

# REDES DE LONGA DISTÂNCIA

# REDES DE LONGA

# DISTÂNCIA

Autor: Esp. Clóvis Tristão

Revisor: Rogério de Campos

INICIAR

---

# introdução

## Introdução

A rede de longa distância ou WAN ( *Wide Area Network* ) é uma rede de computadores que se espalha geograficamente, abrange países ou até continentes, e é bem diferente dos outros tipos de rede. Na verdade, uma WAN é uma sucessão de redes LANs interconectadas.

Por analogia, uma rede WAN pode ser comparada à Internet como a conhecemos, a WWW, que é a rede das redes, abrange o globo terrestre e interliga diversos continentes, independente do tipo de conexão (por cabo, fibra ou rede móvel).

Neste material, iremos estudar de forma aprofundada o assunto e tentar elucidar algumas questões a respeito da WAN.

Boa leitura e bons estudos!

# Marcação de Pacotes DSCP

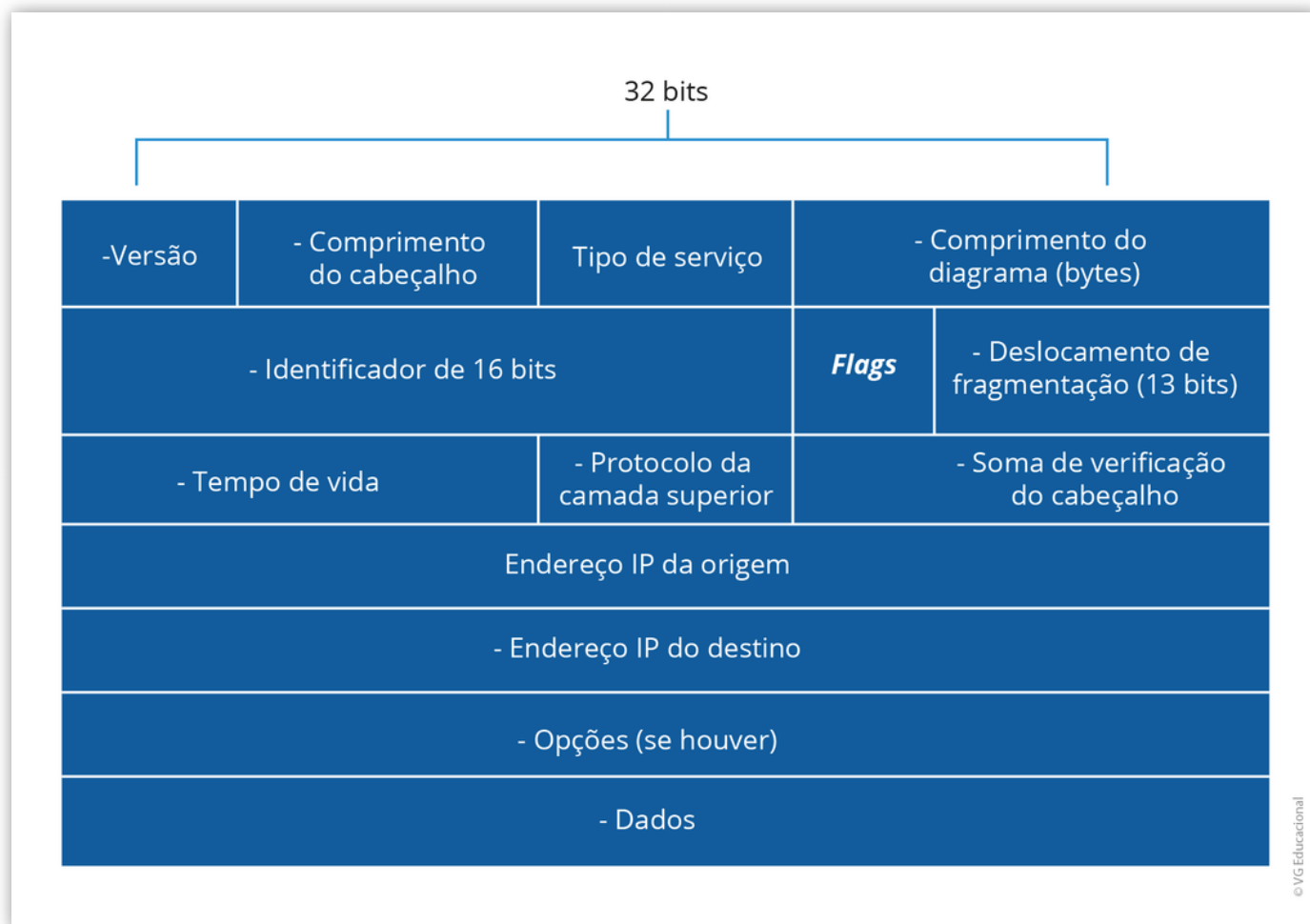
Em redes de computadores, o que trafega são pacotes ou datagramas que, além do dado em si, também carregam diversas marcações que formam o cabeçalho dos pacotes. Um cabeçalho de um pacote IP possui diversos campos, sendo que a cada campo é atribuída uma funcionalidade.

Segundo Kurose e Ross (2013), o famoso protocolo IP define diversos campos no datagrama e o modo como os sistemas finais e os roteadores agem nesses campos.

*Lembre-se de que um pacote de camada de rede é denominado um datagrama. Iniciamos nosso estudo do IP com uma visão geral da sintaxe e da semântica do datagrama IPv4. Você talvez esteja pensando que nada poderia ser mais desinteressante do que a sintaxe e a semântica dos bits de um pacote. Mesmo assim, o datagrama desempenha um papel central na Internet – todos os estudantes e profissionais de rede precisam vê-lo, absorvê-lo e dominá-lo (KUROSE; ROSS, 2013, p. 245).*

Os campos do cabeçalho IP são compostos por valores binários que

desempenham uma função no transporte do pacote pela rede. Na Figura 2.1, podemos visualizar o cabeçalho de um pacote IPv4.



*Figura 2.1 - Formato do cabeçalho IPv4*

*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 246).*

Na Figura 2.2, podemos verificar uma captura de um pacote de dados utilizando a ferramenta de monitoramento de rede Wireshark.

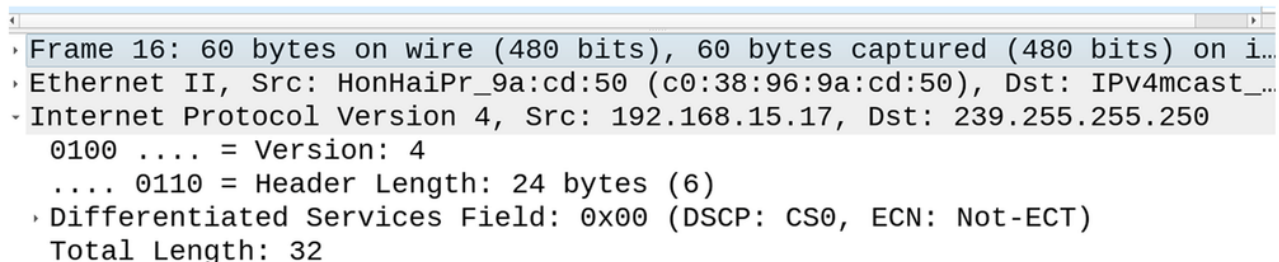


▼ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.15.22, Dst: 255.255.255.255  
0100 .... = Version: 4  
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)

*Figura 2.2 - Captura de um cabeçalho de um pacote de dados usando a ferramenta Wireshark*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

O DSCP ( *Diff Service Point* ) é um campo do cabeçalho que compreende a qualidade do serviço. Ele é composto de 6 bits que definem a marcação dos pacotes. Como vimos, o pacote IP é fragmentado em diversos pacotes que serão transmitidos pela rede de dados. Na Figura 2.3, podemos ver o posicionamento do campo DSCP dentro do pacote.



```
Frame 16: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on i...
Ethernet II, Src: HonHaiPr_9a:cd:50 (c0:38:96:9a:cd:50), Dst: IPv4mcast_...
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.15.17, Dst: 239.255.255.250
  0100 .... = Version: 4
  .... 0110 = Header Length: 24 bytes (6)
  Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 32
```

*Figura 2.3 - DSCP como campo de marcação dos pacotes*

*Fonte: Elaborada pelo autor.*

Percebemos que o campo DSCP está localizado na camada de rede, onde o endereçamento IP é definido e as informações de endereço de origem e destino do pacote são marcadas, além do número de fragmentação do pacote. Podemos notar, na Figura 2.3, que o DSCP: CS0 marca o início do pacote de dados.

# Saiba mais

O artigo *Differentiated Services Field Codepoints* (DSCP) explica em detalhes o funcionamento do DSCP e sua função, bem como os diversos campos que são atribuídos ao pacote. O documento RFC 2474 ( *Request For Comments* ) descreve em detalhes diversas funções do DSCP, bem como regras que regem os protocolos na Internet e sua arquitetura.

ACESSAR

Na próxima seção, estudaremos como funciona o protocolo de roteamento EIGRP.

## Configuração de uma Rede de Roteadores com EIGRP

O EIGRP ( *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* ) é conhecido como um protocolo de roteamento que tem como base o algoritmo vetor distância avançado. A partir das características desse algoritmo e do *link state* , esse protocolo calcula o caminho mais curto para um destino dentro dos roteadores.

Esse protocolo foi criado para os roteadores da Cisco e, em um primeiro momento, era um protocolo proprietário desta companhia. Em 2013, a Cisco liberou o protocolo para o IETF, em formato de RFC 7868, para ser utilizado pelos outros revendedores de equipamentos a fim de usarem em suas implementações e construções de roteadores. No entanto, a Cisco ainda

mantém a atualização do protocolo.

## Saiba mais

O artigo *Configurando o EIGRP para Certificação CCNA e ICND-2* apresenta implementações do protocolo EIGRP e suas configurações dentro de equipamentos Cisco, por exemplo, detalhes de como implementar e configurar os equipamentos. Vale a pena a leitura e o entendimento de como funciona o protocolo dentro do roteador. O material está disponível a seguir.

ACESSAR

O EIGRP é uma evolução do protocolo IGRP ( *Interior Gateway Routing Protocol* ). Ele usa o DUAL ( *Diffusing Update Algorithm* ), um algoritmo de atualização por broadcast que verifica as melhores rotas e os roteadores mais próximos, montando uma tabela de rotas.

O EIGRP agrega características do protocolo RIP, que calcula o vetor distância, e do OSPF, que define o estado da conexão ou *link state* . Ele é conhecido por ser um protocolo de roteamento híbrido. O EIGRP proporciona compatibilidade, interoperação e possui mecanismos de redistribuição automática. No protocolo IP, o EIGRP usa a porta 88 para a transferência de dados de roteamento.

Na próxima seção, iremos estudar o funcionamento das políticas de QoS.

## Aplicação de Políticas de QoS e Observações



O QoS ( *Quality of Service* ) está presente nos roteadores para um controle sobre a rede. O serviço determina a prioridade de conexão de dispositivos e serviços. Esse recurso é bem útil para quem precisa controlar banda, custos de acesso aos provedores e Internet. Ele garante uma melhora na qualidade de conexão dos dispositivos na rede.

Por privilegiar o tráfego de dados em determinadas situações, em alguns momentos, a rede pode ficar lenta para determinados serviços, por exemplo, quando você está baixando um filme ou assistindo a algo na rede. O QoS, dependendo da rede e da configuração aplicada em determinados horários, pode reduzir o download de filmes ou *streaming* de vídeo, a fim de direcionar a banda da rede para trabalhos mais nobres.

O funcionamento do QoS é definido pelo administrador do roteador, que faz um mapeamento do tráfego e aplica filtros para diferenciar o tráfego da rede e economizar a banda da melhor maneira possível, priorizando os dispositivos ou computadores que necessitam de maior acesso à banda.

Alguns roteadores são construídos com QoS customizável. Basta adicionar o recurso e ele fará uma configuração automática, definindo as prioridades. No entanto, cabe ao administrador validar e/ou ajustar para a demanda da sua rede.

Enfim, todos os recursos do QoS podem ser manipulados pelo administrador da rede, tornando-a mais eficiente, porém cada implementação depende do fabricante do roteador.

Na próxima seção, iremos tratar da espinha dorsal da rede, o *backbone* de alta velocidade.

# Vamos Praticar

O EIGRP é um protocolo de roteamento que usa múltiplos sistemas autônomos (AS) da Internet para a troca de informações e transferências de dados pela rede IP. O roteamento interno entre os AS é realizado pelo protocolo IGP ( *Interior Gateway Protocol* ), que usa uma porta de comunicação para essas transferências. Sendo assim, dentre as alternativas a seguir, assinale aquela que apresenta o número da porta correta usada pelo EIGRP.

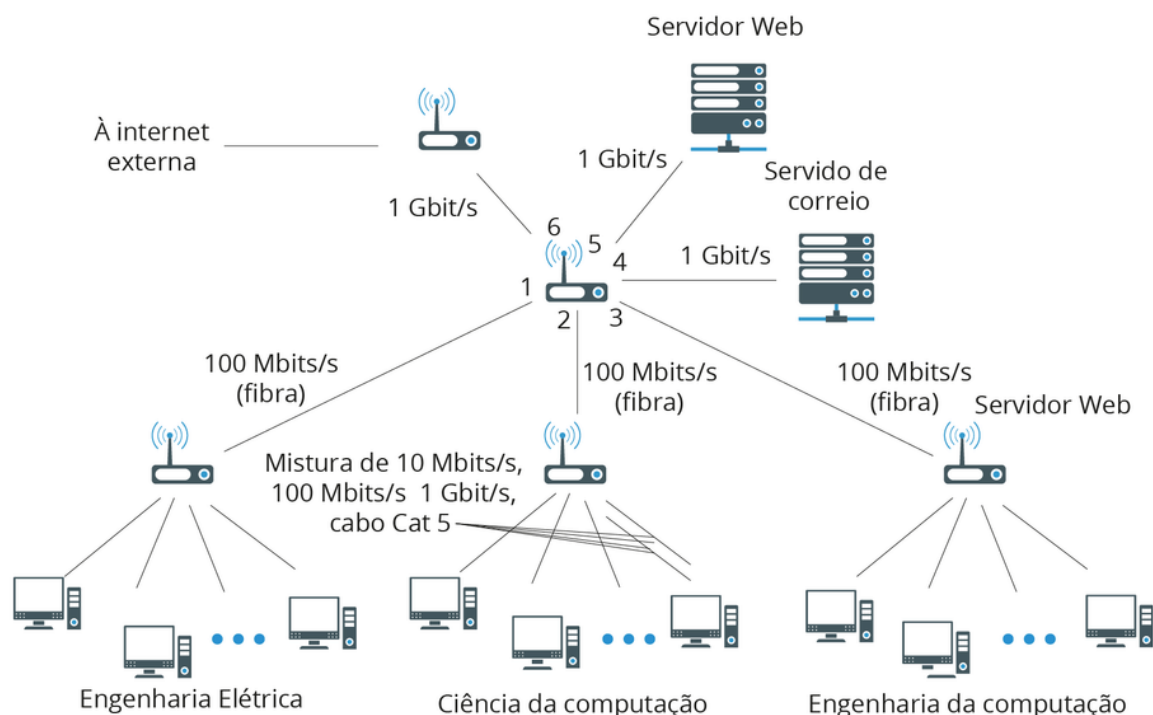
- ☐ a) 80.
- ☐ b) 21.
- ☐ c) 179.
- ☐ d) 88.
- ☐ e) 22.

# *Backbones* de Alta Velocidade

No Brasil, o *backbone* iniciou-se em 1992, dentro de universidades e centros acadêmicos, como o RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa). Nessa época, ligava algumas capitais e o DF com um link de 64 kbps.

Em redes de computadores, o *backbone* ou espinha dorsal, em tradução literal, é um esquema que interliga todos os equipamentos centrais de sua rede local ou de sua rede geográfica e/o continental.

O *backbone*, como vimos, é uma interligação de todos os equipamentos que sustentam a rede. Na Figura 2.4, podemos visualizar o *backbone* de uma rede de computadores.



*Figura 2.4 - Backbone circundado em vermelho. Podemos ver a interligação dos comutadores e roteadores*

*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 342).*

As redes são construídas hierarquicamente, com vários *backbones* que são ligados internamente e geograficamente, em forma de árvore genealógica. Essa construção da rede envolve várias empresas, os ISP ( *Internet Service Provider* ), que promovem o acesso à rede de computadores e à Internet.

O *backbone* é formado por diversos protocolos da arquitetura TCP/IP e, na periferia da rede, temos o ponto de acesso de cada sistema. Esse ponto de acesso é conhecido como POP, que configura a velocidade da rede para toda a espinha dorsal.

Os *backbones* atuais podem atingir velocidades de 1 a 1000 Gbps de banda de comunicação, dependendo dos equipamentos que estão na sua estrutura, pois a maioria está interligada com cabos de fibra óptica, possibilitando atingir essas velocidades. O *backbone* acadêmico atende, hoje, mais de 1500 *campus* , entre centros de ensino e pesquisa. Além da RNP, empresas privadas, principalmente operadoras de telefonia, prestam o serviço para as residências e empresas brasileiras.

Dentre os protocolos utilizados, estão o ATM e a tecnologia de transporte SONET/SDH, que definem o tipo de *hardware* para *backbone*, o tipo de fibra ótica e de redes sem fio. Na próxima seção, iremos estudar o protocolo ATM de redes de alta velocidade.

## ATM

O protocolo ATM ( *Asynchronous Transfer Mode* ) surgiu em 1990, com o objetivo de comunicação de alta velocidade, sem dependência de topologias de rede. Esse protocolo usa a tecnologia de comutação de alta velocidade, que pode transferir tanto dados como multimídia.

Segundo Kurose e Ross (2013), o ATM transporta dados, incluindo voz e vídeo. Foi criado para unificar telecomunicações e redes de computadores. Esse protocolo transmite dados em altas taxas de transferências, com baixa latência e tempo real de transmissão de vídeo e voz, conseguindo mapear as camadas da arquitetura TCP/IP até a camada de rede. Ele é utilizado na estrutura do *backbone* juntamente com o SONET/SDH e a rede IP.

# reflita

## Reflita

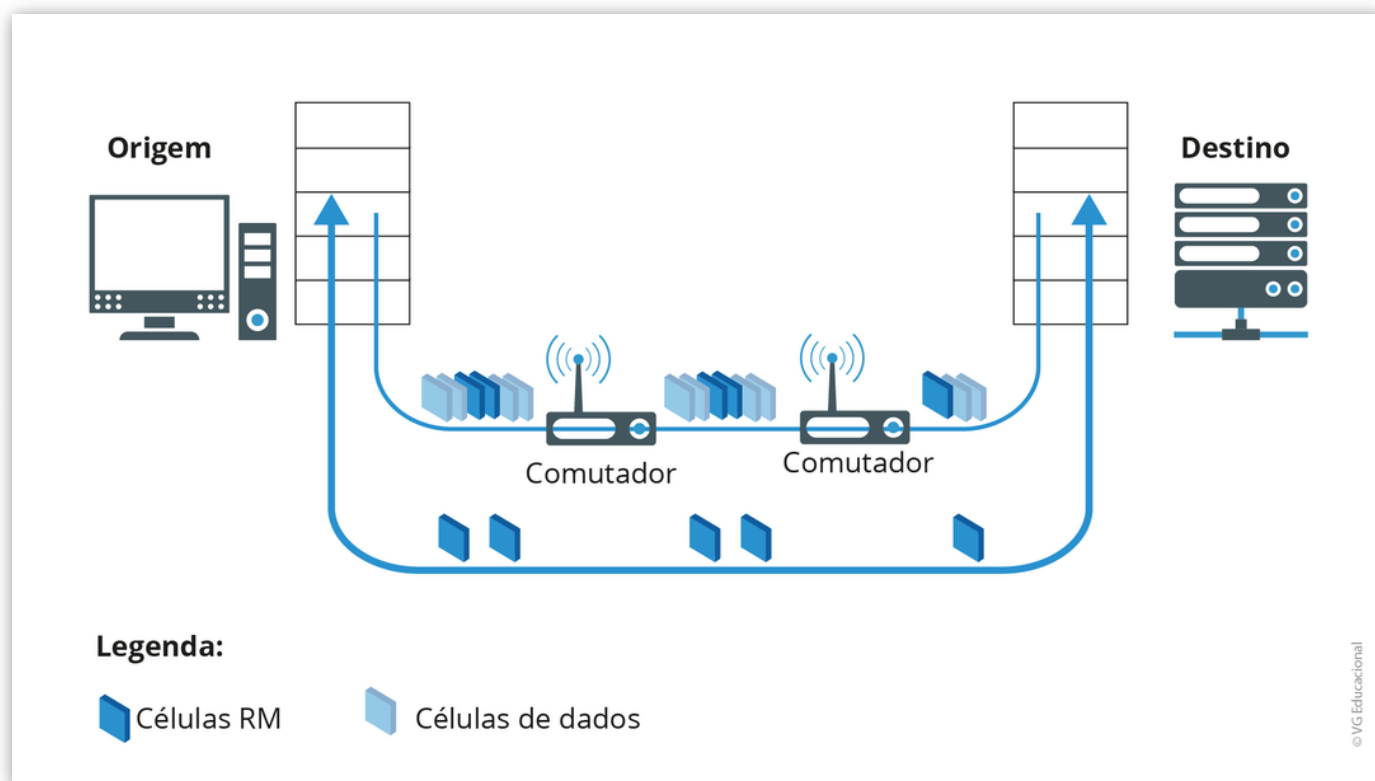
Dentro de um ambiente de rede, com diversos roteadores e conexões de equipamentos, e olhando para a Internet e seus diversos serviços, o que chamamos hoje de nuvem computacional? Reflita: o que está por debaixo dos panos dessa teia computacional? Quais os equipamentos envolvidos nessa chamada nuvem e onde estão os servidores de conteúdo e computadores? Sugiro que faça uma leitura do Capítulo 1 do livro *Redes de Computadores*, de Kurose e Ross (2013), para essa reflexão.

Fonte: Kurose e Ross (2013).

A funcionalidade do ATM é similar às redes de computadores, com a comutação de circuitos e pacotes, multiplexando e codificando os pacotes de dados em pequenos pacotes de tamanho fixo, um pouco diferente do IP. O protocolo usa o conceito orientado à conexão, em que a conexão é estabelecida nas duas pontas. Ele cria canais virtuais que podem ser permanentes ou dinâmicos, e que se encerram quando a sessão de conexão termina. Sabe-se que essa tecnologia foi criada para a rede de telefonia, e está sendo utilizada constantemente em rede TCP/IP.

Na Figura 2.5, podemos visualizar uma rede de dados com o protocolo ATM

atuando sobre os comutadores de transferência de dados de alta velocidade.



*Figura 2.5 - Rede ATM, com comutadores de alta velocidade na transferência de pacotes (células de dados) e células R (Gerenciamento Recursos)*

*Fonte: Kurose e Ross (2013, p. 197).*

Na próxima seção, estudaremos a tecnologia SONET/SDH.

## SONET/SDH

SONET/SDH ( *Synchronous optical networking/Synchronous Digital Hierarchy* ) é um protocolo de multiplexação de redes, com conexão de fibra ótica, que está localizado na camada 1 da arquitetura TCP/IP.

Segundo Tanenbaum (2003), o projeto SONET possibilitou a interligação de diferentes concessionárias de rede, possibilitando um padrão de sinalização comum sobre o comprimento de onda necessário para a fibra ótica e para a sincronização da estrutura.

O SONET/SDH possui uma velocidade básica de transmissão. O sinalizador do pacote no cabeçalho é STS-1, o que sinaliza que o pacote será transmitido a uma velocidade acima de 51 Mbps. Já o SDH sinaliza com o pacote STM-1, ou OC-1, e a velocidade de transmissão é acima de 155 Mbps.

Na Tabela 2.1, podemos visualizar as velocidades básicas e suas siglas, que serão escritas no cabeçalho do pacote de dados.

SONET		SDH	Velocidade de dados (Mbps)		
Elétrica	Óptica	Óptica	Dados brutos	SPE	Usuário
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.56	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	549.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912

Tabela 2.1 - Tabela de velocidades básicas do SONET/SDH

Fonte: Tanenbaum (2003, p. 123).

## Características de Fibra Ótica

Fibra ótica é uma tecnologia que utiliza um fio de vidro transparente como meio de transmissão de dados. A fibra ótica é muito pequena, sua medição é do tamanho de um fio de cabelo humano. Esse pequeno fio, contudo, permite



transmitir milhares de dados sem perda de dados e/ou interferência eletromagnética.

O cabo de fibra óptica usa a tecnologia de refração para transmitir os sinais de luz, minimizando, assim, as perdas de transmissão. Os cabos de fibra ótica utilizam um emissor de luz ou laser. A fibra óptica transmite apenas luz. Ela não transmite pulso elétrico.

A tecnologia de fibra permite altas taxas de transmissão (acima de Gbps). Para essa transmissão, são usados conversores de mídia. Os cabos de fibra têm diversos tipos de modelos, tanto para redes aéreas quanto para as subterrâneas. Eles oferecem alta qualidade e uma variedade de protocolos que são compatíveis. O cabo de fibra pode cobrir diversas distâncias com elevadas taxas de transmissão e pode ser aplicado em *Data Centers*, edifícios e residências.

As fibras ópticas são classificadas em dois modos: monomodo e multimodo.

- **Fibras monomodo** : as fibras monomodo são usadas para grandes distâncias e altas velocidades. A luz se propaga, percorrendo o interior do núcleo apenas em um caminho.
- **Fibras multimodo** : as fibras multimodo possuem o diâmetro maior. A luz se propaga em diversos modos, percorrendo o cabo por diversos caminhos. Esse tipo de cabo é usado para curtas distâncias.

## WDM

O WDM ( *Wavelength-division Multiplexing* ) é usado em conexões de fibra óptica, combinando comprimentos de onda e utilizando equipamentos de alta taxa de transmissão.

O WDM usa comunicação bidirecional, com multiplicação de sinal de alta capacidade. Ele opera em uma faixa de espectro eletromagnético. Ele utiliza sinais de Rádio Frequência combinados com multiplexagem, que, ao chegar nos destinos, são separados.

## DWDM

DWDM é uma variação do WDM. Essa tecnologia foi criada para otimizar o uso da rede de fibra óptica. O sistema transmite feixes de luz em comprimentos de onda diferentes. Ele pode ser composto por informações de redes diferentes que são transmitidas na mesma fibra óptica.

Na próxima seção, iremos trabalhar com análise de redes usando OSPF.

## praticar

# Vamos Praticar

Nos meios de comunicação, temos regras de como transmitir e direcionar os dados. Na camada de enlace e física, define-se qual o meio de transmissão, por exemplo: cabo, fibra, satélite, wi-fi. Dentro desse contexto, assinale a alternativa correta que apresenta a descrição do tipo de transmissão usada em que o pacote é direcionado pelas redes de computadores.

- ☐ **a)** Cobre e satélite.
- ☐ **b)** Satélite e fibra óptica.
- ☐ **c)** Raio laser pelo ar e fibra óptica.
- ☐ **d)** Cobre e fibra óptica.
- ☐ **e)** Redes sem fio e satélites.

# Analizando Redes Baseadas em OSPF

Estudando o protocolo OSPF, temos a dimensão de como as redes funcionam e como os pacotes de redes são encaminhados pela rede. A implementação desse protocolo se torna necessária para o encaminhamento dos pacotes de uma rede interna para uma rede externa.

A maioria das redes de computadores e as infraestruturas de rede implementam esse protocolo em seus roteadores internos e de borda. O OSPF é empregado, na maioria dos roteadores, em ambientes de infraestrutura de redes, seja de grande porte ou de pequeno porte. É importante ter em mente que:

*O OSPF foi concebido como sucessor do RIP e como tal tem uma série de características avançadas. Em seu âmago, contudo, é um protocolo de estado de enlace que usa inundação de informação de estado de enlace e um algoritmo de caminho de menor custo de Dijkstra (KUROSE; ROSS, 2013, p. 286).*

Segundo Kurose e Ross (2013), sabemos que esse protocolo é amplamente

implementado em diversos roteadores ao redor do mundo, pois ele trabalha como um vetor distância, buscando a otimização de rotas em seu menor caminho, com o menor custo possível. Isso melhora consideravelmente a performance e o desempenho de uma rede de computadores, evitando gargalos em seu encaminhamento de pacotes.

Tal protocolo merece um estudo aprofundado, pois ele veio para suprir outro protocolo: o RIP, que limitava as rotas em 15 saltos. Esse protocolo estava em plena exaustão, chegando nos seus limites de uso.

Quando se utiliza o OSPF, pode-se assustar, em um primeiro momento, devido à sua complexidade de configuração. Alguns administradores de rede acostumados com o RIP se sentem, inicialmente, intimidados, pela vasta gama de configurações e soluções para o ambiente de rede.

O OSPF é complexo e a RFC 2328 possui diversos detalhes do seu funcionamento e de sua implementação. A discussão sobre o roteamento é bem aprofundada nessa RFC, detalhando o algoritmo de roteamento.

Na próxima seção, estudaremos o funcionamento da ferramenta *packet tracer*.

## praticar

# Vamos Praticar

O protocolo de roteamento transmite por difusão de informações a todos os outros roteadores no sistema AS. Ele transmite o seu estado de enlace por *broadcast*, com uma mudança mínima de custo. Além disso, faz a transmissão do estado de um enlace de tempos em tempos definido mesmo sem ter tido mudança. Com base nessas informações, assinale a alternativa que descreve esse protocolo de

roteamento.

- ☐ **a)** RIP
- ☐ **b)** BGP
- ☐ **c)** IGP
- ☐ **d)** ISDN
- ☐ **e)** OSPF



# Utilização da Ferramenta Packet Tracer

---

A ferramenta *packet tracer* é proprietária da Cisco. Ela é um programa de computador e foi desenvolvida para o estudo de rede de computadores, sendo usada, portanto, como simulador de redes reais. Com a *packet tracer*, você é capaz de visualizar, realizar medições, analisar e criar novas redes.

# Saiba mais

O *site* da NetAcad, que é hospedado pela Cisco, é rico em detalhes sobre a ferramenta *packet tracer* . Ele oferece tutoriais e cursos *on-line* gratuitos sobre o uso da ferramenta. Com ele, você se capacita para adquirir, também, as certificações Cisco.

ACESSAR

O *packet tracer* pode ser utilizado em diversas plataformas de sistemas operacionais, como Windows e GNU/Linux. As novas versões do programa utilizam IPv6 e protocolos RTSP, SSH.

Com esse programa, é possível criar vários cenários de redes, em que você pode avaliar, a cada instante, o funcionamento de sua rede e dos equipamentos, tais como roteadores, *switches* , computadores e servidores. Literalmente, você cria uma rede de computadores do zero utilizando uma interface gráfica. O aprendizado se estende à configuração de *switches* e roteadores, usando a linha de comando - é como se você estivesse operando o equipamento real.

Essa ferramenta é bem interessante para entender o conceito de rede. Recomendo o seu estudo e prática para quem deseja aprender sobre redes e seus equipamentos. Para acessar os cursos e treinamentos *on-line* gratuitos, você precisa de login e senha no *site* da NetaCad da Cisco. Esse cadastro não tem custo e é realizado em segundos.

# praticar

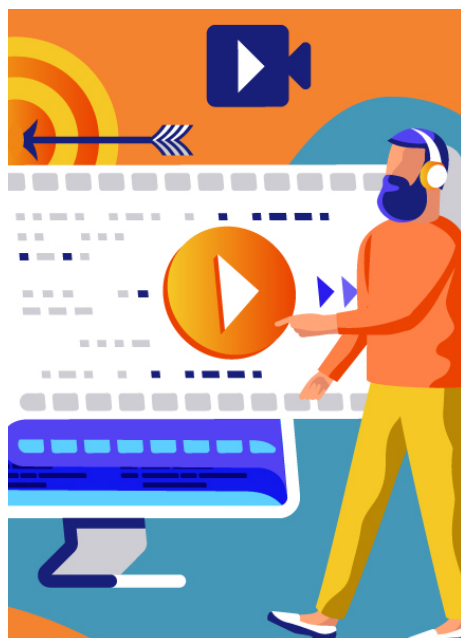
## Vamos Praticar

Crie uma rede usando o *packet tracer* com 4 computadores. Interligue-os usando um *switch* , defina os endereçamentos IP e faça um teste de comunicação entre eles usando o comando *ping* .



indicações

# Material Complementar



FILME

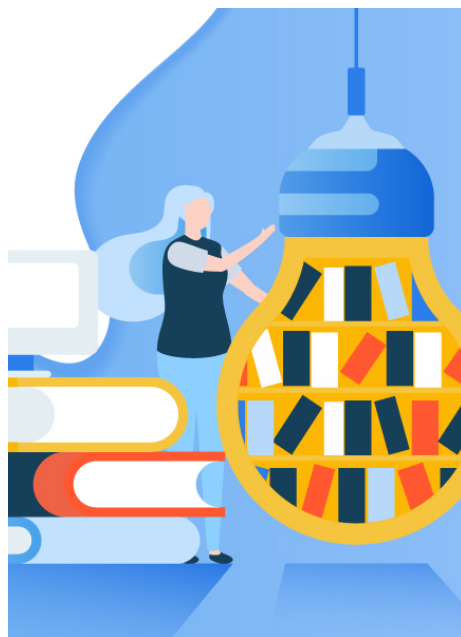
*Cisco Packet Tracer - Parte 1 - Curso Redes #17*

**Ano** : 2019

Este vídeo explica como utilizar os simuladores dos laboratórios de redes de computadores. O conteúdo aborda noções básicas de como preparar todo o ambiente e como fazer a instalação.

Para conhecer mais, acesse o vídeo a seguir.

TRAILER



## LIVRO

### *Redes de computadores*

**Editora** : Pearson

**Autor** : Jim Kurose e Keith Ross

**ISBN** : 9788581436777

**Comentário** : O livro faz uma abordagem *top-down* da arquitetura TCP/IP, explicando o conteúdo das 7 camadas de rede de forma detalhada e didática. A leitura é recomendada para a resolução dos assuntos relacionados a redes de computadores.

---

# conclusão

## Conclusão

Caro(a) estudante, os temas abordados neste material trarão uma noção e o pontapé inicial no estudo de roteamento e seus diversos protocolos e características. Vimos como funciona uma rede que se utiliza de qualidade de serviço e qual a sua importância para desempenho da rede e prioridade de uso da banda.

Em *backbone* de alta velocidade, estudamos os tipos de protocolos de roteamento existentes que garantem a velocidade na troca de informações entre os computadores e os servidores. Analisamos as redes de fibra óptica e suas particularidades.

Por fim, apresentamos o programa de computador desenvolvido pela Cisco para simulação de redes de computadores. Com foco na prática, treinamos e aplicamos todo o conhecimento teórico em uma ferramenta que permite criar novas redes e simular o seu funcionamento em tempo real.

Esperamos ter contribuído para seu crescimento e estudo nessa disciplina de redes de longa distância.

---

# referências

## Referências Bibliográficas

DIFFERENTIATED Services Field Codepoints (DSCP). Disponível em: <https://www.iana.org/assignments/dscp-registry/dscp-registry.xhtml>. Acesso em: 7 maio 2020.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores** : uma abordagem top-down. 6. ed. Belo Horizonte: Pearson, 2013.

NASCIMENTO, M. B. **Configurando o EIGRP para Certificação CCNA e ICND-2** . Publicado em 29 ago. 2016. Disponível em: <http://www.dltec.com.br/blog/cisco/configurando-o-eigrp-para-certificacao-ccna-e-icnd-2/> . Acesso em: 7 maio 2020.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores** . 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2003.