicações de tempo real.

Calculo de requisitos para segmentos horizontais (cabeamento no mesmo andar)⁴

Ao calcular os requisitos de capacidade de rede, é essencial planejar além das necessidades atuais, tanto para um número crescente de usuários e da inevitável necessidade de maior velocidade e capacidade da rede.

Em primeiro lugar, deve-se calcular o tráfego previsto para cada segmento horizontal. Isto é feito contando o número de dispositivos previstos para cada segmento. Dobra-se esse número e multiplica-se esse total pela estimativa do fator de uso da velocidade do link horizontal. Este é o tráfego esperado da rede.

N dispositivos x 2 x fator de uso dos links horizontais (%) = tráfego esperado da rede.

⁴ Você pode obter mais informações no Enterprise Design Guide da Commscope.

Por que dobrar o número de dispositivos?

É seguro dizer que dispositivos adicionais serão instalados em algum momento e é por isso que o cálculo do tráfego esperada deve ser dobrado.

Por que usamos uma estimativa de 40% para o fator de uso? O método para estimar a utilização não é tão claro. Um segmento típico horizontal (um escritório "médio") irá utilizar 40% ou menos da sua capacidade de rede, na verdade, um escritório médio pode usar apenas 10% ou 20%, mas 40% é uma boa regra ser seguida, especialmente pelo fato que a necessidade de velocidade e capacidade da rede sempre aumentará. Se um segmento possui aplicações que usam maior largura de banda, tais como *CAD/CAM* ou imagens médicas, este fator pode ser maior (80%). Se o segmento horizontal se destina a apoiar aplicações mais exigentes, recomenda-se, no mínimo, a categoria 6A para par trançado ou fibra óptica multimodo OM3⁵.

Exemplo.

Um escritório "médio" será equipado com oito computadores e duas impressoras em rede (um total de 10 aparelhos). O plano é usar Gigabit Ethernet com 1 Gbps no *backbone* e 100 Mbps para cada área de trabalho (embora um switch possa entregar um total 1 Gbps para uma única área de trabalho, se necessário). Utilizando o fator de uso de 40% produz um cálculo de 10 dispositivos x 2 x (40% de 100 Mbps) = 800 Mbps de tráfego para este segmento. Isto significa que o *backbone* de 1 Gbps será capaz de proporcionar a largura de banda suficiente para esse escritório. Tanto o par trançado como a fibra multimodo suporta 1 Gbps da área de trabalho até a sala de telecomunicações. Use fibra multimodo no *backbone*.

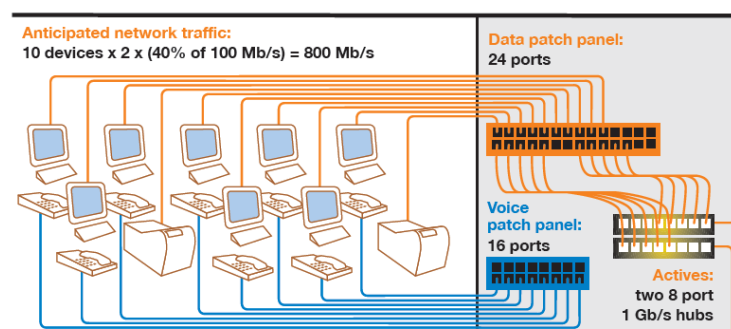


Figura 05 – Cálculo de um segmento horizontal.
Fonte: Commscope.

⁵ Cabo OM3: <http://www.nexans.com.br/SouthAmerica/2010/Nexans%20Cabo%2004%20Fibras%20MM50%20EO%20OM3.pdf>

Cálculo da capacidade da rede para segmentos horizontais de alto tráfego.

A regra de 40% é uma estimativa generosa para o uso em uma rede de tráfego "médio". Entretanto, esteja ciente que 40% é um valor baixo para algumas aplicações. Por exemplo, um escritório que utiliza aplicações como *CAD/CAM*, produção de vídeo ou imagens médicas podem exigir de 80% ou 90% da capacidade. Um *backbone* gigabit não suportará o tráfego dessas aplicações. Ao planejar a rede, não deixe de dar subsídios para segmentos que utilizarão muita largura da banda.

Etapas 02: Projetar a Topologia.

A etapa 02 baseia-se no desenvolvimento da topologia global da rede utilizando um modelo hierárquico de três camadas. Nesse modelo, a rede é dividida nas camadas de núcleo, distribuição e acesso, vistas na unidade 03. Cada camada na topologia tem sua própria função. Mantendo as camadas separadas, o método de projeto hierárquico produz uma rede altamente flexível e escalável.

Entretanto, dependendo do tamanho da rede, não há necessidade de uma hierarquia de três camadas. Um projeto de camada única, visto na figura 06, pode ser suficiente para pequenas empresas. Essa configuração pode ser utilizada em uma rede que não possuísse um servidor local centralizado, ou que esse servidor possuísse baixos requisitos de largura de banda.

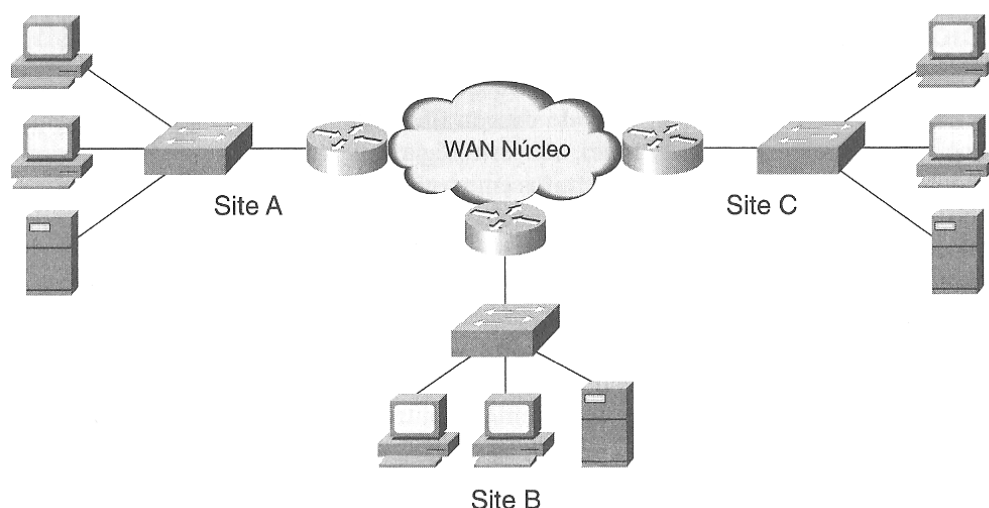


Figura 06 - Hierarquia de 01 camada

Fonte: Birkner, 2003.

Outra opção é o projeto de duas camadas, visto na figura 07. Nesse projeto, um *backbone* de campus interconecta prédios separados. Dentro do prédio, é possível implementar uma rede lógica ou criar vlans. A criação de Vlans é interessante, pois separa os domínios de *broadcast* e permite a criação de grupos de trabalhos flexíveis em relação à localização dentro da empresa. Pacotes de *broadcast* afetam o desempenho da rede, por isso é importante trabalhar com uma quantidade pequena de estações em cada domínio de *broadcast*.

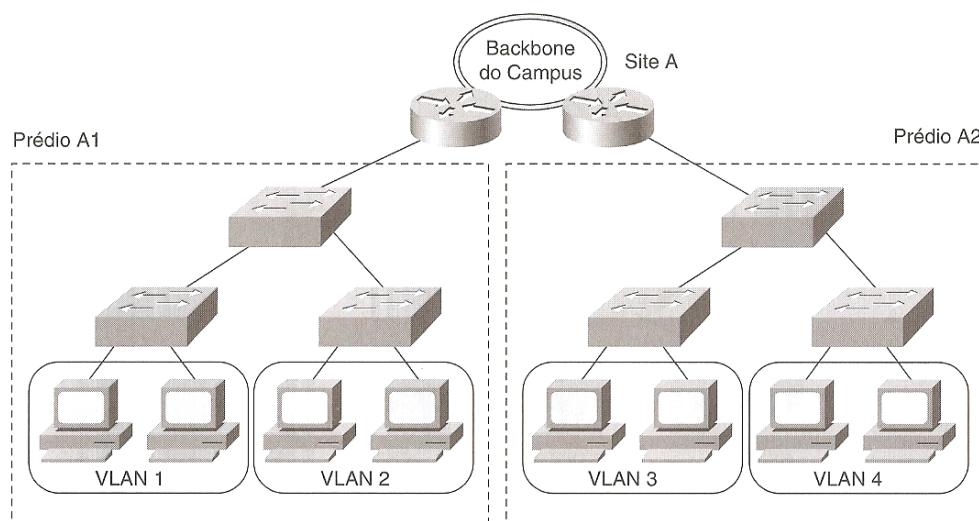


Figura 07 - Hierarquia de 02 camadas
Fonte: Birkner, 2003.

Outra dica de Birkner (2011) é o posicionamento do servidor de LAN em um local adequado para que o tráfego local seja de 80% do tráfego total. O que pode ser feito colocando o servidor no mesmo *switch* de rede que as estações.

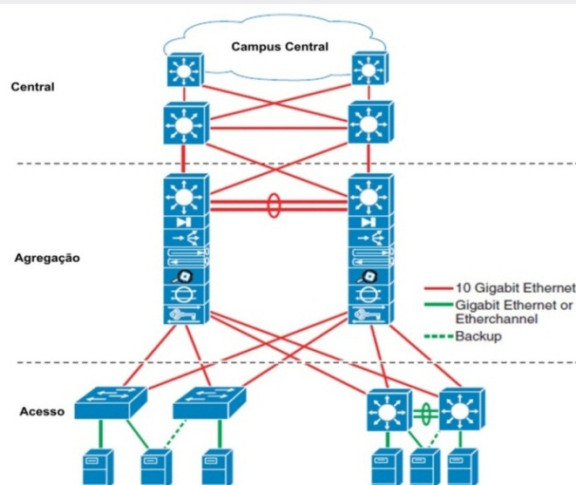
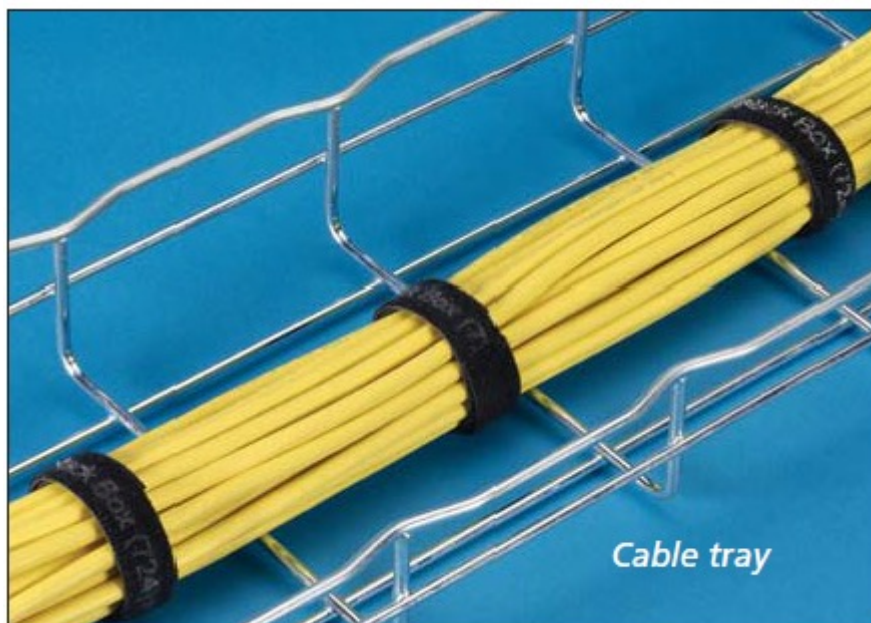


Figura 08 – Arquitetura em camadas.

Fonte: Cisco Systems.

Outra escolha de projeto é se o backbone da rede será distribuído, figura 09, ou colapsado, figura 10. Em um *backbone* distribuído cada andar de um prédio é ligado a um roteador e cada roteador é ligado a um *switch* de rede. Essa opção diminui os domínios de *broadcast* e caso ocorra algum problema na rede, pode-se isolar os andares com algum problema.

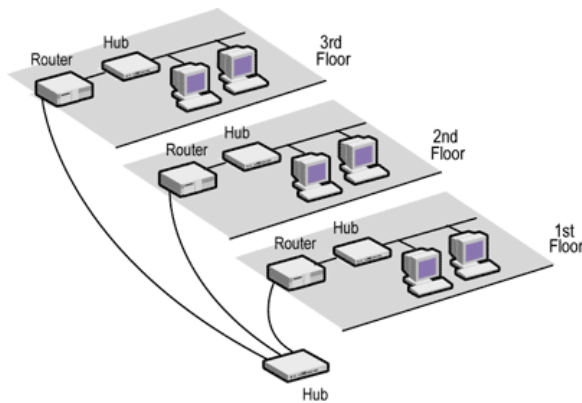


Figura 09 - *Backbone* Distribuído
Fonte: cnts.edu

No *backbone* colapsado existe um único ponto de concentração para onde o tráfego de todos os usuários flui. Toda conectividade de andar a andar tem de passar pelo componente de backbone que é em geral um *switch* de maior capacidade. Um *backbone* colapsado torna o diagnóstico simples, porém a detecção fica mais complicada, pois qualquer alteração na rede pode afetar todos os segmentos.

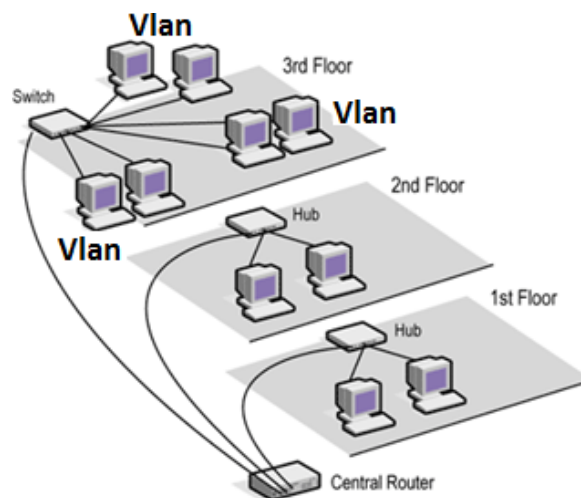


Figura 10 - *Backbone* Colapsado
Fonte: cnts.edu⁶

Ao fazer o desenho do projeto lógico da rede, utilize um *software* de diagramação como o Microsoft Visio (disponível no MSDNAA⁷) ou o Dia (gratuito). É necessário fazer um mapa em mais alto nível mostrando as filiais, um mapa de cada filial mostrando os servidores e estações e um mapa de cada armário de telecomunicações mostrando a conexão entre *switches* e *patch panels*.

⁶ CNTS.EDU: <http://cns.tstc.edu/cpate/itnw1325/lansv7/units/unit05/sec02b.html>

⁷ Se você ainda não tem acesso ao MSDNAA envie um e-mail para msdnaa@pucminas.br com o seu número de matrícula e nome completo solicitando o seu acesso como aluno do ICEI.

Etapa 03: Estabelecer convenções de endereçamento e nomes.

O objetivo da etapa 03 é o desenvolvimento do esquema global de endereçamento por meio da atribuição de blocos de endereços nas porções da rede, simplificando, assim, a administração. Certamente, no período de transição do IPv4 para IPv6 que estamos vivendo, usaremos o NAT (*Network Address Translation*). Usar o bloco de endereços para uso interno 10.0.0.0 é interessante, pois podemos organizar bem a rede, como usar 10.0.0.0 para a matriz, 10.1.0.0 para a primeira filial, 10.2.0.0 para a segunda filial, 10.2.3.0 para o prédio 03 na segunda filial, ou para o terceiro andar da segunda filial, e etc.

Em relação ao esquema de nomes, vários dispositivos podem ter nomes e serem referenciados na rede através do seu nome e não somente pelo endereço. A utilização de nomes é interessante, pois economiza muito trabalho de configuração. Um exemplo seria o de uma impressora compartilhada com 50 usuários. Se fizermos a configuração nas estações dos usuários pelo endereço IP da impressora e precisarmos trocar o endereço dela, teríamos que configurar novamente as 50 estações. Mas se tivermos configurado o nome da impressora nas estações, não precisaríamos fazer operação alguma, talvez apenas limpar o cache DNS da estação.

Os nomes são dados a vários tipos de dispositivos, tais como switches, roteadores, servidores, impressoras hosts. Na figura 11, pode-se ver um esquema de endereçamento para a rede de várias vlans.

Net	CIDR	Sub-Mask	Alocado para	Descrição
172.28.0.0	/23	255.255.254.0	SP - SEDE	VLAN-ID 6 - YZ1
172.28.2.128	/26	255.255.255.192	SP - SEDE	VLAN-ID 1 - SWITCHES
172.28.4.0	/22	255.255.252.0	SP - SEDE	VLAN-ID 8 - SERVERS
172.28.9.0	/24	255.255.255.0	SP - SEDE	VLAN-ID 9 - ENGENHARIA
172.28.18.128	/26	255.255.255.192	SP - SEDE	VLAN-ID 10 - ADM
172.28.11.0	/24	255.255.255.0	SP - SEDE	VLAN-ID 11 - COMERCIAL
172.28.12.0	/22	255.255.252.0	SP - SEDE	VLAN-ID 12 - PRODUCAO

Figura 11 – Esquema de endereçamento e nomes para VLANs.

Atenção: Recomendo usar o protocolo DHCP⁸ (*Dynamic Host Configuration Protocol*) para a configuração de IPs dos hosts. Você também precisará de um servidor de nomes para fazer a tradução de IP para nomes DNS.

Etapas 04: Especificar o *hardware*.

Nessa etapa deverá ser utilizada a documentação do fornecedor para selecionar componentes de hardware de LAN e WAN, para elaboração do projeto da rede e do orçamento. Os dispositivos de LAN incluem modelos de roteadores, switches, sistemas de cabeamento e conexões de backbones. Os dispositivos de WANs incluem modems e servidores de acesso remoto. O processo de seleção engloba, em geral, considerações a respeito da função e recursos de cada dispositivo, inclusive sua capacidade de expansão e gerenciamento.

Servidores de Rede

Dê preferência aos servidores de rede de fabricantes internacionalmente reconhecidos como Dell, Compaq e IBM, por exemplo. Essas empresas possuem profissionais capacitados que poderão auxiliá-lo na tomada de decisões em relação à compra desses equipamentos. Em seus sites web, você pode até fazer uma configuração prévia do servidor que deseja.

Os servidores podem ser em formato torre, *rack* ou *blade*. O servidor torre geralmente tem um ou dois processadores, o de rack possui as mesmas configurações do de torre, mas cabe em um rack (armário de telecomunicações) e o blade é formado por lâminas que são inseridas em um chassi blade com fonte redundante, possuindo mais processadores e com o preço mais caro que um servidor de rack ou de torre.

⁸ A instalação e configuração do DHCP é vista na disciplina Laboratório de Infraestrutura.



Figura 12 – Servidores torre, rack e blade.
Fonte: www.dell.com.br

Lembre-se ao especificar um servidor, de certificar-se de que ele possui suporte para virtualização. Talvez no futuro você queira virtualizar alguns sistemas operacionais em um servidor e esse suporte será fundamental para essa virtualização. Outra questão a ser verificada seria o desempenho dos componentes do servidor, verifique se o disco rígido possui velocidade compatível com às necessárias para a sua aplicação.

Quando especificamos um servidor, também temos que pensar no *backup*, nobreaks e na segurança. Talvez uma pequena empresa, não tenha como arcar inicialmente com essas despesas. A solução seria a contratação de um serviço de hosting como do UOL, LocaWeb, etc.

Equipamentos de Rede

Para interligar os computadores serão necessários os dispositivos de conexão. Antes de comprar os *switches* você precisa atentar para a tecnologia que será utilizada na sua LAN em relação ao cabeamento estruturado. Apesar de, na teoria o cabeamento de categoria⁹ 5e atender aos requisitos para Gigabit, na prática, pense na categoria 6 como o mínimo aceitável para uma rede Gigabit. Vamos verificar algumas características dos equipamentos de conexão que precisamos ficar atentos ao adquiri-los:

⁹ Categoria de cabos é uma classificação dada para o desempenho de um cabo de rede. As redes atuais utilizam cabos de categoria 5e, 6, 6A, 7 e 7A.

Características dos *Switches* de Rede¹⁰

- Número de portas
 - É importante deixar sempre alguma folga de portas no switch para alguma expansão emergencial.
- Velocidade de processamento
 - Diz respeito à capacidade do *switch* de encaminhar os pacotes. Ex. o switch Catalyst série 400 tem o desempenho de 17 milhões de pps (*packets-per-second*) para 12 portas *Gigabit* Ethernet.
- Latência.
 - O encaminhamento dos quadros no *switch* pode aumentar a latência da transmissão. É necessário verificar se essa latência não causará problemas para as aplicações utilizadas.
- Tecnologias de LAN suportadas (Ethernet 10/100/1000, ATM, ...)
- Auto-sensing da velocidade (Ethernet 10/100/1000..)
- Cabeamento suportado
 - Alguns *switches*, dependendo do modelo, vem com *slots Gbic* ou mini-gbic e podemos escolher o tipo de interface (para fibra ou para par trançado) a ser inserida no *slot*.
- Facilidade de configuração.
- Funcionalidades de Gerencia (suporte a *SNMP* e *RMON*).
- Custo.
- MTBF e MTTR.
- Componentes *hot-swappable*.
 - Em equipamentos *hot-swap*, conseguimos inserir ou retirar módulos sem precisar desligá-lo.
- Suporte a fontes de alimentação redundantes.
- Disponibilidade e qualidade do suporte técnico e da documentação.
- Disponibilidade e qualidade do treinamento (para equipamentos complexos).
- Reputação do fabricante.
- Blocking / Non-Blocking (oversubscription)¹¹
- *Throughput*

¹⁰ Veja um Catalogo Cisco em: http://www.xtech.com.br/lojaxt/pdf/catalogo_switches_cisco.pdf

¹¹ *Non Blocking* é quando a soma das velocidades das portas do switch é igual ou menor do que o backplane

- Quantidade de pacotes por segundo que o switch consegue manipular.
- Autodetecção de modo *half* e *full-duplex*.
- Suporte a IGMP para multicast (para aplicações multimídia).
- *Backplane*.
- Transparent *bridging/switching* (Ethernet)
- *Spanning tree protocol*
- IEEE 802.1q (protocolo para VLANs)
- Agregação de links.
- Protocolos de camada 3 suportados
 - Caso haja necessidade de fazer roteamento entre VLANs no switch.
 - Existem switches que dão suporte a protocolos de roteamento dinâmicos ou estáticos.

Critérios para roteadores¹²

- Protocolos de camada 3 suportados.
- Protocolos de roteamento suportados.
- Suporte a compressão e criptografia.
- Firewall, IDS, Antivírus.
- Balanceamento de carga.
 - Utilizado quando uma empresa tem dois links de acesso e precisa que o tráfego seja dividido entre eles.

Deve-se considerar os seguintes itens na seleção de protocolos de roteamento:

- Características de tráfego.
- Uso de CPU, memória e banda passante.
- O número máximo de roteadores pares suportados.

Fatores de decisão de protocolos de roteamento:

- Tipo.
- Métrica.
- Estático X Dinâmico.
- Escalabilidade.

Seleção de protocolos de Roteamento de vetor de distância (Distance-Vector):

- *IP Routing Information Protocol* (RIP) versões 1 e 2.

¹² Veja o guia de roteadores da Cisco em: http://www.xtech.com.br/lojast/pdf/catalogo_rotadores_cisco.pdf

- *IP Interior Gateway Routing Protocol (IGRP).*
- *IP Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (Enhanced IGRP).*

Seleção de protocolos de Roteamento de estado de link (link-state):

- *Open Shortest Path First (OSPF).*
- *IP Intermediate System to Intermediate System (IS-IS).*

Seleção de protocolos de Roteamento Exteriores:

- *IP Border Gateway Protocol (BGP).*

Atenção: O tipo de roteador e os protocolos que ele suporta dependerá do serviço oferecido pela operadora, como o Frame-Relay, MPLS ou ATM. Assim, antes de comprar um roteador para ligar as filiais, é necessário contatar a operadora que fornecerá o *link* para verificar quais protocolos deverão ter no roteador para fazer a compra correta. Na maioria dos casos a operadora nos dá a opção de contratar o link de dados e alugar o roteador da operadora, isto pode ser um facilitador. A tabela 01 possui informações sobre os diversos protocolos de roteamento.

Protocolo	Tipo	Interior/Exterior	Classful Classless	Métricas	Escalabilidade
RIP versão 1	Distance-vector	Interior	Classful	Hop count	15 hops
RIP versão 2	Distance-vector	Interior	Classless	Hop count	15 hops
IGRP	Distance-vector	Interior	Classful	Banda passante, atraso, confiabilidade, carga	255 hops (default 100)
Enhanced IGRP	Híbrido	Interior	Classless	Banda passante, atraso, confiabilidade, carga	Milhares de roteadores
OSPF	Link-state	Interior	Classless	Custo (depende do fabricante)	Aprox. 50 roteadores por área, aprox. 100 áreas.
BGP	Path-vector	Exterior	Classless	Valor de atributos do caminho e outros fatores configuráveis	Milhares de roteadores
IS-IS	Link-state	Interior	Classless	Valor de caminho configurado, atraso, custo e erros.	Milhares de roteadores

Tabela 01 – Protocolos de Roteamento

Cabeamento estruturado.

Uma vez definida a topologia, os switches e os roteadores, passa-se para o projeto do Cabeamento Estruturado¹³. Segundo Paulo Marin¹⁴ (2011),

cabeamento estruturado é um sistema que envolve cabos e *hardware* de conexão (conforme definidos em normas) capaz de atender (por um período estimado de dez anos às necessidades dos usuários desses ambientes sem um conhecimento prévio (ou com um conhecimento mínimo) das aplicações e serviços que serão usados em cada área de trabalho; da mesma forma não seria necessário saber onde estariam localizadas as áreas de trabalho. Em outras palavras, um sistema de cabeamento estruturado pode ser projetado e instalado sem que se conheçam, *a priori*, as posições de trabalho e os serviços que serão usados em cada posição; por isso o cabeamento estruturado é também denominado pré-cabeamento ou cabeamento genérico (Marin, 2011)

Atenção: O cabeamento de sua empresa deve ser feito por profissionais certificados¹⁵ pelas melhores empresas de cabeamento do mercado como Furukawa, Panduit e Systimax (Commscope). Eles possuem a experiência, a técnica e as ferramentas necessárias para instalar cabos e hardware de rede seguindo as normas da indústria. Por exemplo, um determinado fabricante fornece garantia de 25 anos para o cabeamento que foi instalado por um profissional certificado e seguindo as normas de cabeamento.

Quem elabora as normas para cabeamento em escritório são as entidades ANSI (*American National Standards Institute*), e a TIA (*Telecommunications Industry Association*). Juntas lançaram a série de normas ANSI/TIA-568-C.0, C.1, C.2 e C.3. No Brasil a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) padronizou o cabeamento com a norma NBR-14565:2007. Você pode orientar o seu projeto de cabeamento de acordo com as normas da ABNT. A padronização da ABNT define sete subsistemas¹⁶, sendo eles:

- 1 - Entrada do Edifício
- 2 - Sala de Equipamentos
- 3 - Cabeamento *Backbone*
- 4 - Armário de Telecomunicações

¹³ Veja o vídeo da Remaster de cabeamento para escritórios: <http://www.youtube.com/watch?v=nnf8guzu84U>.

¹⁴ Cabeamento Estruturado. Desvendando cada passo: do projeto à instalação. Paulo Marin, Editora Érica, 2011.

¹⁵ Veja uma cartilha do CREA-SP e BICSI para contratação de profissionais de cabeamento, disponível em: http://www.mgr.eng.br/arquivos/cartilha_BICSI.pdf

¹⁶ Veja o catalog da Policom para cabeamento estruturado em:

http://www.grupopolicom.com.br/bxdown.php?arqBx=arquivos/catalogos/Grupo_Policom_cabeamento_estruturado.pdf

5 - Cabeamento Horizontal

6 - Área de Trabalho

7 - Administração (identificação).

1. Entrada do Edifício (Entrada de facilidades ou sala de entrada de serviços)

As principais funções da Sala de Entrada de Serviços são:

- Acomodar o ponto de demarcação entre os serviços dos provedores de acesso e os serviços de rede privada do cliente.
- Alojjar os dispositivos de proteção elétrica utilizados em cabos telefônicos, antenas, etc.
- Armazenar as conexões feitas entre os cabos de planta externa e os cabos requeridos para utilização em ambientes internos do edifício.
- Acomodar diversos tipos de serviços a serem interligados com o cabeamento do edifício, tais como: servidores de acesso, redes locais, PABX, WANs, sistemas de segurança e incêndio, circuitos de TV, entre outros.
- Acondicionar o sistema de aterramento do cabeamento de telecomunicações.

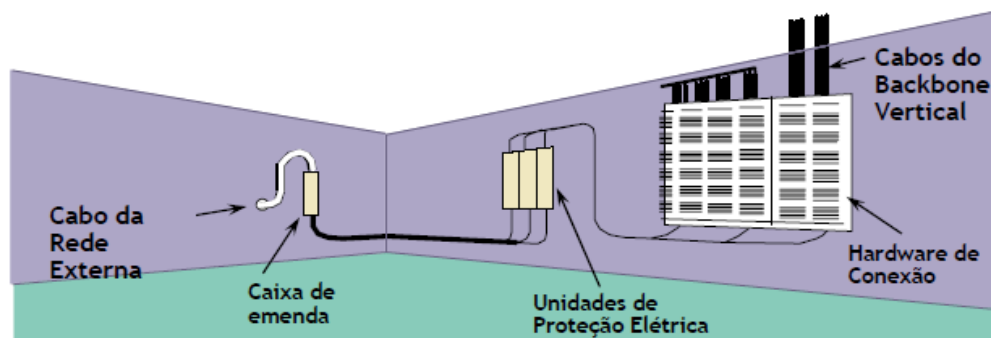


Figura 13 - Entrada do Edifício.

2. Sala de Equipamentos

É um subsistema que oferece um espaço centralizado com ambiente controlado e apropriado para a operação dos grandes equipamentos de telecomunicações e redes, que são essenciais para as atividades diárias dos usuários do edifício.

A sala de equipamentos acomodará as terminações, interconexões e conexões cruzadas do cabeamento de telecomunicações, assim como os equipamentos ativos e

as facilidades do edifício. Ela deve possuir um espaço de trabalho destinado aos profissionais de telecomunicações do edifício. Em alguns casos a sala de equipamentos acomoda a sala de entrada de serviços de telecom (ex.: *Backbone* de Campus e/ou provedores de acesso) ou serve como a sala de telecomunicações do andar.

Ela deve ser planejada levando-se em consideração as futuras expansões do local, deve ser posicionada bem distante das fontes de interferência eletromagnética (EMI) e deve ser alocada distante de qualquer local que esteja sujeito as seguintes condições: infiltração de água¹⁷, vapor, fumaça, umidade, calor e qualquer outro local com condições ambientais adversas.

A sala de equipamentos deve possuir um sistema de controle ambiental dedicado ou um acesso ao sistema principal de HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*), que funcione perfeitamente durante 24/7/365, mantendo uma temperatura de 18°C à 24°C e umidade relativa de 30% a 55%.

As portas devem possuir um tamanho mínimo de 0,91 m. (L) x 2,00 m. (A). Visto que muitas vezes são acomodados grandes equipamentos de telecom na sala de equipamentos, recomenda-se a utilização de uma porta dupla com 1,80 m. (L) x 2,30 m. (A). Devem existir pontos de energia para ligação de equipamentos de teste e monitoração, além dos pontos existentes para os equipamentos de uso. O tamanho da sala de equipamentos é calculado com base na quantidade de áreas de trabalho. A quantidade de áreas de trabalho deve ser multiplicada por 0,07 m² e a quantidade de dispositivos de automação (BAS) por 0,02 m². Entretanto, o tamanho mínimo da sala de equipamentos é de 14 m².

Quantidade de Áreas de Trabalho	Área (m ²)
Até 100	14
101 a 400	37
401 a 800	74
801 a 1200	111

Fonte: Norma ANSI/TIA/EIA-569-A

Figura 14: Cálculo da área da sala de equipamentos.

¹⁷ Uma determinada empresa que instalou a sala de equipamentos em um local abaixo dos banheiros perdeu todos os ativos de rede quando ocorreu um vazamento na tubulação.

3. Sala de Telecomunicações

A sua principal função é acomodar a terminação do cabeamento horizontal e dos cabos do *Backbone* em *hardware* compatível. Além disso, a sala de telecomunicações oferece um ambiente adequado e seguro para acomodar os equipamentos de telecomunicações e o *hardware* de conexão, proporcionando uma excelente administração do sistema de cabeamento.

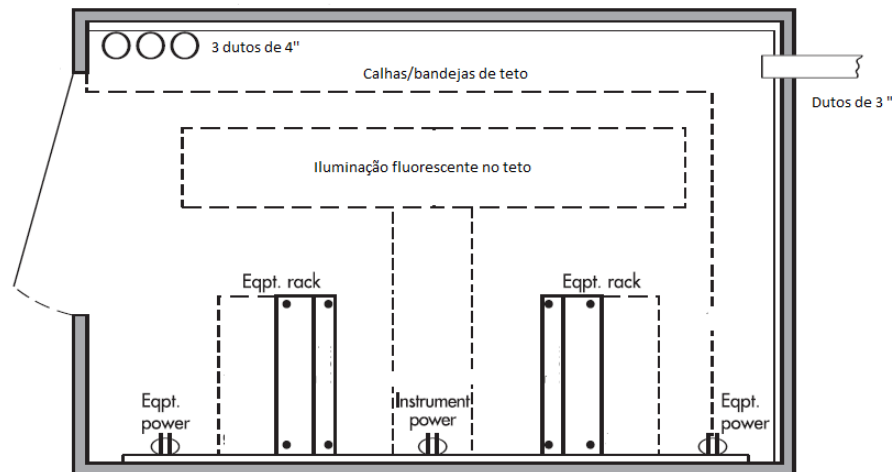


Figura 15: formato da sala de telecomunicações.

Na fase de projeto da sala de telecomunicações, deve-se levar em consideração alguns tópicos muito importantes, entre outros, tais como:

- Para minimizar o comprimento dos cabos horizontais, deve-se alocar a sala de telecomunicações o mais próximo possível do centro do andar.
- Em edifícios com diversos andares, deve-se posicionar as salas de telecomunicações verticalmente.
- A sala de telecomunicações deve ser alocada distante de locais com ameaça de inundação (ex.: prumadas hidráulicas, banheiros, cozinhas, etc.)
- O local deve possuir um sistema de controle ambiental dedicado (HVAC), que funcione 24/7/365 temperatura de 10°C à 35°C em salas que não estejam acomodando equipamentos ativos e de 18°C à 24°C em salas que acomodem equipamentos.
- As portas devem possuir abertura completa (180°) e medidas mínimas de 0,91 mts. (L) x 2,00 mts. (A).
- Devem ser utilizados sistemas corta fogo, para evitar a propagação de incêndio.
- Utilização de pisos emborrachados e anti-estáticos.

- O projeto da sala de telecomunicações deve considerar, além das aplicações tradicionais de voz e dados, a incorporação de outros sistemas de informação do edifício tais como: CATV, alarmes, segurança, áudio, vídeo, entre outros.
- De acordo com as normas de cabeamento estruturado deve haver, no mínimo, uma sala de telecomunicações em cada andar do edifício. Salas de Telecomunicações adicionais são requeridas caso o espaço utilizável do andar exceder 1000 m², ou a distância do Cabeamento Horizontal /exceder 90 metros.

Área a ser servida	Tamanho Mínimo da Sala de Telecomunicações
até 500m ²	3.0 m x 2.2 m
de 500m ² à 800m ²	3.0 m x 2.8 m
de 800m ² à 1.000m ²	3.0 m x 3.4 m

Fonte: TDMM da BICSI

Figura 16: Tamanho da Sala de Telecomunicações

4. Cabeamento Backbone

O cabeamento do *Backbone* compreende os segmentos de cabos que são lançados pelo edifício. Ele deve ser projetado para suportar as necessidades dos usuários do edifício por um período mínimo de 10 anos. A sua topologia adotada deve ser a estrela com até dois níveis hierárquicos.

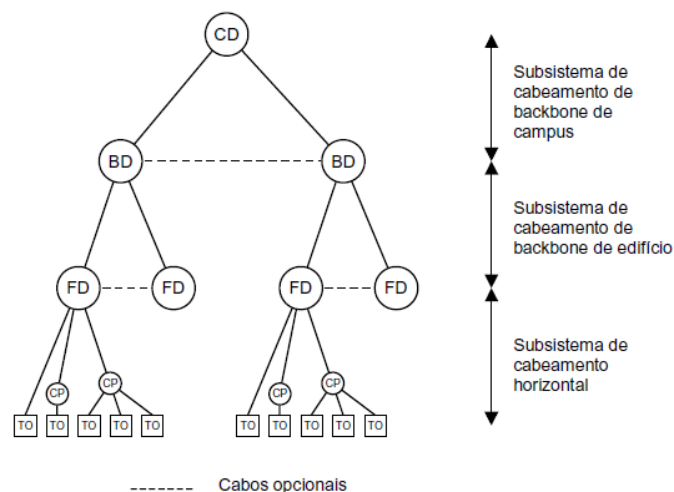


Figura 17 – Hierarquia de Backbone¹⁸

Fonte: ABNT

¹⁸ CD: Distribuidor de campus. BD: Distribuidor de prédio. FD: Distribuidor de andar. CP: Ponto de consolidação. TO: Tomada de Telecomunicações.

Os cabos reconhecidos pelos padrões para implementação do backbone são os seguintes:

- Cabos UTP de quatro pares, 100 Ω
- Cabo F/UTP de quatro pares 100 Ω .
- Cabo UTP multipares.
- Cabos Ópticos Multimodo 62,5/125 ou 50/125 μm .
- Cabos Ópticos Monomodo.

As categorias de desempenho dos cabos metálicos reconhecidos pelos padrões são 3, 5e, 6 e 7. Cabos multipares só podem ser utilizados para aplicações de voz (telefonia).

Atenção: Use sempre cabos¹⁹ não propagantes a chamas e que não liberam gases tóxicos em incêndios.

De acordo com ABNT NBR 14705:2010²⁰, “os cabos internos metálicos, coaxiais ou ópticos LSZH são indicados para aplicações em caminhos e espaços horizontais e verticais com ou sem fluxo de ar forçado, ou em locais com condições de propagação de fogo similares a estas, em áreas onde se constata grande afluência de público”. Ou seja, em locais com previsão para concentração ou circulação de pessoas como, prédios comerciais, estações de trem, metrô, aeroportos, hospitais; pois a emissão de baixa fumaça (LS – Low Smoke) não tóxica garante uma maior segurança às pessoas em caso de incêndio.

Backbone de Edifício

Quando o *backbone* do sistema de cabeamento interconecta diferentes pavimentos dentro de um mesmo prédio.

Tipo de Cabo	Distância (m)	Descrição/Aplicação
Fibras monomodo	3000	Cabos OS-I
Fibras multimodo	2000	Cabos 50/125 ou 62,5/125
Cabos Classe A	2000	Voz, PABX (até 100 KHz)
Cabos Classe B	2000	RDSI (até 1 MHz)
Cabos Classes C, D, E e F	100	Alta velocidade (até 600 MHz)

Figura 18: Distancias máximas permitidas para o cabeamento backbone

¹⁹ Veja o informativo técnico da Furukawa disponível em:

http://portal.furukawa.com.br/arquivos/i/inf/informativo/1995_InformativoTAecnicoLSZHxPlenum.pdf

²⁰ <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=58139>

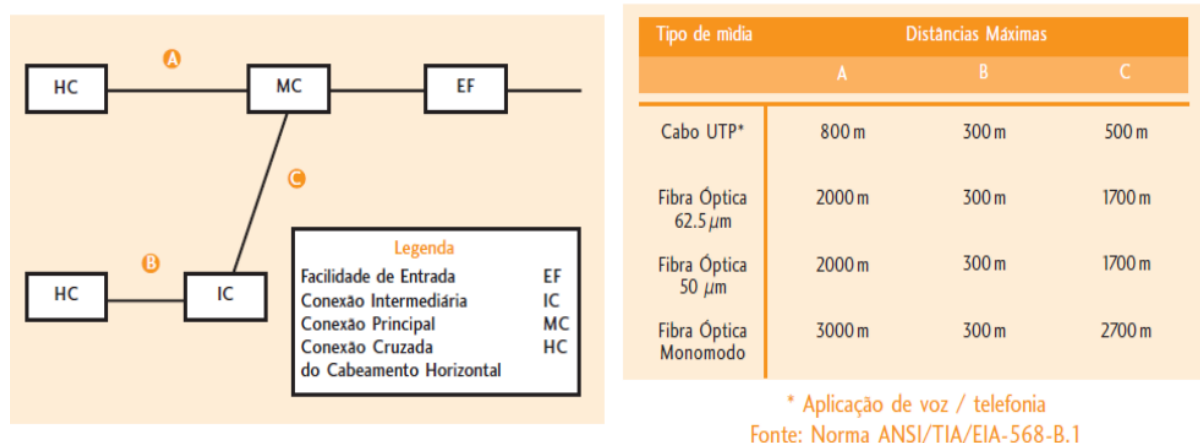


Figura 19: Distâncias máximas no *backbone*.

Media type		100 Mb/s Range	1 Gb/s Range	10 Gb/s Range
Category 6A	500 MHz U/UTP	90 m	90 m	100 m
Category 6	550 MHz U/UTP	90 m	90 m	not recommended
Category 5e	350 MHz U/UTP	90 m	90 m	not recommended
OM4 50 μm	4700 MHz•km multimode	2 km	1100 m	550 m
OM3 50 μm	2000 MHz•km multimode	2 km	1000 m	300 m
OM2+ 50 μm	950 MHz•km multimode	2 km	800 m	150 m
OM2 50 μm	500 MHz•km multimode	2 km	550 m	82 m
OM1 62.5 μm	200 MHz•km multimode	2 km	300 m	33 m
8.3 μm	single-mode	2+ km	2+ km	2+ km

100 Mb/s multimode fiber applications are powered by 1300 nm LEDs
 1 and 10 Gb/s multimode fiber applications are powered by 850 nm VCSELs
 All single-mode fiber applications are powered by 1310 and 1550 nm lasers

Figura 20: Tipos de cabos usados no *backbone* com velocidades e distâncias máximas.

5. Cabeamento Horizontal

O cabeamento horizontal é a designação dada a toda malha de cabos que atenda às áreas de trabalho distribuídas num mesmo nível ou pavimento atendido pelo cabeamento. É assim chamado por corresponder aos cabos que são lançados horizontalmente nos pavimentos. Os cabos são instalados geralmente em dutos embutidos no piso, em eletrocalhas ou bandejas suspensas presas ao teto. Deve ser instalado na topologia estrela. Quando o caminho é um duto de teto utilizado para o fluxo de ar de ventilação e climatização, a instalação é chamada de plenum.

O Cabeamento Horizontal pode ser implementado por:

- Cabo de pares trançados categoria 5e ou superior de quatro pares, 100 Ω UTP ou F/UTP.

- Cabo de pares trançados categoria 3 de quatro pares, 100 Ω UTP ou F/UTP.(não recomendado).
- Cabo óptico multimodo de 50/125 μm , incluindo os cabos otimizados para laser (OM-3)
- Cabo óptico multimodo de 62,5/125 μm .

Fatores a serem considerados na implantação da malha horizontal:

- O cabo UTP deve ser instalado com uma folga de 3 metros no armário e 30 cm nas caixas de tomadas, e 7 metros e 1 metro se for usado fibra²¹.
- Não deverão existir emendas ou extensões.
- O comprimento do cabo jamais poderá exceder 90 metros.
- O patch cord não deve somar mais de 10 metros.
- Deve prover um mínimo de duas tomadas no ponto de telecomunicação e uma das tomadas deve ser conectada a um cabo UTP de 4 pares.
- Os cabos devem ser terminados em painéis da mesma categoria do cabo ou maior.
- Os cabos devem passar por dutos ou áreas que não sofram com geradores de Interferência Eletromagnética como reatores ou motores.

6. Área de Trabalho

É o espaço do edifício onde o usuário normalmente exerce o seu trabalho e interage com os seus equipamentos de telecomunicações. Este subsistema inclui os patch cords que fazem a conexão entre os conectores da área de trabalho e os equipamentos dos usuários. Deve-se levar em consideração no mínimo uma área de trabalho a cada 10 m² do espaço utilizável do edifício. Muitos profissionais tem especificado uma área de trabalho a cada 5 m²

²¹ Atenção: Se a fibra contiver geleia de petróleo, utilizada em ambientes externos, ela não deve adentrar o edifício.

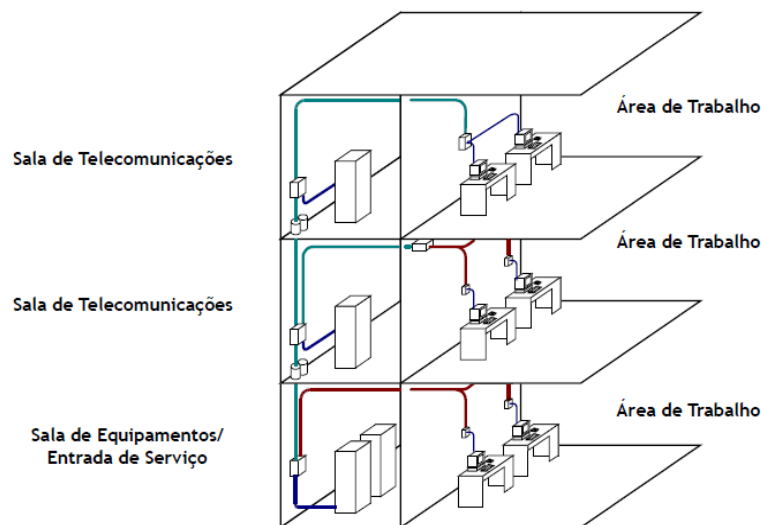


Figura 21: Localização da área de trabalho.

Para a ligação dos cabos da área de trabalho aos *patch panels* da sala de telecomunicações, temos a interconexão e a conexão cruzada.

Na interconexão, ligamos a porta do *switch* de rede diretamente ao *patch panel* que recebe o cabo da área de trabalho. Se precisarmos alterar algum ponto, temos que ter acesso ao *switch* de rede.

Na conexão cruzada, o *switch* é ligado em um *patch panel* espelho que pode ficar em outra sala. Esse *patch panel* espelho é ligado ao *patch panel* que recebe os cabos da área de trabalho. Com isso podemos evitar o acesso não autorizado ao *switch* (que pode ficar em uma sala cofre), reduzimos a quantidade de inserções que teríamos que fazer na porta do *switch*²² e evitamos que um cabo mal conectorizado danifique a porta deste. Para um *switch* de 24 portas que custa R\$ 50.000,00, cada porta danificada corresponde a um prejuízo de cerca de R\$ 2.000,00. A substituição de um *patch panel* é muito mais barata que a substituição de um *switch* de alta capacidade.

²² Qualquer porta de equipamento de rede, suporta uma quantidade determinada de inserções durante a sua vida útil.

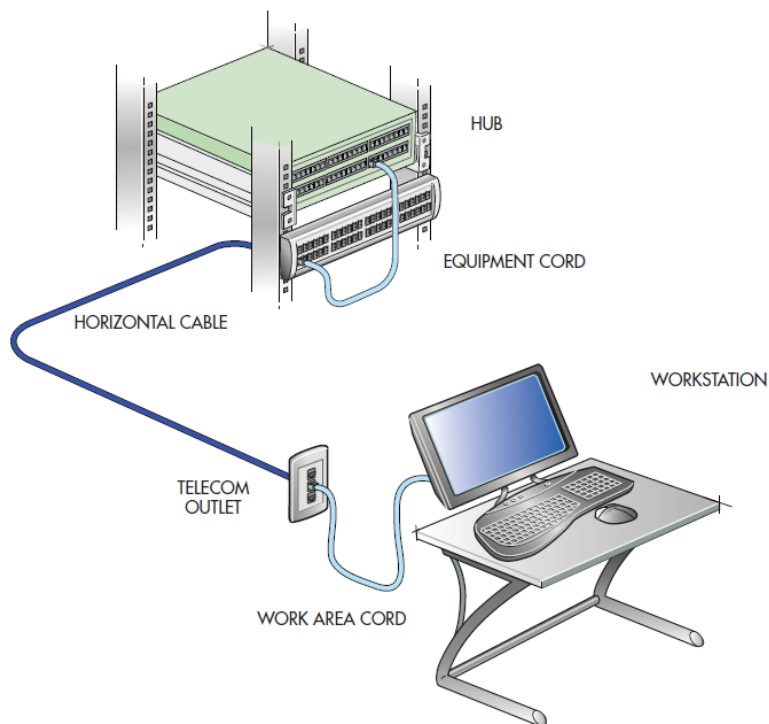


Figura 22: Interconexão
Fonte: Commscope

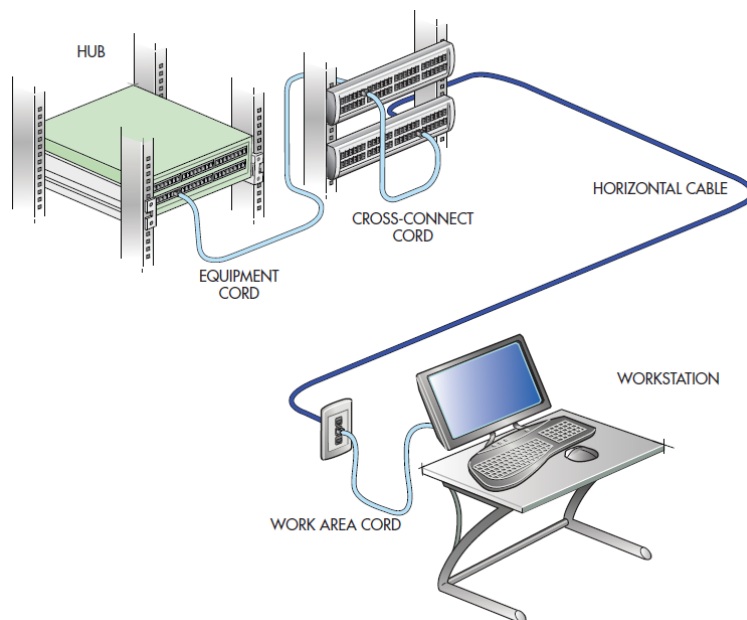


Figura 23: Conexão Cruzada
Fonte: Commscope

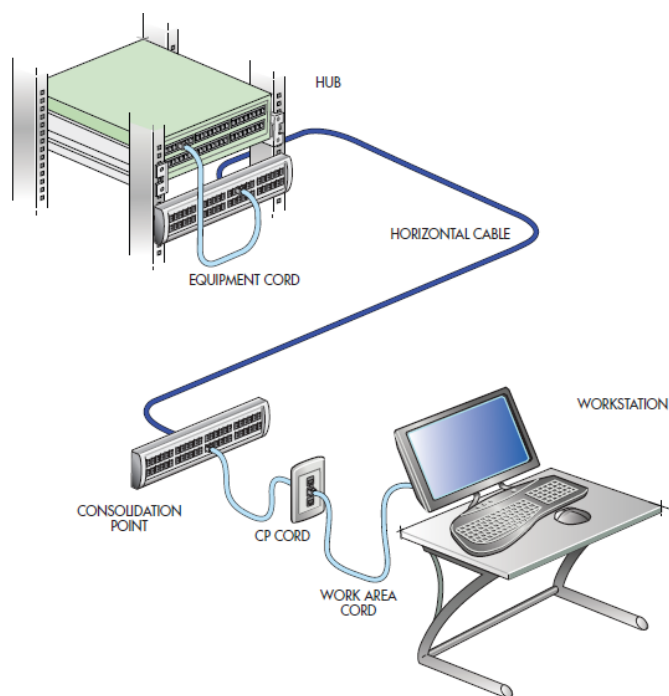


Figura 24: Interconexão com Ponto de Consolidação
Fonte: Commscope

Comprimento do Cabeamento Horizontal	Comprimento Máximo do Patch Cord da Área de Trabalho	Comprimento Máximo Combinado dos Patch Cords da Área de Trabalho e da Sala de Telecomunicações
90 m	5 m	10 m
85 m	9 m	14 m
80 m	13 m	18 m
75 m	17 m	22 m
70 m	22 m	27 m

Fonte: Manual SYSTIMAX.

Figura 25: Comprimentos máximos dos Patch cords e do cabeamento horizontal.

7 – Administração

A administração diz respeito à identificação dos componentes do cabeamento estruturado. Essa identificação é feita pela atribuição de identificadores aos componentes da infraestrutura de telecomunicações, especificação dos elementos da infraestrutura por meio de registros, especificação da relação entre os registros gerados e informações associada, especificação dos relatórios apresentando

informações e grupos de registros e especificação gráfica e requisitos de simbologia e codificação por cores.

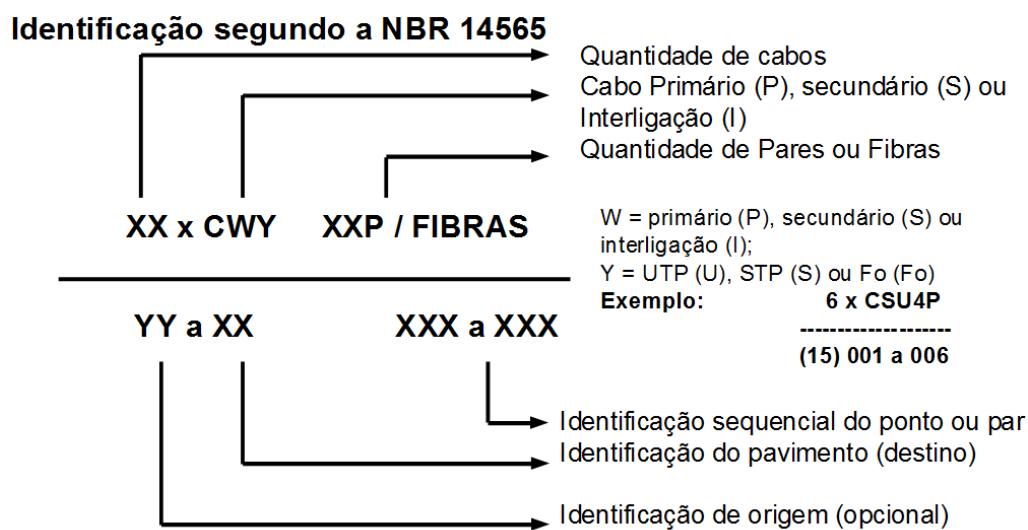


Figura 26 – Identificação segundo a NBR 14565.



Figura 27 – Identificadores de patch panels e de cabos
Fonte: Panduit

Produtos para cabeamento estruturado.

Racks ou armários de telecomunicação.

São estruturas utilizadas para o acondicionamento de equipamentos de rede ativos e passivos. Eles possuem uma largura padrão de 19". Devemos especificar uma

altura total de N equipamentos uma reserva para expansão futura de + 9U, sendo que cada U corresponde a 44,45 mm. Os racks geralmente variam de 15 U - 666,75 mm até 45 U - 2000,25 mm.



Figura 28 – Rack Panduit

Patch panel.

É o *hardware* de rede que recebe os cabos de pares trançados e que ficam instalados nos armários de telecomunicação.



Figura 29 – Patch Panel



Figura 30 – Conectorização de um cabo ao patch panel

Organizadores de cabos.

Servem para organizar os cabos de redes, melhorando a visualização e a manobra destes.



Figura 31 – Organizadores de cabos

DIO Distribuidor interno Óptico.

Semelhante ao *patch panel*, recebe as fibras de *backbone* ou do cabeamento horizontal. Fica instalado no armário de telecomunicações.



Figura 32 – Distribuidor Interno Óptico

Canaletas.

Também chamados de encaminhamentos, servem para conduzir os cabos de par trançado e de fibra óptica.



Figura 33 – Canaleta

Certificação.

Sempre que contratar uma empresa de cabeamento, solicite que seja inserido no contrato a certificação e identificação dos pontos após a instalação. Pontos de rede não identificados ou incorretamente identificados já me fizeram perder horas de trabalho além de causar transtornos ao usuário que ficou sem rede. Sobre a certificação, ela é:

... o processo de comparação do desempenho de transmissão de um sistema de cabeamento instalado com uma norma utilizando um método padrão de medição de desempenho. A certificação do sistema de cabeamento demonstra a qualidade dos componentes e do trabalho de instalação. É tipicamente um requisito para se obter a garantia do fabricante do cabeamento. A certificação exige que os enlaces de cabeamento exibam um resultado "Passa". Os técnicos devem diagnosticar os enlaces com falha e, após a tomada de ações corretivas, eles devem testá-los novamente para assegurar que o enlace atenda ao desempenho requerido de transmissão. O tempo total para certificar uma instalação não inclui apenas as medições feitas para certificação, mas também a documentação e a resolução das falhas. (Fluke Networks)

A certificação é feita com um aparelho certificador de cabos UTP. O certificador da Fluke custa em torno de R\$ 18.000,00.



Figura 34 – Certificador da Fluke
Fonte: Fluke Networks

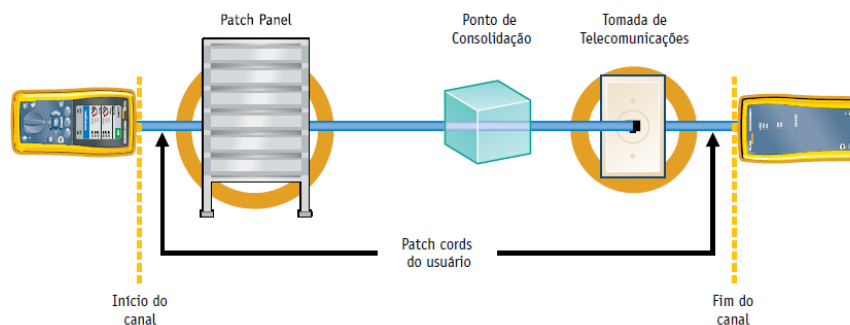


Figura 35 – Certificação de cabeamento
Fonte: Fluke Networks

Ao final da certificação da rede, a empresa que fez a certificação lhe entregará um CD ou DVD com o relatório de cada cabo certificado, como o da figura 36. Esse relatório deverá ser consultado sempre que houver alguma necessidade de manutenção na rede.

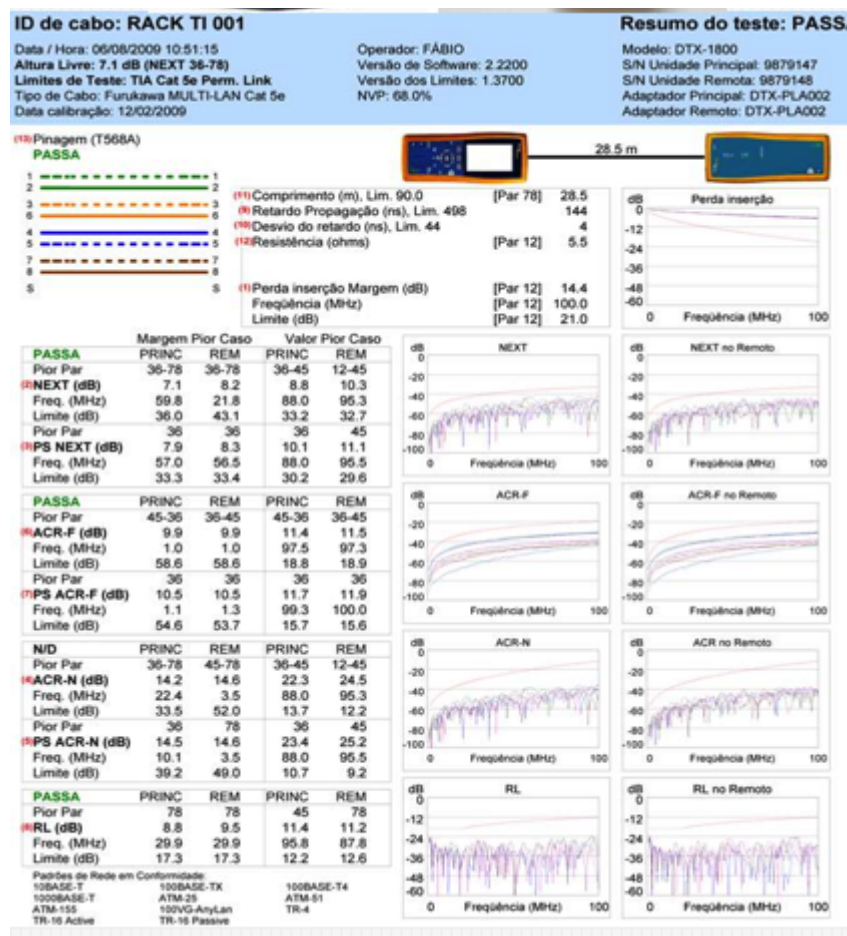


Figura 36 – Relatório de Certificação de um cabo cat 5e
Fonte: tbcomp.com

Uma vez que foram definidos os requisitos, a topologia, o plano de endereçamento e os dispositivos de *hardware* que farão parte da rede, deve-se elaborar um documento para ser apresentado aos setores responsáveis para aprovação e liberação da verba para aquisição de equipamentos e contratação dos serviços. Esse documento deve apresentar:

- Os requisitos das aplicações.
- O projeto da topologia.
- O Plano de implementação com:
 - Cronograma
 - Fornecedores ou provedores de serviço
 - Terceirização da implementação
 - Plano de comunicação
 - Treinamento
 - Plano de contingência
- O orçamento com os valores relativos à:
 - Aquisição de hardware e software
 - Contratos de suporte e manutenção
 - Contratos de serviços
 - Treinamento
 - Recursos humanos
 - Consultoria
 - Despesas de terceirização
 - Despesas de implantação
 - Custos mensais.
 - Custo total.

Se os setores responsáveis aprovarem o projeto, passa-se para a fase de compra, configuração e instalação de *hardware* e *software* de rede que corresponde à etapa 05 e etapa 06.

Etapa 05: Utilizar os recursos de roteadores e switches²³.

²³ Essa etapa foi vista na disciplina Laboratório de Infraestrutura.

Na etapa 05 deverão ser empregados os recursos de *software* existentes nos roteadores e *switches* de rede. Esses recursos criarão rotas, vlans, listas de acesso e estão disponíveis para dar suporte ao gerenciamento da largura de banda.

Etapa 06: Implementar, monitorar e gerenciar a rede²⁴.

A última etapa na metodologia é colocar a rede em atividade. Após o início do funcionamento da rede é muito importante o monitoramento e a gerencia da rede. Isso é conseguido através do uso de ferramentas apropriadas como *software* de captura de pacotes e de monitoramento, como o Wireshark, Zabbix, Cacti, Netflow, MRTG, e equipamentos que suportam o protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

Documentação.

Durante o projeto da rede, a aquisição de equipamentos e sua instalação e configuração, contratação dos *links* e sua implantação será necessário elaborar a documentação detalhada. Essa documentação servirá para a equipe de TI gerenciar, fazer reparos e planejar a expansão. Recomendo documentar os seguintes itens:

- Resumo executivo
- Objetivo do projeto
- Escopo do projeto
- Projeto lógico
 - A topologia da rede
 - Mapas topológicos detalhados
 - Configurações de dispositivos
 - Detalhes do plano de nomes e endereços dos dispositivos de rede
 - Lista de protocolos de *switching* e de roteamento, incluindo qualquer recomendação sobre o uso dos protocolos.
 - Mecanismos e produtos recomendados para gerencia a segurança.
- Projeto físico
 - Tecnologias
 - Hardware de rede
 - Dispositivos de rede
 - Escolha de provedor

²⁴ Essa etapa veremos na unidade de Gerência de Redes.

- Informação de preços
- Resultados da Certificação
- Plano de implementação
 - Cronograma
 - Fornecedores ou provedores de serviço
 - Outsourcing da implementação
 - Plano de comunicação
 - Treinamento
- Orçamento detalhado.

O assunto projeto de redes não se esgota aqui. Para cada tecnologia como LANs, WANS, ATM existem muitos livros de projeto. Este texto possui o objetivo de mostrar algumas práticas que são utilizadas ao se projetar uma rede de computadores. Uma boa fonte de informação são os livros da CISCO PRESS, disponíveis em www.ciscopress.com.