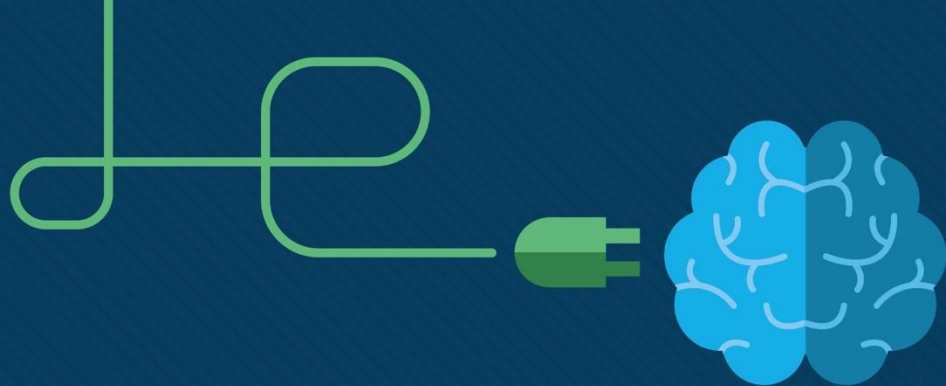




# Módulo 8: Camada de rede

Introdução às redes v7.0 (ITN)



# Módulo 8: Tópicos

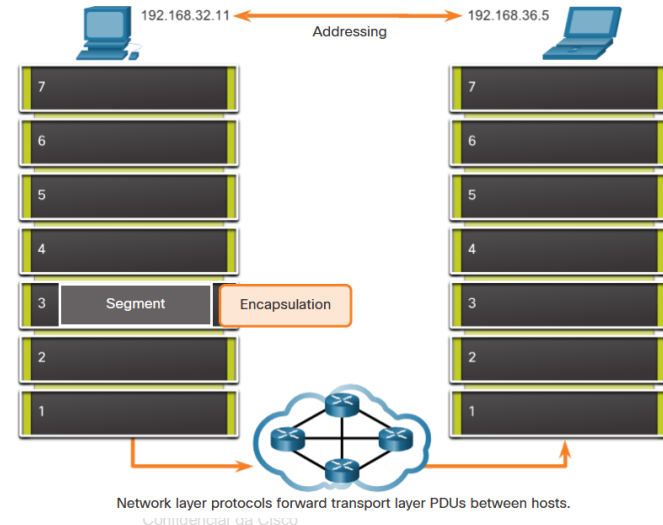
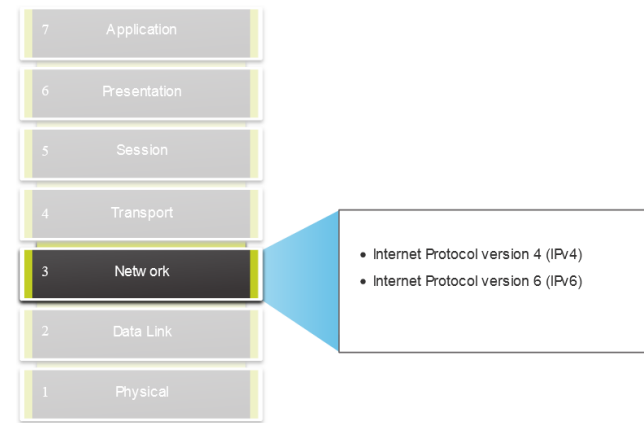
O que vou aprender neste módulo?

Título do Tópico	Objetivo do Tópico
Características de camada de rede	Explicar como a camada de rede usa protocolos IP para comunicações confiáveis.
Pacote IPv4	Explicar a função dos principais campos do cabeçalho no pacote IPv4.
Pacote IPv6	Explicar a função dos principais campos do cabeçalho no pacote IPv6.
Como um host roteia	Explicar como os dispositivos de rede usam tabelas de roteamento para direcionar pacotes para uma rede de destino.
Tabelas de roteamento do roteador	Explicar a função dos campos na tabela de roteamento de um roteador.

# 8.1 Características de camada de rede

# Camada de Rede

- Fornece serviços para permitir que dispositivos finais troquem dados
- IP versão 4 (IPv4) e IP versão 6 (IPv6) são os principais protocolos de comunicação de camada de rede.
- A camada de rede executa quatro operações básicas:
  - Endereça os dispositivos finais
  - Encapsulamento
  - Roteamento
  - Desencapsulamento



# Características de camada de rede

## Encapsulamento IP

- O IP encapsula o segmento da camada de transporte.
- O IP pode usar um pacote IPv4 ou IPv6 e não afetar o segmento da camada 4.
- O pacote IP será examinado por todos os dispositivos de camada 3 à medida que atravessa a rede.
- O endereçamento IP não muda de origem para destino.

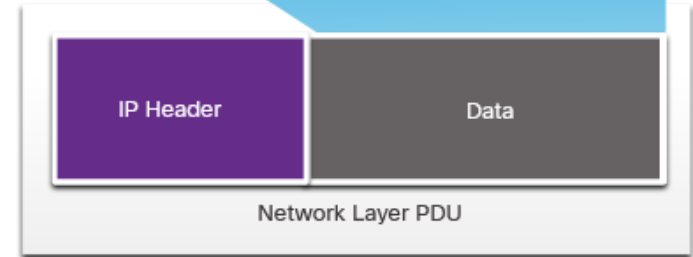
**Observação:** o NAT mudará o endereçamento, mas será discutido em um módulo posterior.

Transport Layer Encapsulation



Transport Layer PDU

Network Layer Encapsulation



IP Packet

# Características do IP

O IP deve ter baixa sobrecarga e pode ser descrito como:

- Sem Conexão
- Melhor Esforço
- Independente de Mídia

## Características de camada de rede

# Conexões

IP não tem conexão

- Nenhuma conexão é estabelecida com o destino antes do envio dos pacotes de dados.
- Não há informações de controle necessárias (sincronizações, confirmações, etc.).
- O destino receberá o pacote quando ele chegar, mas nenhuma pré-notificação é enviada por IP.
- Se houver necessidade de tráfego orientado para conexão, outro protocolo irá lidar com isso (normalmente



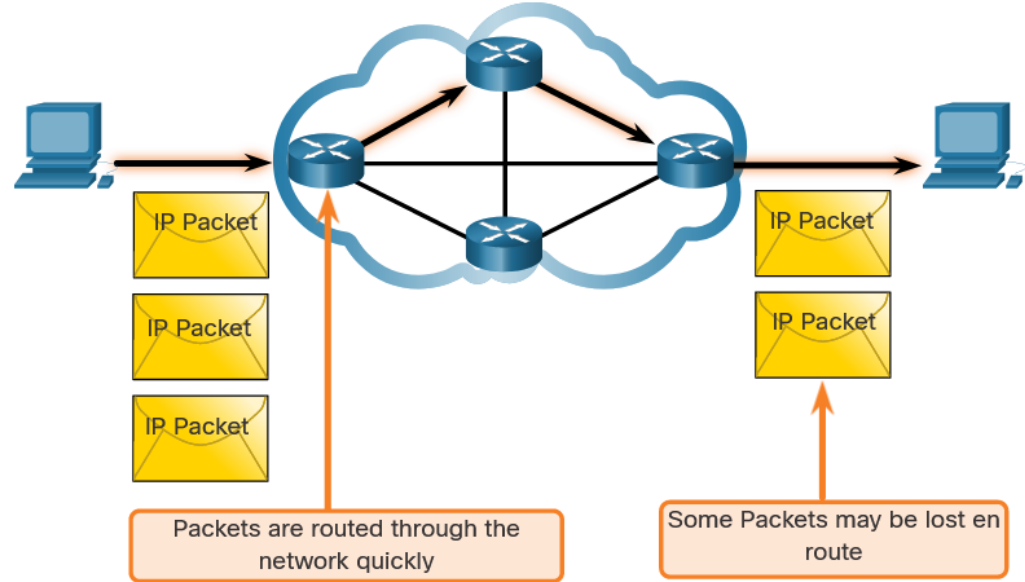
A letter is sent.

## Características de camada de rede

# Melhor Esforço

IP é melhor esforço

- IP não garantirá a entrega do pacote.
- O IP reduziu a sobrecarga, uma vez que não há mecanismo para reenviar dados que não são recebidos.
- IP não espera confirmações.
- IP não sabe se o outro dispositivo está operacional ou se recebeu o pacote.





# Características de camada de rede

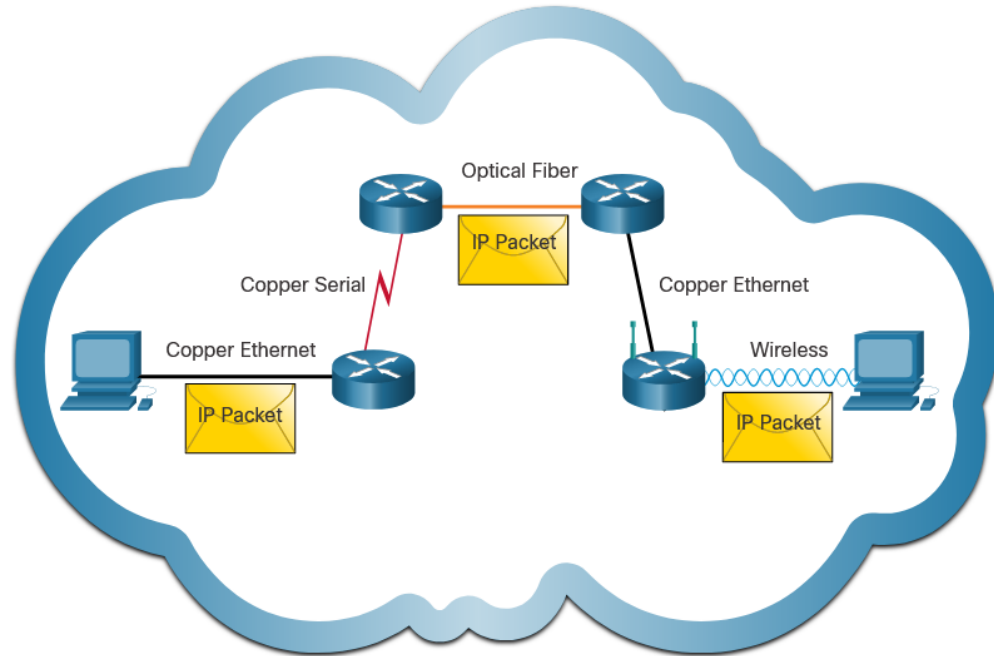
## Independente de mídia

### IP não é confiável

- Ele não pode gerenciar ou corrigir pacotes não entregues ou corrompidos.
- IP não pode retransmitir após um erro.
- O IP não pode realinhar pacotes fora de sequência.
- IP deve depender de outros protocolos para essas funções.

### O protocolo IP independe de meio físico.

- O IP não se preocupa com o tipo de quadro exigido na camada de link de dados ou com o tipo de mídia na camada física.
- IP pode ser enviado por qualquer tipo de mídia: cobre, fibra ou sem fio.



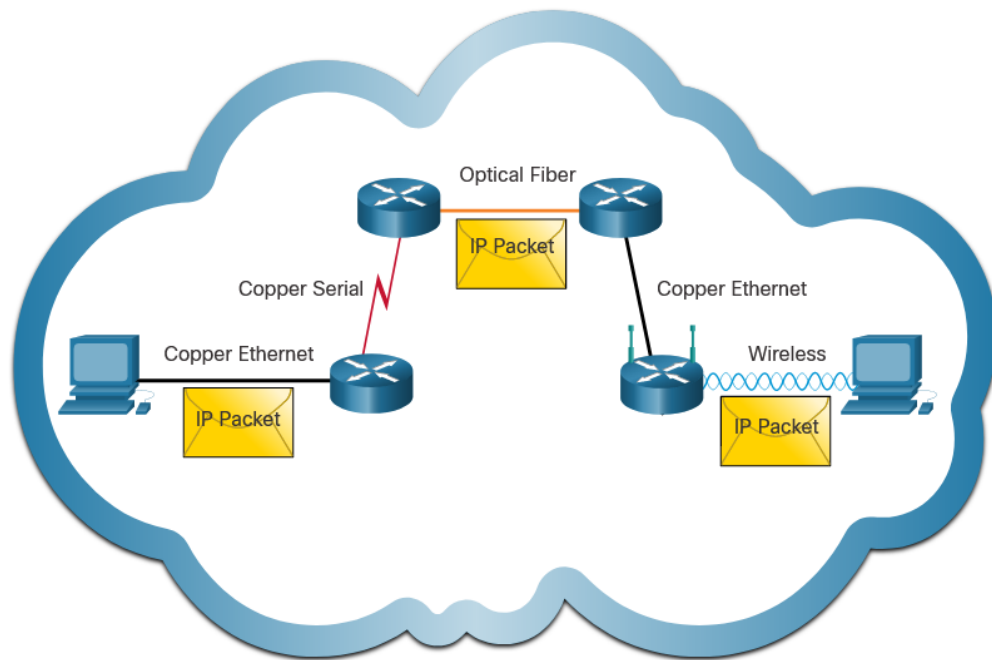
# Características da Camada de Rede Independente de Mídia (Contd.)

A camada de rede estabelecerá a Unidade Máxima de Transmissão (MTU).

- camada de rede recebe isso a partir de informações de controle enviadas pela camada de link de dados.
- Em seguida, a rede estabelece o tamanho da MTU.

Fragmentação ocorre quando a Camada 3 divide o pacote IPv4 em unidades menores.

- Fragmentação causa latência.
- O IPv6 não fragmenta pacotes.
- Exemplo: Roteador vai de Ethernet para uma WAN lenta com um MTU menor



# 8.2 Pacote IPv4

# Cabeçalho do Pacote IPv4

IPv4 é o principal protocolo de comunicação para a camada de rede.

O cabeçalho de rede tem muitas finalidades:

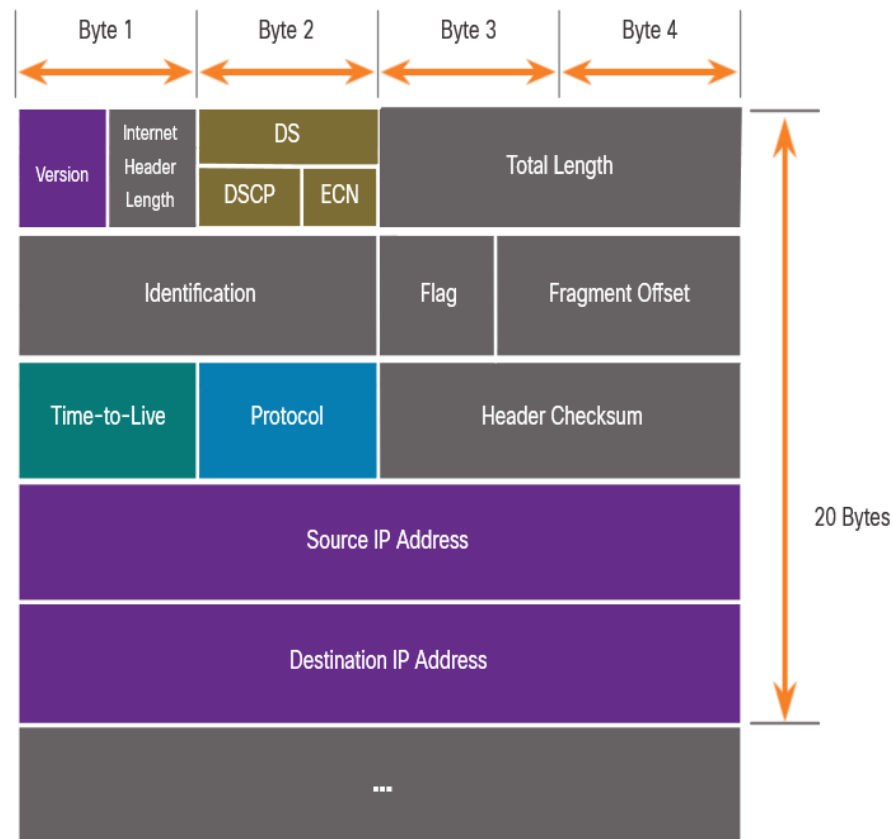
- Ele garante que o pacote seja enviado na direção correta (para o destino).
- Ele contém informações para o processamento da camada de rede em vários campos.
- As informações no cabeçalho são usadas por todos os dispositivos de camada 3 que manipulam o pacote

# Campos do Cabeçalho do Pacote IPv4

As características do cabeçalho de rede IPv4:

- É em binário.
- Contém vários campos de informação
- O diagrama é lido da esquerda para a direita, 4 bytes por linha
- Os dois campos mais importantes são a origem e o destino.

Protocolos podem ter uma ou mais funções.



# Campos do Cabeçalho do Pacote IPv4

Estes são os campos mais importantes no cabeçalho IPv4:

Função	Descrição
Versão	Isso será para v4, ao contrário de v6, um campo de 4 bits = 0100
Serviços Diferenciados	Usado para QoS: campo DiffServ — DS ou o IntServ mais antigo — ToS ou Tipo de Serviço
Soma de verificação do cabeçalho	Detectar corrupção no cabeçalho IPv4
Tempo de vida (TTL)	Contagem de saltos de camada 3. Quando se tornar zero, o roteador descartará o pacote.
Protocolos	I.D.s protocolo de próximo nível: ICMP, TCP, UDP, etc.
Endereço IPv4 Origem	Endereço de origem de 32 bits
Endereço IPV4 de destino	Endereçode destino de 32 bits

# Pacote IPv4 Demonstração em vídeo - Exemplo de cabeçalhos IPv4 em Wireshark

Este vídeo aborda o seguinte:

- Pacotes Ethernet IPv4 em Wireshark
- As informações de controle
- A diferença entre pacotes

## 8.3 Pacotes IPv6



# Pacote IPv6

## Limitações do IPv4

O IPv4 tem três limitações principais:

- Esgotamento de endereços IPv4 — Nós basicamente ficamos sem endereçamento IPv4.
- Falta de conectividade de ponta a ponta — Para que o IPv4 sobreviva a esse tempo, o endereçamento privado e o NAT foram criados. Isso terminou comunicações diretas com endereçamento público.
- Maior complexidade da rede — o NAT foi concebido como solução temporária e cria problemas na rede como um efeito colateral da manipulação do endereçamento de cabeçalhos de rede. O NAT causa latência e solução de problemas.



# Visão geral do IPv6 PacketsIPv6

- O IPv6 foi desenvolvido pela Internet Engineering Task Force (IETF).
- O IPv6 supera as limitações do IPv4.
- Melhorias que o IPv6 fornece:
  - **Aumento do espaço de endereço** — baseado no endereço de 128 bits, não em 32 bits
  - **Manipulação aprimorada de pacotes** - O cabeçalho IPv6 foi simplificado com menos campos.
  - **Elimina a necessidade de NAT** — uma vez que há uma grande quantidade de endereçamento, não há necessidade de usar o endereçamento privado internamente e ser mapeado para um endereço público compartilhado

## IPv4 and IPv6 Address Space Comparison

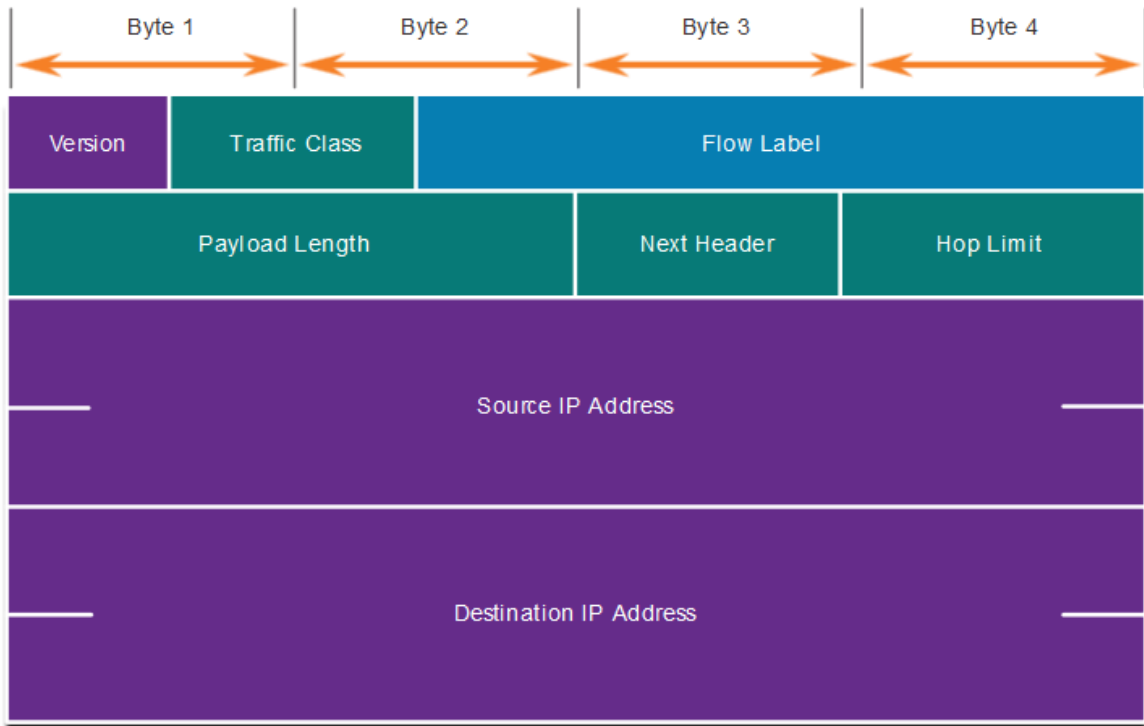
Number Name	Scientific Notation	Number of Zeros
1 Thousand	10 <sup>3</sup>	1,000
1 Million	10 <sup>6</sup>	1,000,000
1 Billion	10 <sup>9</sup>	1,000,000,000
1 Trillion	10 <sup>12</sup>	1,000,000,000,000
1 Quadrillion	10 <sup>15</sup>	1,000,000,000,000,000
1 Quintillion	10 <sup>18</sup>	1,000,000,000,000,000,000
1 Sextillion	10 <sup>21</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000
1 Septillion	10 <sup>24</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Octillion	10 <sup>27</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Nonillion	10 <sup>30</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Decillion	10 <sup>33</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Undecillion	10 <sup>36</sup>	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

Legend

-  There are 4 billion IPv4 addresses
-  There are 340 undecillion IPv6 addresses

# IPv6 Campos de cabeçalho de pacote IPv4 no cabeçalho do pacote IPv6

- O cabeçalho IPv6 é simplificado, mas não menor.
- O cabeçalho é fixado em 40 bytes ou octetos de comprimento.
- Vários campos IPv4 foram removidos para melhorar o desempenho.
- Alguns campos IPv4 foram removidos para melhorar o desempenho:
  - Flag
  - Deslocamento do fragmento
  - Soma de verificação do cabeçalho



# Cabeçalho do Pacote IPv6

Campos significativos no cabeçalho IPv4:

Função	Descrição
Versão	Isso será para v6, ao contrário de v4, um campo de 4 bits = 0110
Classe de tráfego	Usado para QoS: Equivalente ao campo DiffServ — DS
Rótulo de fluxo	Informa o dispositivo para lidar com rótulos de fluxo idênticos da mesma maneira, campo de 20 bits
Tamanho da carga	Este campo de 16 bits indica o comprimento da parte dos dados ou da carga útil do pacote IPv6
Próximo cabeçalho	I.D.s protocolo de próximo nível: ICMP, TCP, UDP, etc.
Limite de saltos	Substitui o campo TTL Contagem de saltos da Camada 3
Endereço IPv4 Origem	Endereço de origem de 128 bits
Endereço IPV4 de destino	Enderecode destino de 128 bits

## Cabeçalho do pacote IPv6 (continuação)

O pacote IPv6 também pode conter cabeçalhos de extensão (EH).

Características dos cabeçalhos EH:

- fornecer informações opcionais sobre a camada de rede
- são opcionais
- são colocados entre o cabeçalho IPv6 e a carga útil
- podem ser usado para fragmentação, segurança, suporte à mobilidade etc.

**Nota:** Ao contrário do IPv4, os roteadores não fragmentam pacotes IPv6.

# Vídeo - Exemplo de cabeçalhos IPv6 em Wireshark

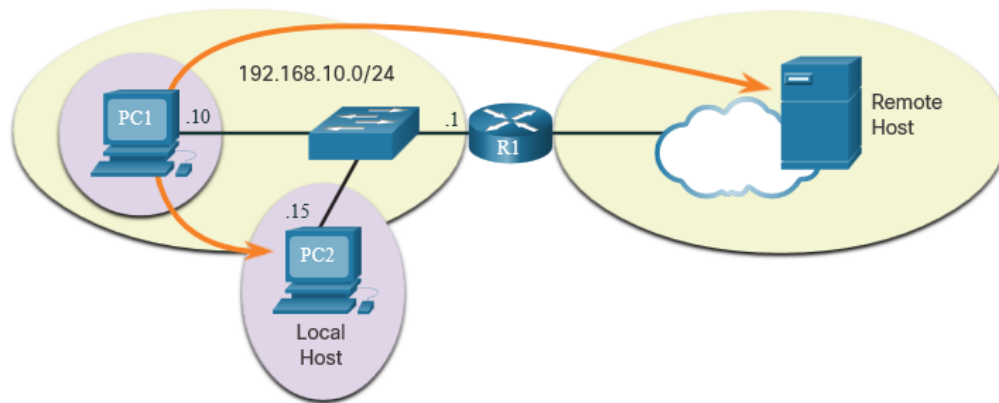
Este vídeo aborda o seguinte:

- Pacotes Ethernet IPv6 em Wireshark
- As informações de controle
- A diferença entre pacotes

# 8.4 Como um host roteia

## Decisão de encaminhamento do host

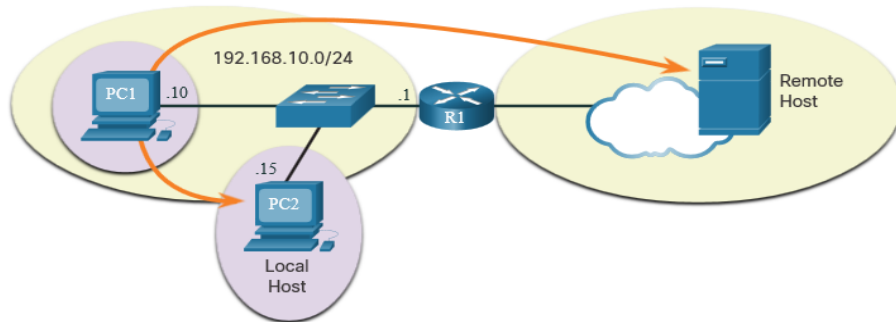
- Os pacotes são sempre criados na origem.
- Cada dispositivo host cria sua própria tabela de roteamento.
- Um host pode enviar pacotes para o seguinte:
  - Próprio — 127.0.0.1 (IPv4), ::1 (IPv6)
  - Hosts locais — o destino está na mesma LAN
  - Hosts remotos — os dispositivos não estão na mesma LAN





## Decisão de encaminhamento do host (Cont.)

- O dispositivo de origem determina se o destino é local ou remoto
- Método de determinação:
  - IPv4 — A fonte usa seu próprio endereço IP e máscara de sub-rede, juntamente com o endereço IP de destino
  - IPv6 — A fonte usa o endereço de rede e o prefixo anunciados pelo roteador local
- O tráfego local é despejado da interface do host a ser tratado por um dispositivo intermediário.
- O tráfego remoto é encaminhado diretamente para o gateway padrão na LAN.



## Gateway padrão

Um roteador ou switch de camada 3 pode ser um gateway padrão.

Recursos de um gateway padrão (DGW):

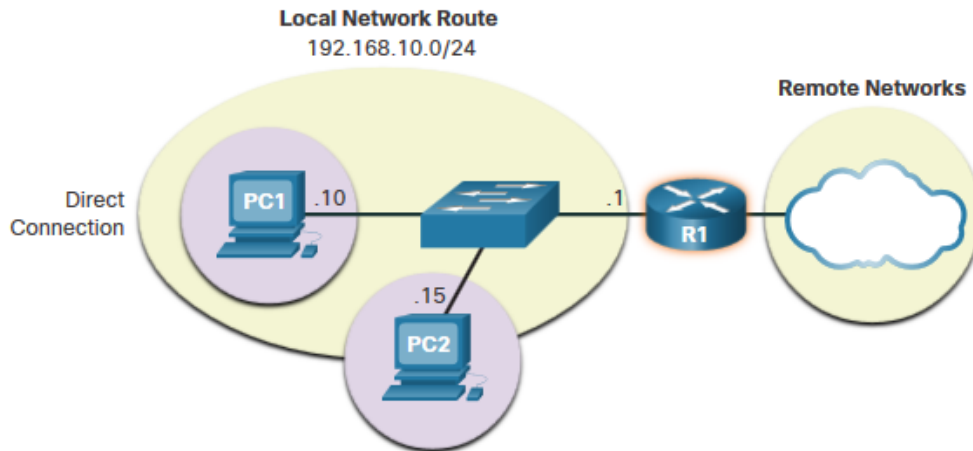
- Ele deve ter um endereço IP no mesmo intervalo que o resto da LAN.
- Ele pode aceitar dados da LAN e é capaz de encaminhar o tráfego fora da LAN.
- Ele pode rotear para outras redes.

Se um dispositivo não tiver um gateway padrão ou um gateway padrão incorreto, seu tráfego não poderá sair da LAN.

Como um host é roteia

## Um host é roteado para o gateway padrão

- O host saberá o gateway padrão (DGW) estaticamente ou por meio de DHCP no IPv4.
- O IPv6 envia o DGW através de uma solicitação de roteador (RS) ou pode ser configurado manualmente.
- Um DGW é uma rota estática que será uma rota de último recurso na tabela de roteamento.
- Todos os dispositivos na LAN precisarão do DGW do roteador se pretenderem enviar tráfego remotamente.



# Tabelas de roteamento do host

- No Windows, roteie print ou netstat -r para exibir a tabela de roteamento do PC
- Três seções exibidas por estes dois comandos:
  - Lista de interfaces — todas as interfaces potenciais e endereçamento MAC
  - Tabela de roteamento IPv4
  - Tabela de roteamento IPv6



## IPv4 Routing Table for PC1

```
C:\Users\PC1> netstat -r
```

### IPv4 Route Table

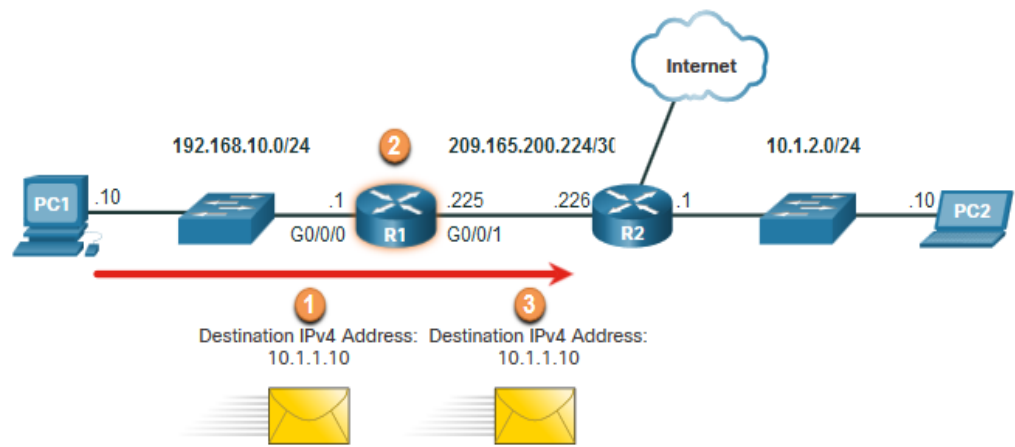
#### Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.1	192.168.10.10	25
	127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	192.168.10.0	255.255.255.0	On-link	192.168.10.10	281
	192.168.10.10	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
	192.168.10.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.10.10	281
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281

# 8.5 Introdução ao Roteamento

# Introdução à decisão de encaminhamento de pacotes do roteador de roteamento

O que acontece quando o roteador recebe o quadro do dispositivo host?



1. Packet arrives on the Gigabit Ethernet 0/0/0 interface of router R1. R1 de-encapsulates the Layer 2 Ethernet header and trailer.
2. Router R1 examines the destination IPv4 address of the packet and searches for the best match in its IPv4 routing table. The route entry indicates that this packet is to be forwarded to router R2.
3. Router R1 encapsulates the packet into a new Ethernet header and trailer, and forwards the packet to the next hop router R2.

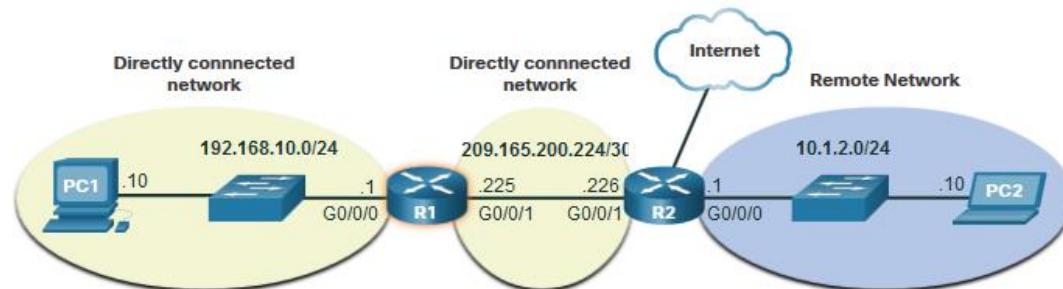
R1 Routing Table

Route	Next Hop or Exit Interface
192.168.10.0 /24	G0/0/0
209.165.200.224/30	G0/0/1
10.1.1.0/24	via R2
Default Route 0.0.0.0/0	via R2

# Introdução à Tabela de Roteamento do Roteador IP

Há três tipos de rotas na tabela de roteamento de um roteador:

- **Conexão Direta** — Essas rotas são adicionadas automaticamente pelo roteador, desde que a interface esteja ativa e tenha endereçamento.
- **Remoto** — Estas são as rotas em que o roteador não tem uma conexão direta e pode ser aprendido:
  - Manualmente — com uma rota estática
  - Dinamicamente — usando um protocolo de roteamento para que os roteadores compartilhem suas informações entre si
- **Rota Padrão** — isso encaminha todo o tráfego para uma direção específica quando não houver correspondência na tabela de roteamento

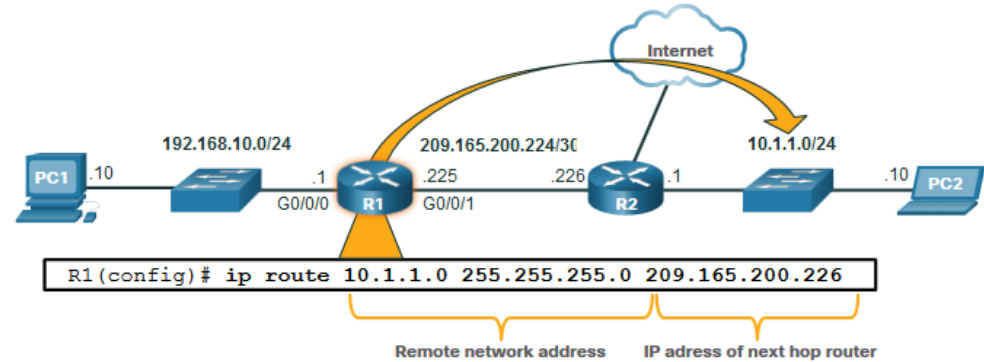


idas. Todos os direitos reservados.

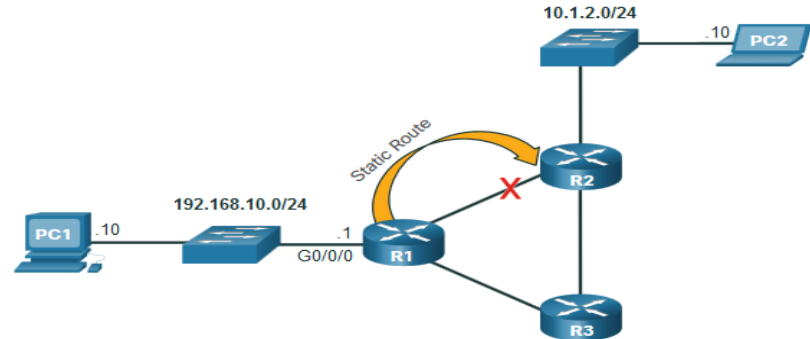
# Introdução ao Roteamento Estático de Roteamento

## Características estáticas da rota:

- Deve ser configurado manualmente
- Deve ser ajustado manualmente pelo administrador quando houver uma alteração na topologia
- Bom para pequenas redes não redundantes
- Muitas vezes usado em conjunto com um protocolo de roteamento dinâmico para configurar uma rota padrão



R1 is manually configured with a static route to reach the 10.1.1.0/24 network. If this path changes, R1 will require a new static route.



If the route from R1 via R2 is no longer available, a new static route via R3 would need to be configured. A static route does not automatically adjust for topology changes.

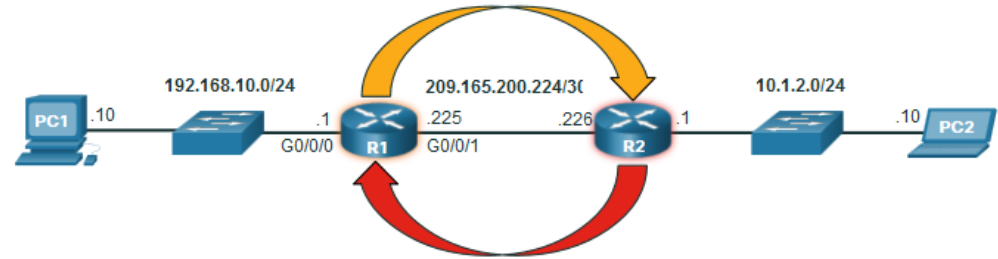


# Introdução ao Roteamento Dinâmico de Roteamento

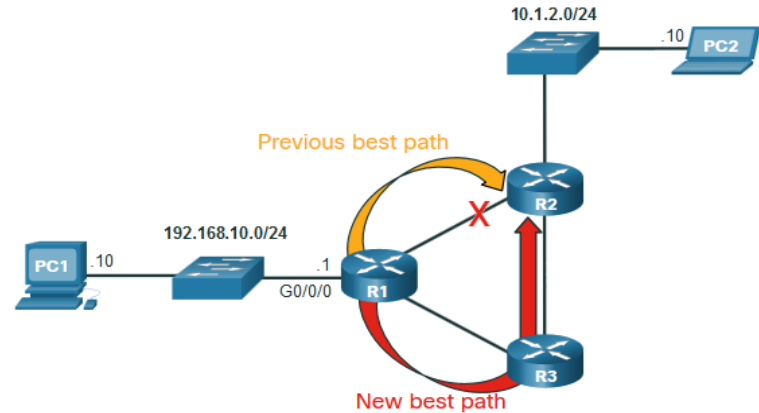
Rotas dinâmicas automaticamente:

- Descobrir redes remotas
- Manter as informações de roteamento atualizadas
- Escolher o melhor caminho para uma rede de destino
- Encontre novos caminhos melhores quando houver uma alteração de topologia

O roteamento dinâmico também pode compartilhar rotas padrão estáticas com os outros roteadores.



- R1 is using the routing protocol OSPF to let R2 know about the 192.168.10.0/24 network.
- R2 is using the routing protocol OSPF to let R1 know about the 10.1.1.0/24 network.



R1, R2, and R3 are using the dynamic routing protocol OSPF. If there is a network topology change, they can automatically adjust to find a new best path.

# Vídeo — Tabelas de Roteamento de Roteadores IPv4

Este vídeo explicará as informações na tabela de roteamento do roteador IPv4.

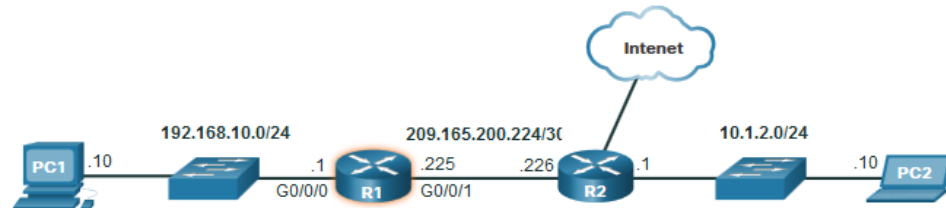
# Introdução a uma tabela de roteamento IPv4

O comando **show ip route** mostra as seguintes fontes de rota:

- **L** - Endereço IP da interface local diretamente conectado
- **C** - Rede diretamente conectada
- **S** — A rota estática foi configurada manualmente por um administrador
- **O**- OSPF
- **D**- EIGRP

Este comando mostra tipos de rotas:

- Conexão Direta - C e L
- Rotas remotas - O, D, etc.
- Rotas padrão - S \*



```
R1# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 209.165.200.226 to network 0.0.0.0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.200.226, GigabitEthernet0/0/1
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O     10.1.1.0 [110/2] via 209.165.200.226, 00:02:45, GigabitEthernet0/0/1
     192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
L     192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
     209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     209.165.200.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
L     209.165.200.225/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
R1#
```

# 8.6 - Módulo Prática e Quiz

## O que aprendi neste módulo?

- O IP é sem conexão, o melhor esforço e independente da mídia.
- O IP não garante a entrega de pacotes.
- Um cabeçalho de pacote IPv4 consiste em campos que contêm informações sobre o pacote.
- O IPv6 supera a falta de conectividade de ponta a ponta do IPv4 e o aumento da complexidade da rede.
- Um dispositivo determinará se um destino é ele próprio, outro host local e um host remoto.
- Um gateway padrão é o roteador que faz parte da LAN e será usado como porta para outras redes.
- A tabela de roteamento contém uma lista de todos os endereços de rede conhecidos (prefixos) e para onde encaminhar o pacote.
- O roteador usa máscara de sub-rede mais longa ou correspondência de prefixo.
- A tabela de roteamento tem três tipos de entradas de rota: redes conectadas diretamente, redes remotas e uma rota padrão.

