

FIAP

Networking Fundamentals and Security *- IPv6 -*

Mauro Cesar Bernardes

São Paulo, 2024

2º Semestre - 2024

8

AGOSTO

05 Início das aulas

25 e 26 Período de solicitação de todas as Avaliações Substitutivas

25 e 29 Período de vistas das Avaliações e aplicação das Avaliações Substitutivas Regulares e DP

9

SETEMBRO

07 Independência do Brasil (dia não letivo)

12

DEZEMBRO

02 a 06 Período de Aplicação dos Exames Finais

09 a 11 Período de vistas de Exame

13 Data máxima para divulgação dos resultados dos Exames Finais

17 Data-limite para solicitação de revisão de notas e faltas de 2024

19 Fechamento das atas de resultados finais

20 Término do ano letivo

25 Natal (feriado)

10

OUTUBRO

12 Nossa Senhora Aparecida (dia não letivo)

26 NEXT

11

NOVEMBRO

02 Finados (dia não letivo)

15 Proclamação da República (dia não letivo)

20 Consciência Negra (dia não letivo)

Período de Avaliação

11 Kick-off da Global Solutions

11 a 22 Período de aplicação das Avaliações Semestrais Regulares e de DP – Global Solutions

IMPORTANTE: o ano letivo só termina em 20/12, portanto, qualquer ausência antes desse dia será considerada falta letiva, sem direito a reposição de conteúdo ou avaliações. Salvo os casos previstos por lei, conforme o manual do aluno.

Após o dia 19/12, as atas de resultados finais serão lavradas e não haverá possibilidade de alteração de notas e faltas.

A Pró-reitoria Acadêmica do FIAP – Centro Universitário reserva-se o direito de alterar este calendário acadêmico, desde que razões imperiosas o exijam. A divulgação das eventuais mudanças será feita com a necessária antecedência, pela Internet e no portal do aluno.

1º checkpoint - Agosto

Agosto 2024

Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
31				1	2	3	4
32	5	6	7	8	9	10	11
33	12	13	14	15	16	17	18
34	19	20	21	22	23	24	25
35	26	27	28	29	30	31	

2º checkpoint - Setembro

Setembro 2024

Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
35							1
36	2	3	4	5	6	7	8
37	9	10	11	12	13	14	15
38	16	17	18	19	20	21	22
39	23	24	25	26	27	28	29
40	30						

Outubro 2024

Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
40		1	2	3	4	5	6
41	7	8	9	10	11	12	13
42	14	15	16	17	18	19	20
43	21	22	23	24	25	26	27
44	28	29	30	31			

3º checkpoint - Outubro

Novembro 2024

Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
44					1	2	3
45	4	5	6	7	8	9	10
46	11	12	13	14	15	16	17
47	18	19	20	21	22	23	24
48	25	26	27	28	29	30	

Plano de Aula

- **Objetivo**
 - Compreender os conceitos relacionados a IPv6
 - Compreender o funcionamento de uma rede com IPv6
 - Configurar IPv6 em uma rede de comunicação
- **Conteúdo**
 - Configuração de IPv6 e redes de comunicação
- **Metodologia**
 - Aula expositiva sobre os conceitos e desenvolvimento de atividade prática com configuração em simulador (*Packet Tracer*)

Referência para Estudo

The screenshot shows a web browser window displaying the Cisco NetAcad content hub. The page is titled "Introdução às redes" and is version 7.0. The left sidebar contains a table of contents for the IPv6 module (12). The main content area is titled "O que vou aprender neste módulo?" and includes a table of topics and objectives.

Table of Contents (Left Sidebar):

Module	Topic	Expand/Collapse
12	Endereçamento IPv6	^
12.0	Introdução	^
12.0.1	Por que devo cursar este módulo?	
12.0.2	O que vou aprender neste módulo?	
12.1	Problemas do IPv4	v
12.2	Representação do Endereço IPv6	v
12.3	Tipos de Endereço IPv6	v
12.4	Configuração Estática do GUA e do LLA	v
12.5	Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6	v
12.6	Endereçamento Dinâmico para LLAs IPv6	v
12.7	Endereços IPv6 Multicast	v
12.8	Sub-rede de uma rede IPv6	v
12.9	Módulo Prática e Quiz	v

Main Content Area:

de uma rede IPv6 é muito mais fácil. Você provavelmente não esperava isso, não é? Um Packet Tracer no final deste módulo dará a você a oportunidade de criar uma sub-rede em uma rede IPv6. Vá em frente, salte!

12.0.2

O que vou aprender neste módulo?

Título do módulo: Endereçamento IPv6

Objetivo do módulo: Implementar um esquema de endereçamento IPv6.

Título do Tópico	Objetivo do Tópico
Problemas do IPv4	Explicar a necessidade do endereçamento IPv6.
Representação do Endereço IPv6	Explicar como os endereços IPv6 são representados.
Tipos de Endereço IPv6	Comparar os tipos de endereços de rede IPv6.
Configuração Estática do GUA e do LLA	Explicar como configurar o unicast global estático e o IPv6 link-local Endereços de Rede
Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6	Explicar como configurar endereços unicast globais de forma dinâmica.
Endereçamento dinâmico para LLAs IPv6	Configurar endereços link-local dinamicamente.
Endereços multicast IPv6	Identificando Endereços IPv6
Sub-rede de uma rede IPv6	Implementando um Esquema de Endereçamento IPv6 com Sub-Redes

Estrutura da Apresentação

- A necessidade IPv6
- A origem do IPv6
- Coexistência IPv4 x IPv6
- Representação do endereço IPv6
- Tipos de Endereçamento IPv6
- Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede

A Necessidade do IPv6

- O **esgotamento de endereços IPv4** públicos tem sido o principal fator para migrar para o IPv6.
- O **IPv4** possibilita um máximo teórico de **4,3 bilhões de endereços**.
- Combinados à NAT (tradução de endereços de rede Privado X Público), os **endereços privados foram imprescindíveis para retardar** a redução do espaço de endereços IPv4.
- No entanto, NAT pode trazer impactos negativos e tem limitações que **impedem fortemente as comunicações ponto a ponto**.
- Com uma população cada vez maior na Internet, espaço de endereços IPv4 limitado, problemas com NAT e uma Internet das Coisas, chegou o momento de iniciar a transição para o IPv6.

Esgotamento IPv4



A Necessidade do IPv6

The screenshot shows a web browser window with the URL `ipv6.br/post/fim-do-ipv4/`. The page features the IPv6.br logo in the top left and a navigation menu with links like 'Cursos e Eventos', 'IPv6', 'Blog', 'Livro IPv6', 'FAQ', 'Downloads', 'Links', 'Vídeos', 'Sobre', and 'Contato'. The article title is 'ACABOUUUU: Reservas de IPv4 chegam ao fim!'. The text explains that the IPv4 address pool for Latin America and the Caribbean was exhausted on 19/8/2020. It mentions that a controlled allocation policy was implemented, allocating 5.6 million IPv4 addresses, with 4 million in Brazil. It also states that organizations with ASN and IPv4 also received IPv6 blocks, and that IPv6 usage in Brazil is expanding, representing more than 1/3 of the total volume.

Home ▸ Post ▸ **ACABOUUUU: Reservas de IPv4 chegam ao fim!**

ACABOUUUU: Reservas de IPv4 chegam ao fim!

O estoque de endereços IPv4 para a região da América Latina e o Caribe esgotou-se na data de hoje (19/8/2020).

A fase da política de alocação controlada de endereços IPv4 durante o período de iminente esgotamento encerrou-se hoje. Ela garantia, somente aos novos entrantes no mercado de Internet, que eles pudessem receber ao menos uma pequena quantidade de endereços.

No período de vigência desta política, 5.6 milhões de endereços IPv4 foram alocados, sendo mais de 4 milhões somente no Brasil.

Seguindo o previsto nesta política, todas essas organizações também receberam alocações de blocos IPv6. Com isso, mais de 96% das organizações com ASN e IPv4 também já possuem alocações de endereços IPv6. Hoje o tráfego IPv6 no Brasil está em franca expansão e já representa mais de 1/3 do volume total.

Compartilhe

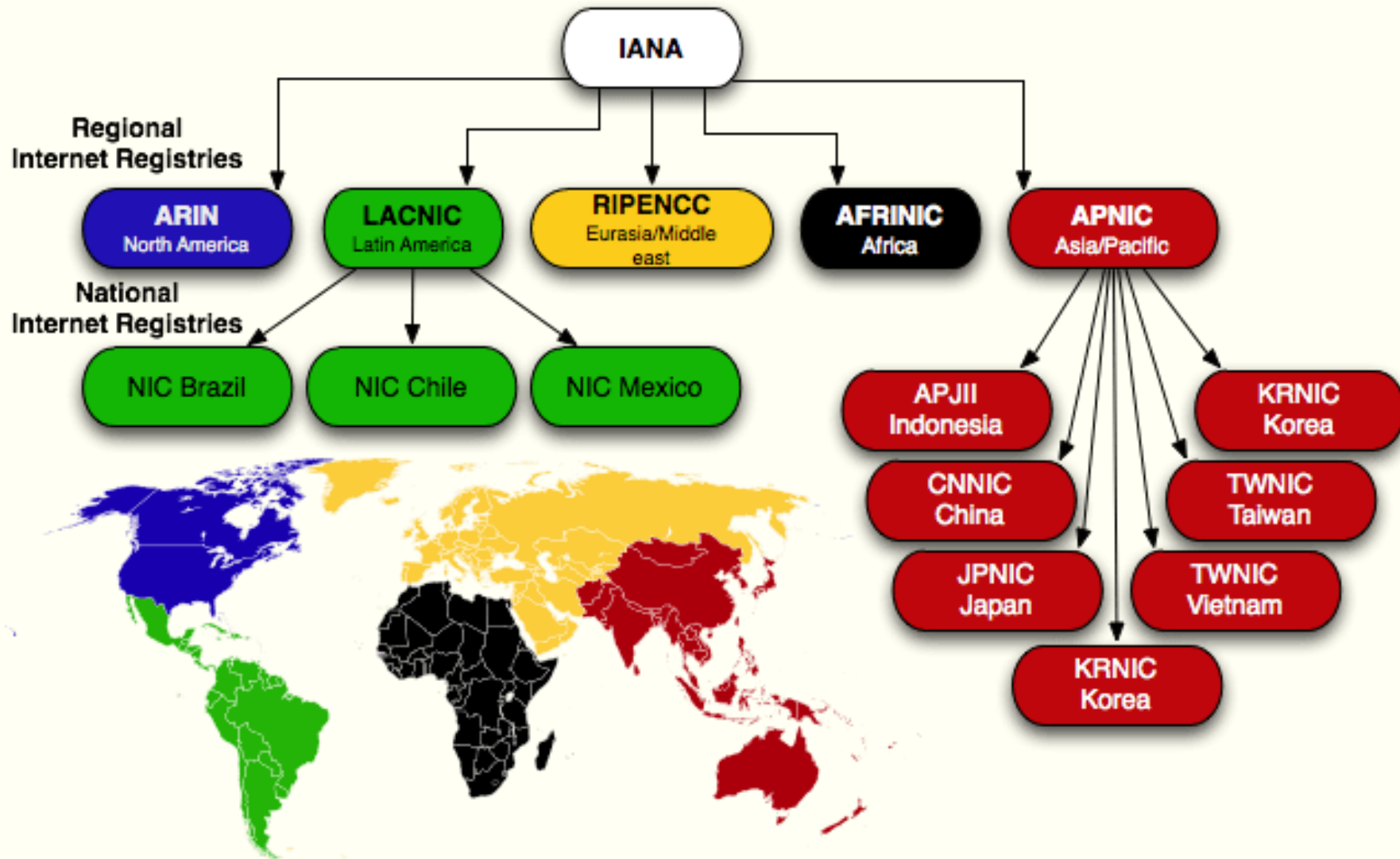
in twitter f

Busca

Pesquisar

<http://ipv6.br/post/fim-do-ipv4/>

IANA e RIRs



5 Regional Internet Registries ([RIRs](#)) foram estabelecidos para assumir a alocação e gerenciamento regional em cooperação com a IANA: **ARIN**, **LACNIC**, **RIPENCC**, **AFRINIC** e **APNIC**.

Origem do IPv6

- Projetado para ser o sucessor do **IPv4**, o **IPv6** tem um **espaço de endereços de 128 bits**, possibilitando **~340 undecilhões de endereços**.
 - Esse valor é escrito com o número **340 seguido de 36 zeros**.
- No entanto, o **IPv6** é mais do que somente uma maior possibilidade de endereços:
 - Quando a IETF começou o desenvolvimento de um sucessor para o IPv4, aproveitou para corrigir as limitações do IPv4 e incluir aprimoramentos
 - Um exemplo é o ICMPv6 (*Internet Control Message Protocol* versão 6), que inclui a resolução de endereços e a configuração automática de endereços, não encontradas no ICMP para IPv4 (ICMPv4).

Comparativo IPv4 x IPv6

	Internet Protocol version 4 (IPv4)	Internet Protocol version 6 (IPv6)
Publicação	1981	1999
Tamanho do Endereço	32-bit	128-bit
Notação	Decimal: 192.149.252.76	Hexadecimal: 3FFE:F200:0234:AB00: 0123:4567:8901:ABCD
Notação em Prefixo	192.149.0.0/24	3FFE:F200:0234::/48
Quantidade de Endereços	$2^{32} = \sim 4,294,967,296$	$2^{128} = \sim 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456$

IPv4	IPv6
Endereço de 32bits	Endereço de 128bits
Suporte opcional de IPSec	Suporte obrigatório de IPSec
Nenhuma referência a capacidade de QoS (<i>Quality of Service</i>)	Introduz capacidades de QoS utilizando para isso o campo <i>Flow Label</i>
Processo de fragmentação realizada pelo router	A fragmentação deixa de ser realizada pelos routers e passa a ser processada pelos <i>host</i> emissores
O cabeçalho inclui os campos de opção	Todos os campos de opção foram mudados para dentro do campo <i>extension header</i>
O <i>Address Resolution Protocol</i> (ARP), utiliza requisitos do tipo <i>Broadcast</i>	O ARP foi abandonado, sendo substituídos pelas mensagens <i>Neighbor Discovery</i>
<i>Internet Resolution Management Protocol</i> (IGMP) é utilizado para gerir relações locais de sub-redes	O IGMP foi substituído por mensagens <i>Multicast Listener Discovery</i>
Os Endereços de <i>Broadcast</i> são utilizados para enviar tráfego para todos os <i>host</i> de uma rede	Deixa de existir o endereço de <i>Broadcast</i> , para utilizar endereços <i>multicast</i>
O endereço tem de ser configurado manualmente	Adição de funcionalidades de autoconfiguração
Suporta pacotes de 576 bytes, passíveis de serem fragmentados	Suporta pacotes de 1280 bytes, sem fragmentação





Comparativo IPv4 x IPv6

Cabeçalhos de IPv4 e IPv6

Cabeçalho de IPv4

Versão	IHL	Tipo de serviço	Tamanho total	
Identificação			Flags	Deslocamento de fragmento
Tempo de vida	Protocolo		Soma de verificação do cabeçalho	
Endereço de origem				
Endereço de destino				
Opções			Padding	

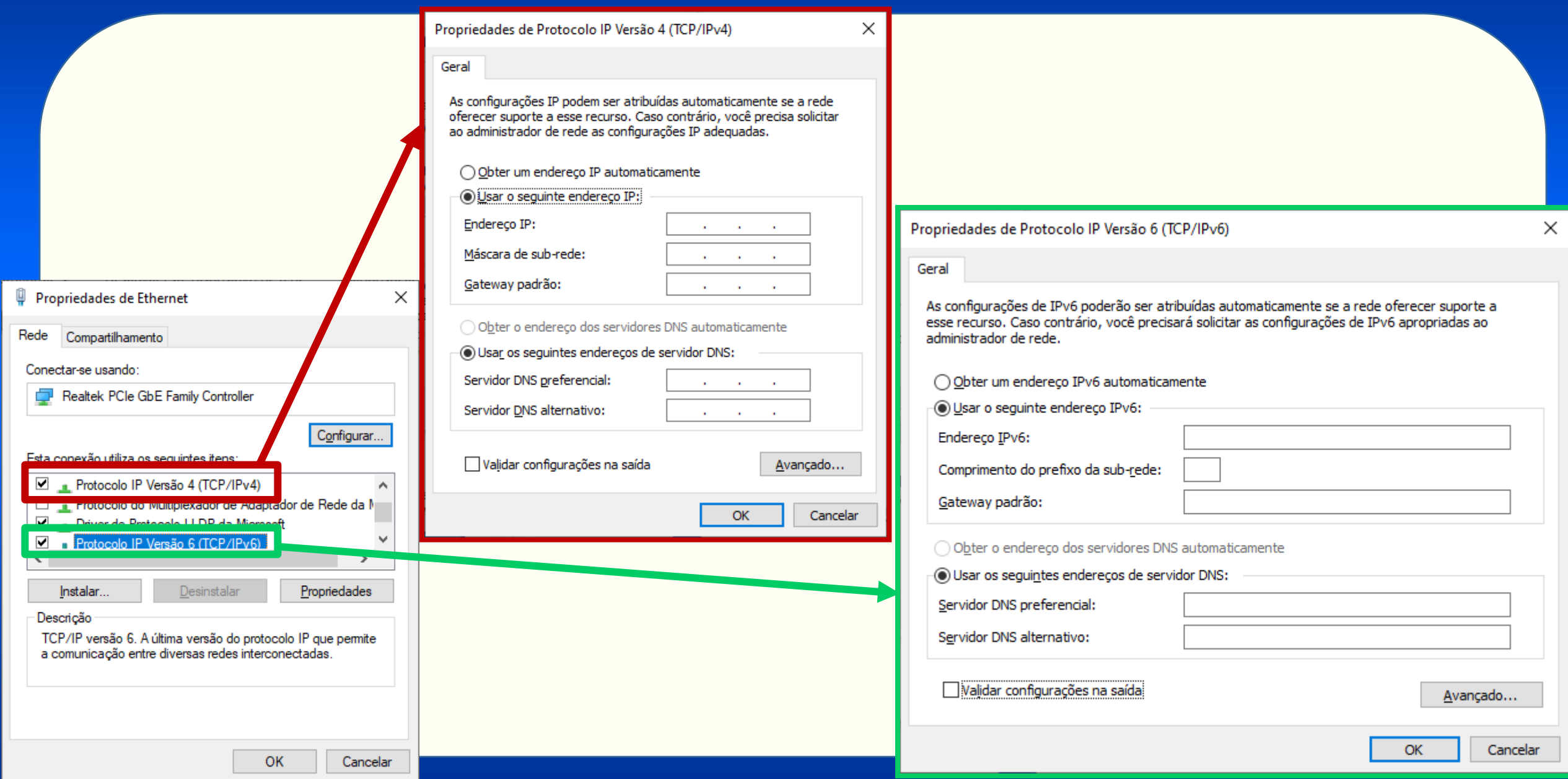
Legenda

-  - Nomes de campos mantidos do IPv4 para o IPv6
-  - Campos não mantidos no IPv6
-  - Nome e posição alterados no IPv6
-  - Novo campo no IPv6

Cabeçalho de IPv6

Versão	Classe de tráfego	Rótulo de fluxo	
Tamanho de payload		Próximo cabeçalho	Limite de saltos
Endereço de origem			
Endereço de destino			

Comparativo IPv4 x IPv6



Coexistência IPv4 x IPv6

- **Não há uma data** exata para migrar para o IPv6.
- IPv4 e IPv6 **coexistirão** durante um tempo na Internet.
- A transição deve levar anos.
- A IETF criou vários protocolos e ferramentas para ajudar os administradores de rede a migrarem as redes para IPv6.
- As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias:
 - **Pilha dupla** - Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente.
 - **Tunelamento** - Um método de transporte de pacotes IPv6 através de uma rede IPv4. O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4.
 - **Tradução**: a NAT64 (*Network Address Translation 64*) permite que os dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com os dispositivos habilitados para IPv4 usando uma técnica de tradução semelhante à NAT IPv4.

Coexistência IPv4 x IPv6

Tanto o **IPv4** como o **IPv6** coexistirão no futuro próximo e a transição levará vários anos.

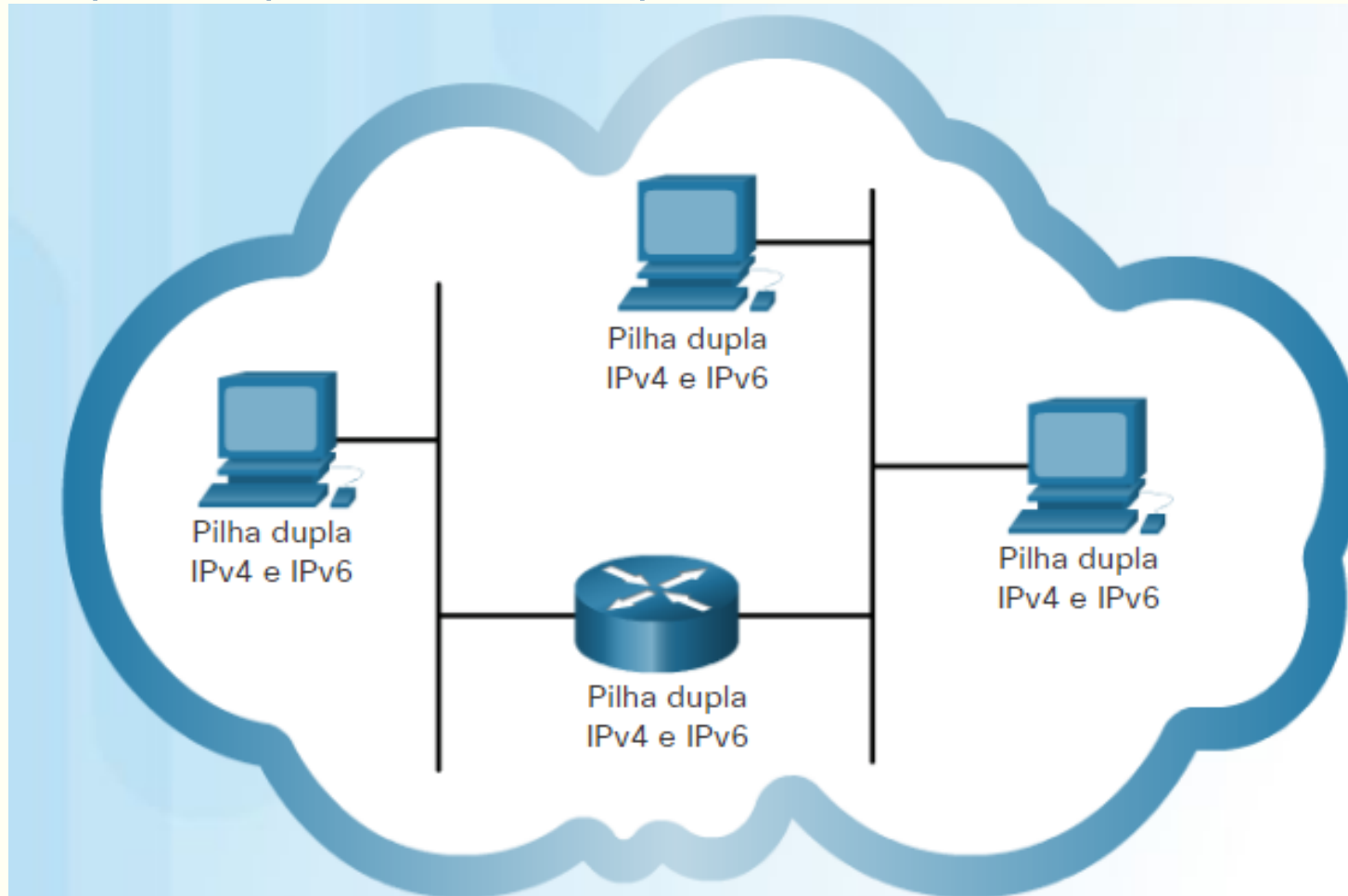
A IETF criou vários protocolos e ferramentas para ajudar os administradores de rede a migrarem as redes para IPv6. As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias:

- **Pilha dupla** - Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente.
- **Tunelamento** - Um método de transporte de pacotes IPv6 através de uma rede IPv4. O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4.
- **Tradução:** a NAT64 (*Network Address Translation 64*) permite que os dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com os dispositivos habilitados para IPv4 usando uma técnica de tradução semelhante à NAT IPv4.

Observação: O tunelamento e a tradução são para transição para IPv6 nativo e só devem ser usados quando necessário. O objetivo deve ser as comunicações IPv6 nativas da origem até o destino.

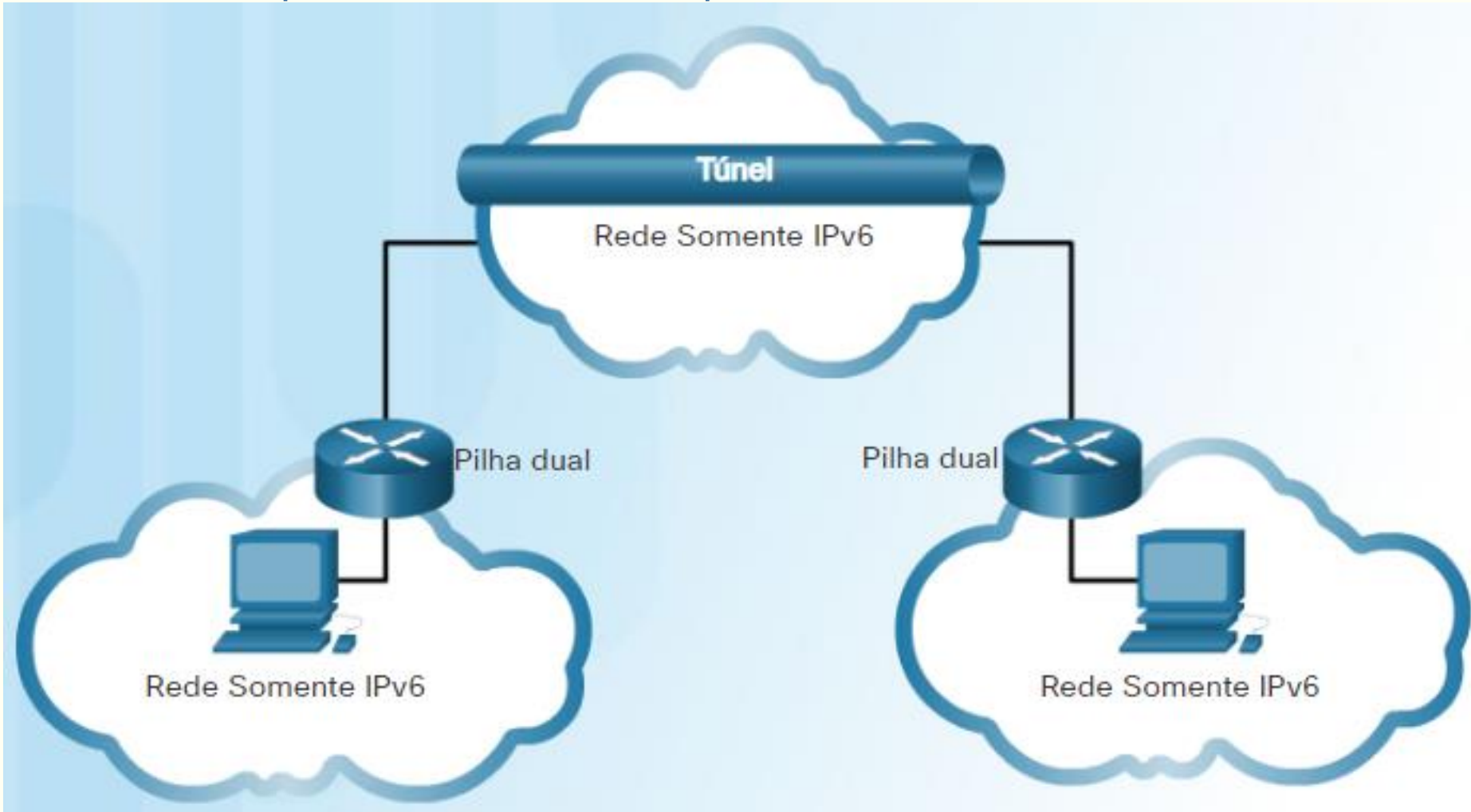
Coexistência IPv4 x IPv6 : **Pilha Dupla**

- A **Pilha dupla** permite que IPv4 e IPv6 coexistam na mesma rede.
- Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente.



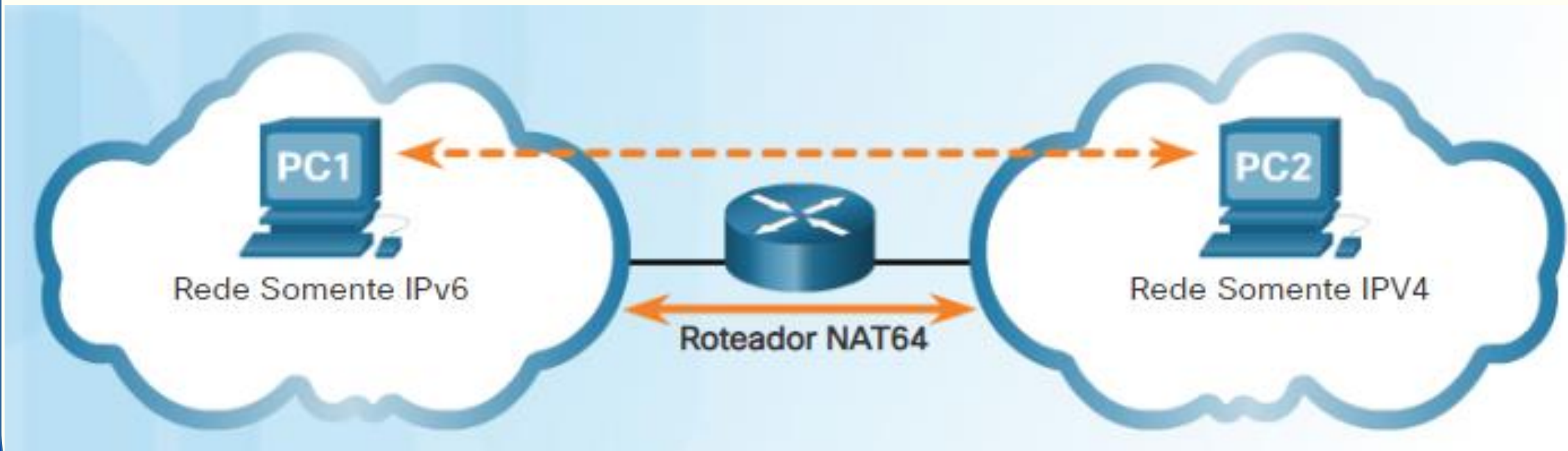
Coexistência IPv4 x IPv6 : **Tunelamento**

- **Tunelamento** é um método que permite transportar um pacote IPv6 por uma rede IPv4.
- O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4, de forma semelhante a outros tipos de dados.



Coexistência IPv4 x IPv6 : **Tradução**

- O NAT64 (**tradução de endereços** de rede 64) permite que dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com dispositivos habilitados para IPv4 por meio de uma técnica de tradução semelhante à NAT para IPv4.
- Um pacote IPv6 é convertido em um pacote IPv4, e vice-versa



Observação: tunelamento e tradução são usados apenas quando ainda não houver IPv6 fim-a-fim. O objetivo deve ser as comunicações **IPv6 nativas da origem até o destino**.

Representação do endereço IPv6: Revisão

A Figura apresenta uma revisão da relação entre decimal, binário e hexadecimal.

Decimal	Binário	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Representação do endereço IPv6

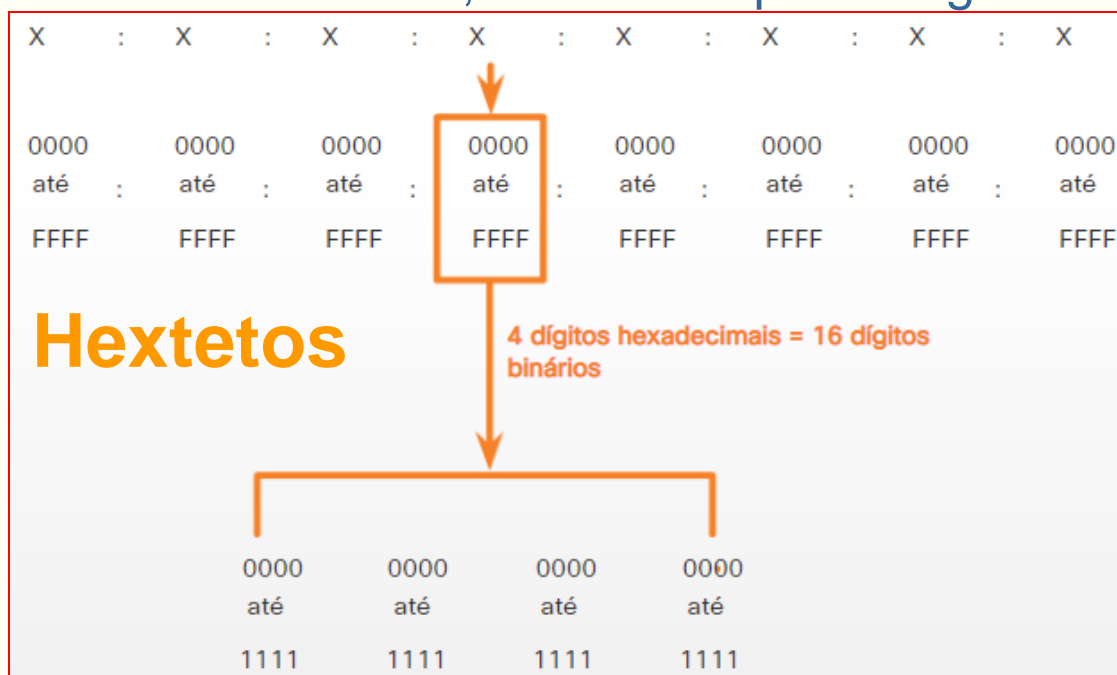
- Os **endereços IPv6 têm 128 bits** e são escritos como uma sequência de valores hexadecimais, muitas vezes chamados de **hextetos**.
- Cada 4 bits são representados por um único dígito hexadecimal, **totalizando 32 dígitos hexadecimais**, como mostra a Figura.



- Os endereços IPv6 não diferenciam maiúsculas e minúsculas e podem ser escritos tanto em minúsculas como em maiúsculas

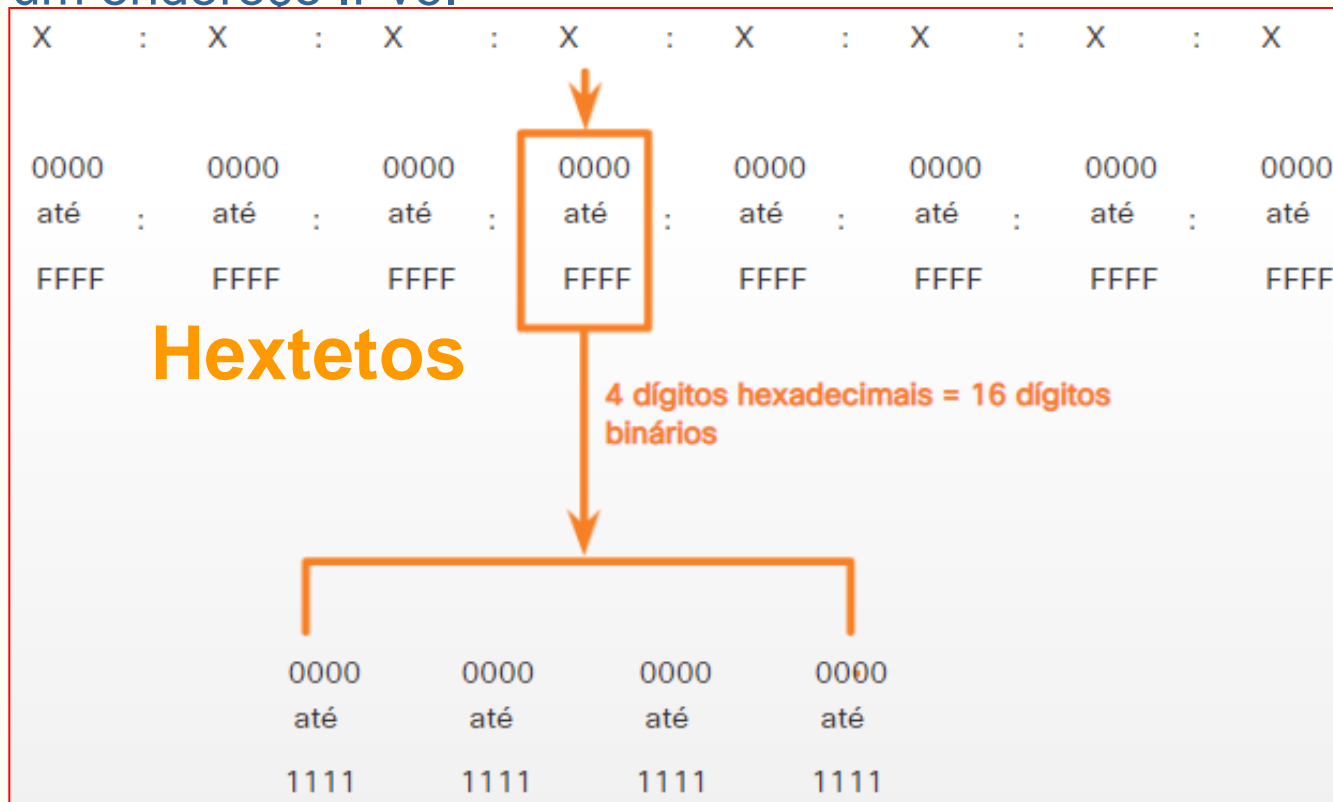
Representação do endereço IPv6: **Formato preferencial**

- Como mostrado na Figura, o **formato preferencial** para escrever um endereço IPv6 é: **x: x: x: x: x: x: x: x**, com cada “x” consistindo de quatro valores hexadecimais.
- Quando falamos de 8 bits de um endereço IPv4, usamos o termo **octeto** (um endereço IPv4 é representado 4 octetos).
- No IPv6, um **hexteto** é o termo não oficial usado para se referir a um segmento de 16 bits ou quatro valores hexadecimais (um endereço IPv6 é representado por 8 hextetos).
- Cada “x” equivale a um único **hexteto**, 16 bits ou quatro dígitos hexadecimais.



Representação do endereço IPv6: **Formato preferencial**

- **Formato preferencial** significa que o endereço IPv6 é gravado usando todos os 32 dígitos hexadecimais.
- Isso não significa necessariamente que é o método ideal para representar o endereço IPv6.
- Veremos duas regras para ajudar a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6.



Representação do endereço IPv6: **Formato preferencial**

A Figura apresenta exemplos de endereços IPv6 no formato preferencial.

32 dígitos

2001	:	0DB8	:	0000	:	1111	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
2001	:	0DB8	:	0000	:	00A3	:	ABCD	:	0000	:	0000	:	1234
2001	:	0DB8	:	000A	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0100
2001	:	0DB8	:	AAAA	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0123	:	4567	:	89AB	:	CDEF
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001	:	FF00	:	0200
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000

Representação do endereço IPv6: **Regra 1**

- **Omitir 0 à esquerda:**
 - A primeira regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é omitir os 0s (zeros) à esquerda de qualquer seção de 16 bits ou hexteto. Por exemplo:
 - **01AB** pode ser representado como **1AB**
 - **09F0** pode ser representado como **9F0**
 - **0A00** pode ser representado como **A00**
 - **00AB** pode ser representado como **AB**
 - Essa regra se aplica somente aos **0** à esquerda, e **NÃO** aos **0** à direita.
 - Caso contrário, o endereço ficaria ambíguo.
 - Por exemplo, o hexteto “**ABC**” poderia ser “**0ABC**” ou “**ABC0**”, mas essas duas representações não se referem ao mesmo valor

Representação do endereço IPv6: **Regra 1**

- As Figuras mostram vários exemplos de como a omissão dos 0 à esquerda pode ser usada para reduzir o tamanho de um endereço IPv6.
- O formato preferencial é exibido para cada exemplo.
- Observe como a omissão dos 0 à esquerda em cada exemplo resulta em uma representação menor do endereço

Preferencial	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
Nenhum 0 à esquerda	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 0

Preferencial	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
Nenhum 0 à esquerda	2001: DB8: A:1000: 0: 0: 0: 100

Preferencial	FF02:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
Nenhum 0 à esquerda	FF02: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 1

Preferencial	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
Nenhum 0 à esquerda	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 1

Preferencial	2001:0DB8:0000:A300:ABCD:0000:0000:1234
Nenhum 0 à esquerda	2001: DB8: 0:A300:ABCD: 0: 0:1234

Preferencial	FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
Nenhum 0 à esquerda	FE80: 0: 0: 0: 123:4567:89AB:CDEF

Preferencial	FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF00:0200
Nenhum 0 à esquerda	FF02: 0: 0: 0: 0: 1:FF00: 200

Preferencial	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
Nenhum 0 à esquerda	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 0

Representação do endereço IPv6: **Regra 2**

Omitir todos os segmentos 0

- A segunda regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é que o uso de dois-pontos duplo (::) pode substituir uma única sequência contígua de um ou mais segmentos de 16 bits (hextetos) compostos exclusivamente por 0.
- Os dois-pontos em dobro (::) só podem ser usados uma vez em um endereço; caso contrário, haveria mais de um endereço resultante possível.
- Quando associada à técnica de omissão dos 0 à esquerda, a notação de endereço IPv6 pode ser bastante reduzida.
- É o chamado formato compactado.
- Possíveis expansões do endereço ambíguo compactado:
 - 2001:0DB8::ABCD:0000:0000:1234
 - 2001:0DB8::ABCD:0000:0000:0000:1234
 - 2001:0DB8:0000:ABCD::1234
 - 2001:0DB8:0000:0000:ABCD::1234
- Endereço incorreto:
 - 2001:0DB8::ABCD::1234

Representação do endereço IPv6: Regra 2

- As Figuras mostram vários exemplos de como o uso de dois-pontos duplo (::) e a omissão de 0 à esquerda podem reduzir o tamanho de um endereço IPv6.

Preferencial	2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200
Nenhum 0 à esquerda	2001: DB8: 0:1111: 0: 0: 0: 200
Compactado	2001:DB8:0:1111::200

Preferencial	FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
Nenhum 0 à esquerda	FE80: 0: 0: 0: 123:4567:89AB:CDEF
Compactado	FE80::123:4567:89AB:CDEF

Preferencial	FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF00:0200
Nenhum 0 à esquerda	FF02: 0: 0: 0: 0: 1:FF00: 200
Compactado	FF02::1:FF00:200

Preferencial	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
Nenhum 0 à esquerda	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 0
Compactado	::

Preferencial	2001:0DB8:0000:0000:ABCD:0000:0000:0100
Nenhum 0 à esquerda	2001: DB8: 0: 0:ABCD: 0: 0: 100
Compactado	2001:DB8::ABCD:0:0:100
ou	
Compactado	2001:DB8:0:0:ABCD::100

Preferencial	FF02:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
Nenhum 0 à esquerda	FF02: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 1
Compactado	FF02::1

Preferencial	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
Nenhum 0 à esquerda	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 1
Compactado	::1

Exercício 1

Formato preferencial	2001	0000	0DB8	1111	0000	0000	0000	0200
Zeros à esquerda omitidos								
Formato compactado								

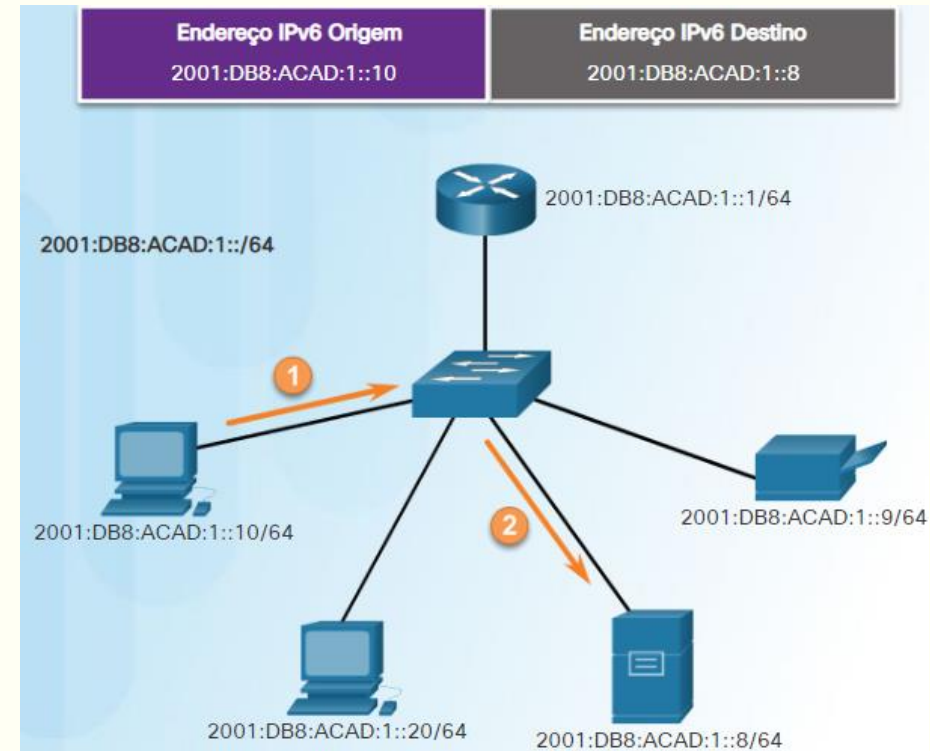
Formato preferencial	2001	0000	0DB8	1111	0000	0000	0000	0200
Zeros à esquerda omitidos	2001	0	DB8	1111	0	0	0	200
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Formato compactado	2001:0:DB8:1111::200							
	✓							

Tipos de Endereçamento IPv6

Há três tipos de endereço IPv6:

- **Unicast** – Um endereço IPv6 *unicast* identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6. Como mostrado na figura, um endereço IPv6 origem deve ser um endereço *unicast*.
- **Multicast** – Um endereço IPv6 *multicast* é usado para enviar um único pacote IPv6 para vários destinos.
- **Anycast** – Um endereço IPv6 *anycast* é qualquer endereço IPv6 *unicast* que possa ser atribuído a vários dispositivos. Um pacote enviado a um endereço de *anycast* é roteado para o dispositivo mais próximo que tenha esse endereço.

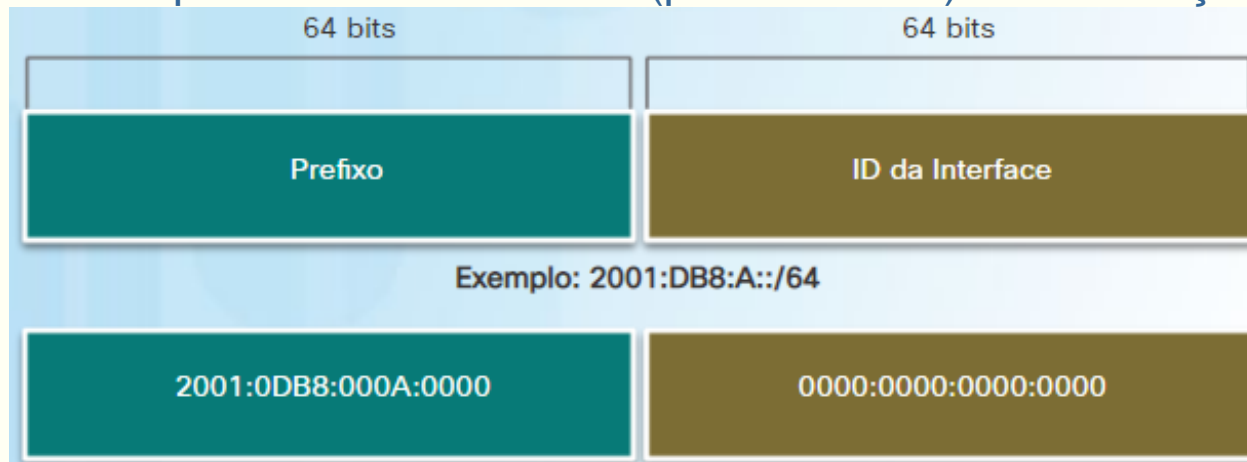
- Ao contrário do IPv4, o IPv6 não possui um endereço de *broadcast*. No entanto, há um endereço *multicast* para todos os nós IPv6 que fornece basicamente o mesmo resultado.



Representação de comunicação IPv6 **unicast**

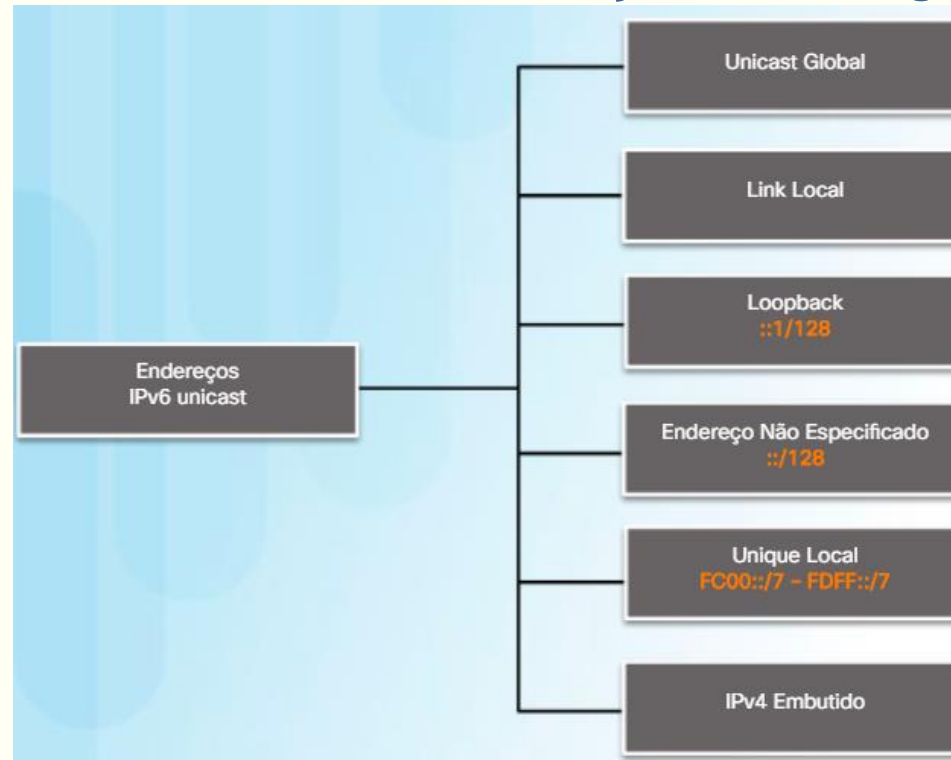
Comprimento de Prefixo

- Lembre-se de que o prefixo (a parte de rede) de um endereço IPv4 pode ser identificado pelo comprimento do prefixo (notação em barra) ou por uma máscara de sub-rede decimal com pontos. Por exemplo, o endereço IPv4 **192.168.1.10** com máscara de sub-rede decimal com pontos **255.255.255.0** é **equivalente a 192.168.1.10/24**.
- O IPv6 usa o **comprimento do prefixo** para representar a **parte de prefixo do endereço**. O IPv6 **não usa a notação de máscara de sub-rede decimal com pontos**. O comprimento do prefixo indica a parte de rede de um endereço IPv6 no formato:
endereço IPv6 / comprimento do prefixo
- O comprimento do prefixo pode variar de 0 a 128. Um comprimento do prefixo IPv6 típico para LANs e para a maioria dos outros tipos de redes é **/64**. Isso significa que o prefixo ou a parte de rede do endereço é de 64 bits, restando outros 64 bits para a ID da interface (parte de host) do endereço



Endereços IPv6 *Unicast*

- Um endereço IPv6 *unicast* identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6.
- Um pacote enviado a um endereço unicast é recebido pela interface à qual foi atribuído esse endereço. Semelhante ao IPv4, o endereço IPv6 origem deve ser um endereço *unicast*.
- O endereço IPv6 destino pode ser um endereço *unicast* ou *multicast*.
- Os tipos mais comuns de endereços IPv6 *unicast* são endereços ***unicast globais (GUA)*** e endereços ***unicast de link local***.



Endereços IPv6 *Unicast*

- **Unicast global**

- Um endereço **unicast global** é semelhante a um endereço IPv4 público. São endereços de Internet roteáveis e **globalmente exclusivos**. Os endereços *unicast* globais podem ser configurados estaticamente ou atribuídos de forma dinâmica.

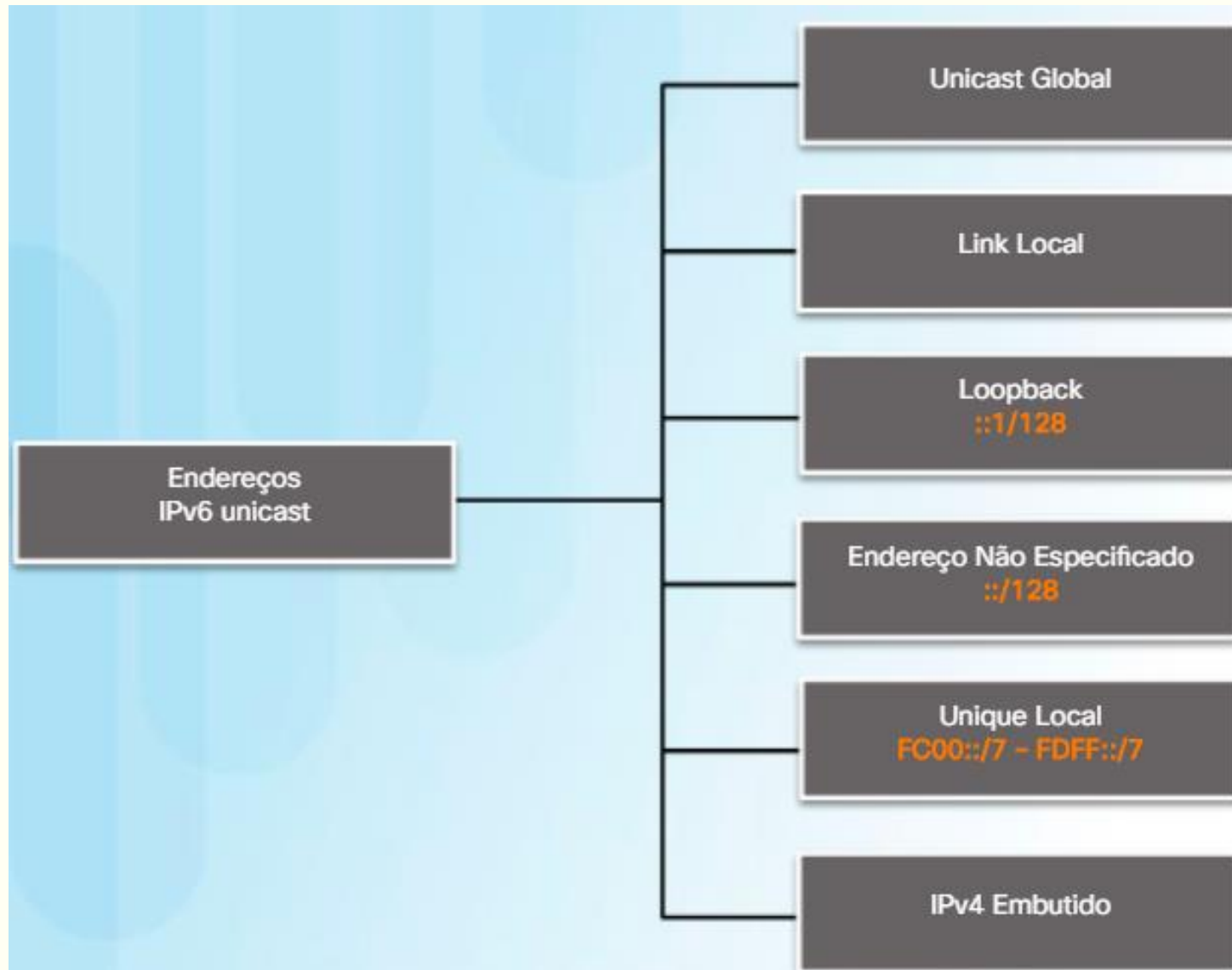
- **Link local**

- Os endereços de **link local** são usados para comunicação com outros dispositivos no mesmo link local. No IPv6, o termo *link* se refere a **uma sub-rede**. Os endereços de link local são limitados a um único link. Sua exclusividade só deve ser confirmada nesse *link*, porque eles não são roteáveis além do *link*. Em outras palavras, os roteadores não encaminham pacotes com um endereço de link local origem ou destino.

- **Unique local**

- Outro tipo de endereço *unicast* é o endereço **unicast unique local**. Os endereços *IPv6 unique local* têm alguma semelhança com endereços privados do RFC 1918 para o IPv4, mas há diferenças significativas também. Os endereços **unique local** são utilizados para endereçamento local dentro de um site ou entre um número limitado de sites. Esses endereços não devem ser roteados no IPv6 global nem traduzidos para um endereço **IPv6 global**. Os endereços **unique local** estão no intervalo de **FC00::/7** a **FDEF::/7**.

Endereços IPv6 *Unicast*

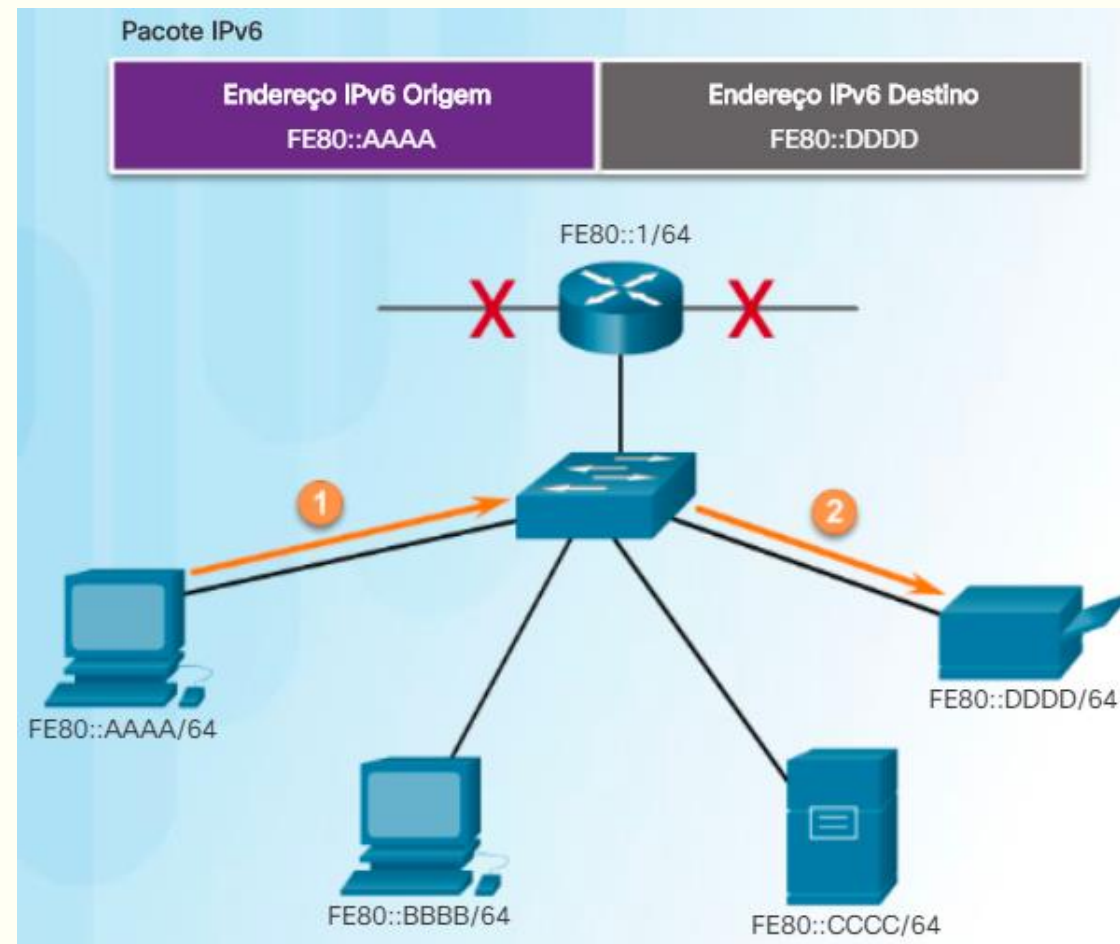


Endereços IPv6 *Unicast*

- No IPv4, os endereços privados são combinados com **NAT/PAT** para fazer uma tradução de endereços vários para um, **privados** para **públicos**.
- Isso ocorre devido à **disponibilidade limitada do espaço de endereços IPv4**.
- Muitos locais usam a natureza privada de endereços da RFC 1918 (endereços IP privados) para proteger sua rede contra possíveis riscos à segurança ou ocultá-la. No entanto, essa nunca foi a finalidade dessas tecnologias.
- A IETF sempre recomendou que os *sites* tomassem as devidas precauções de segurança em seu roteador de Internet.
- Os endereços **unique local** podem ser usados para dispositivos que nunca precisarão ou terão acesso por outra rede

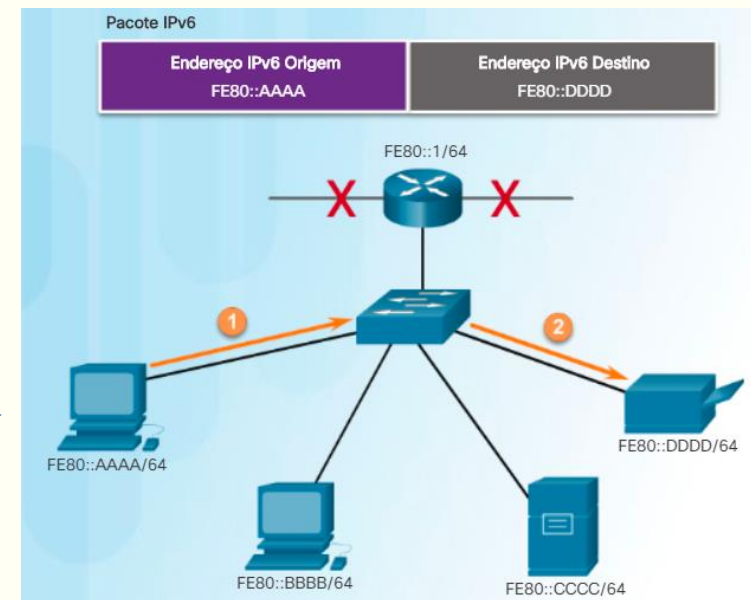
Endereços IPv6 *Unicast* de Link Local

- Um endereço IPv6 de *link local* permite que um dispositivo se comunique com outros dispositivos habilitados para IPv6 no **mesmo link** e **somente nesse link** (sub-rede).
- Os pacotes com endereço de *link local* origem ou destino **não podem ser roteados** além do *link* de onde o pacote foi originado.
- A Figura mostra um exemplo de comunicação usando endereços IPv6 de *link local*.



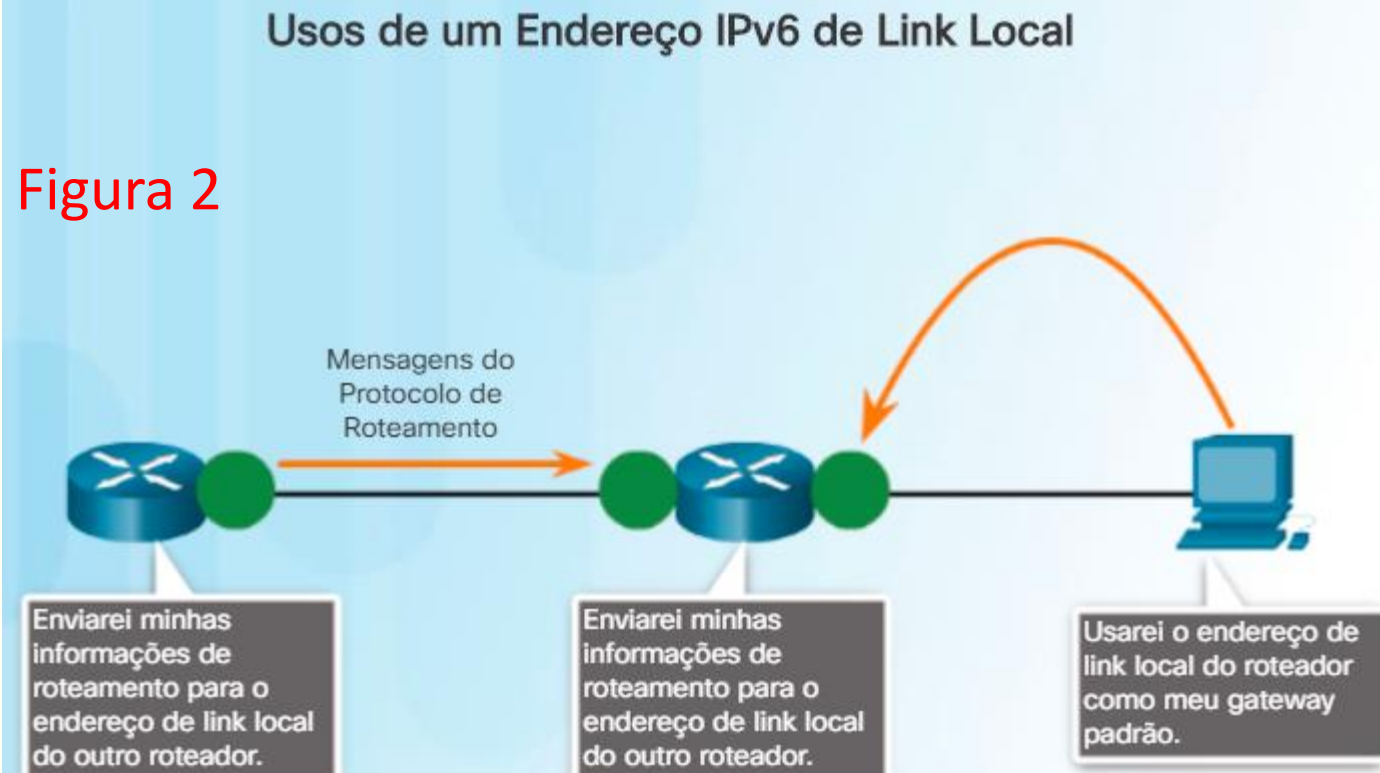
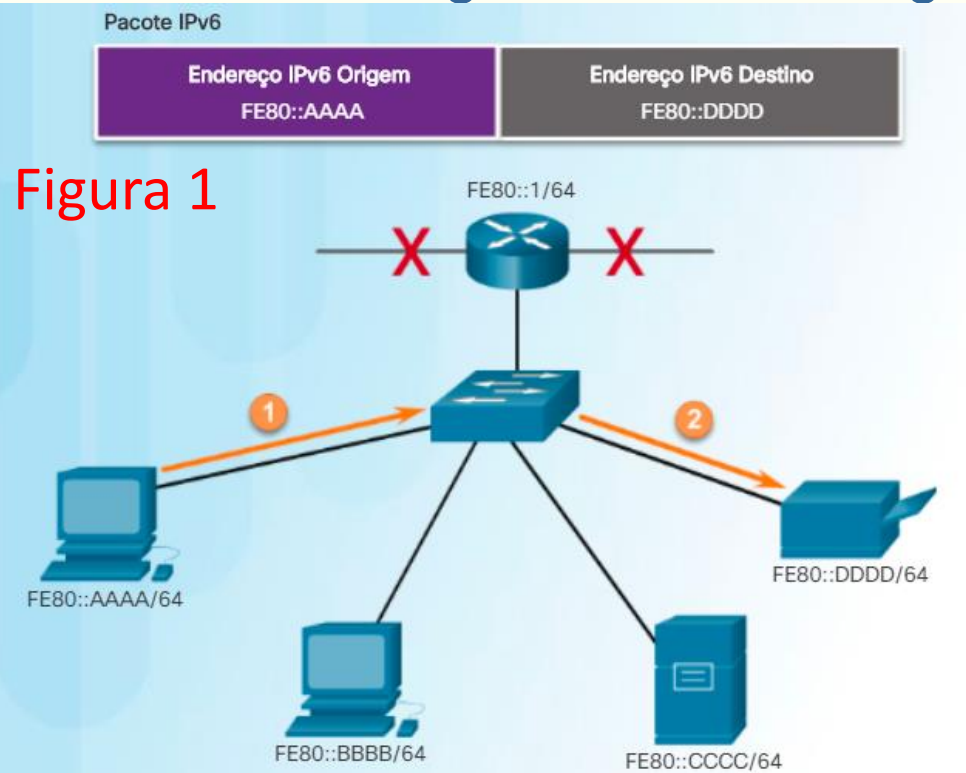
Endereços IPv6 *Unicast* de Link Local

- O endereço *unicast global* não é um requisito.
- No entanto, cada interface de rede habilitada para IPv6 precisa ter um endereço de link local.
- Se um endereço de link local não estiver configurado manualmente em uma interface, o dispositivo criará automaticamente um próprio, **sem se comunicar com um servidor DHCP**.
- Os hosts habilitados para IPv6 criarão um endereço IPv6 de *link local mesmo que não tenha sido atribuído* um endereço *IPv6 unicast global* ao dispositivo.
- Isso permite que dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com outros dispositivos semelhantes na mesma sub-rede.
- Isso inclui a comunicação com o *gateway* padrão (roteador).

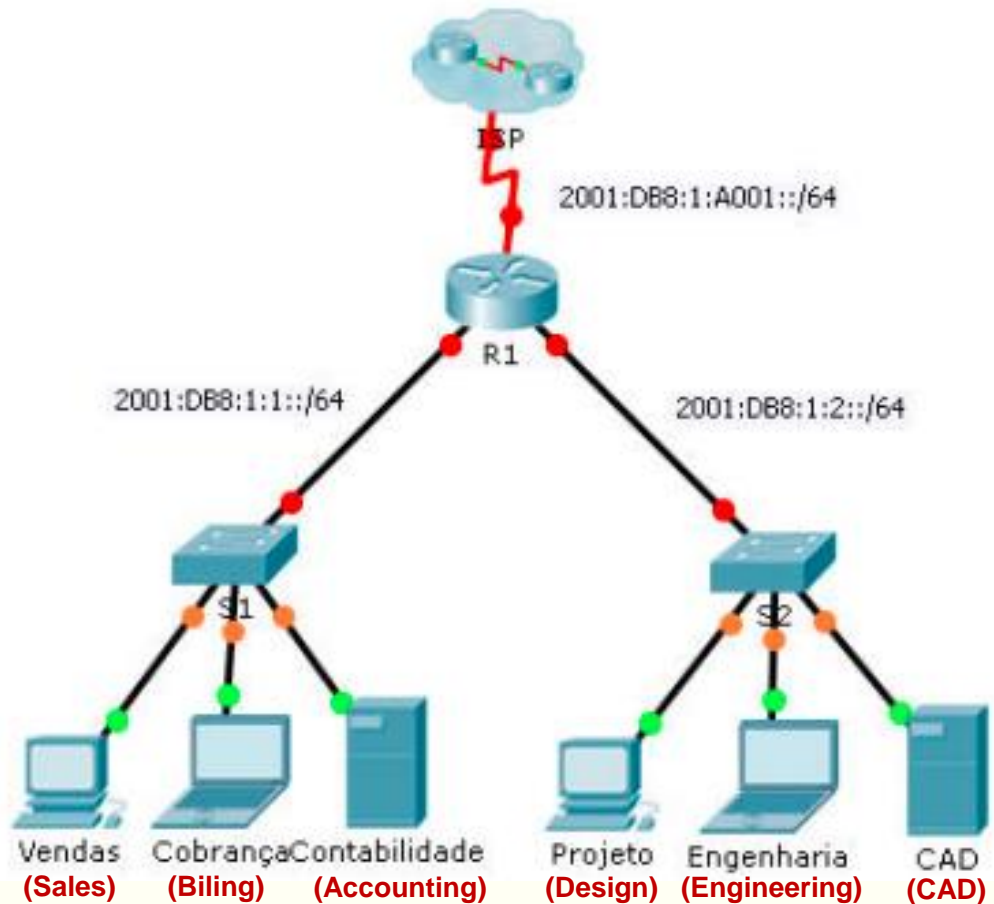


Endereços IPv6 *Unicast* de Link Local

- Os endereços IPv6 de *link local* estão no intervalo **FE80::/10**. O /10 indica que os primeiros 10 bits são **1111 1110 10xx xxxx**. O primeiro hexteto tem um intervalo de **1111 1110 1000 0000 (FE80)** a **1111 1110 1011 1111 (FEBF)**
- A Figura 1 mostra um exemplo de comunicação usando endereços IPv6 de *link local* e a Figura 2 mostra alguns dos usos de endereços IPv6 de *link local*.



Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Arquivo:

2oSemestre08ConfiguringIPv6Address.pkt

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede

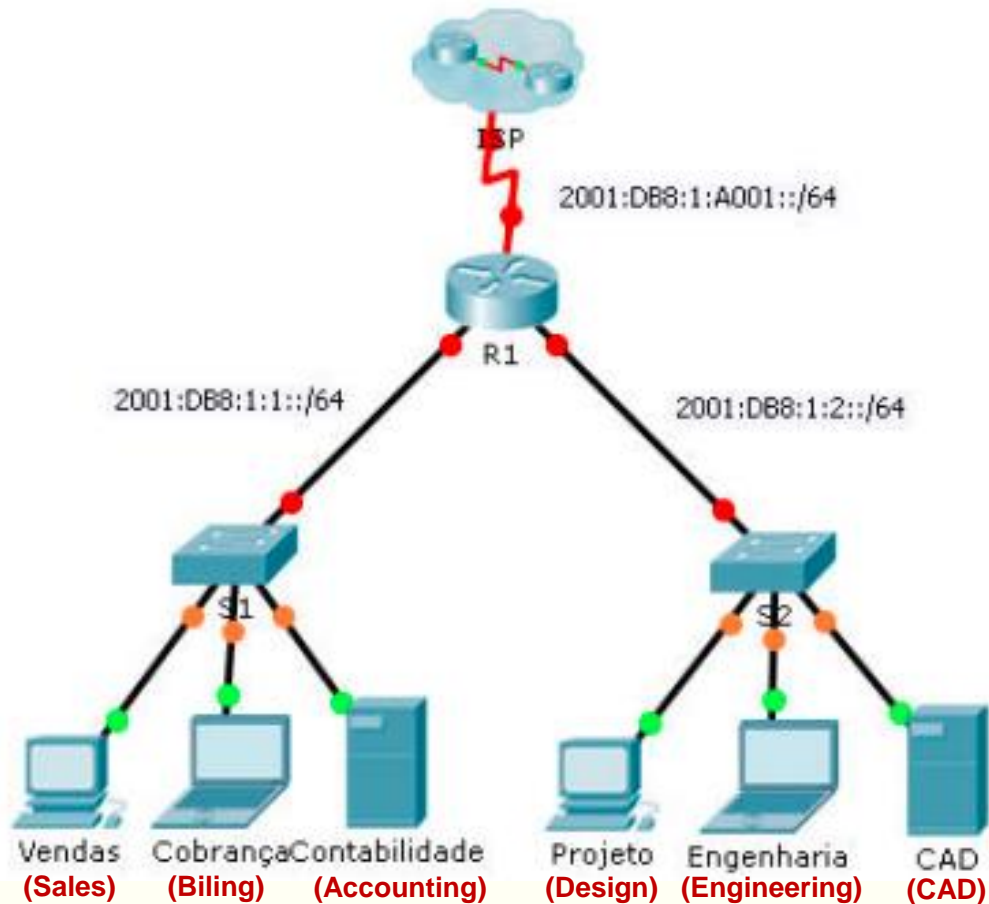
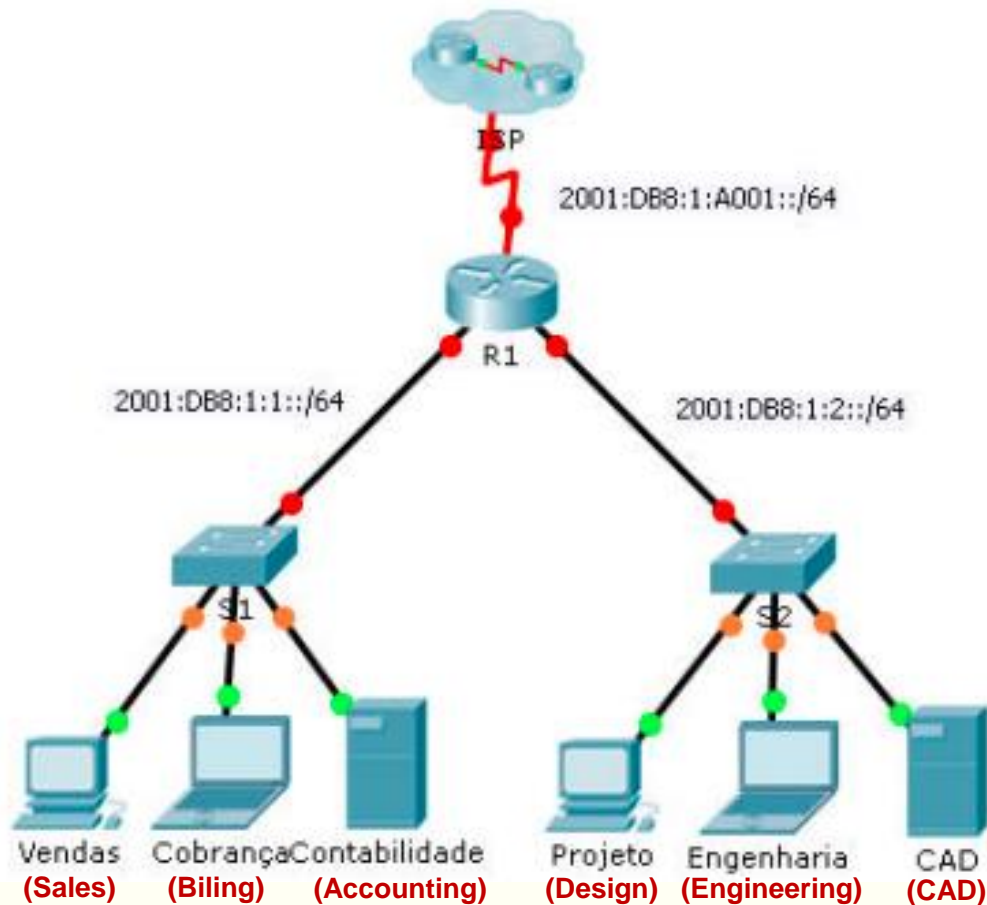


Tabela de Endereçamento

Dispositivo	Interface	Endereço IPv6/Prefixo	Gateway Padrão
R1	G0/0	2001:DB8:1:1::1/64	N/D
	G0/1	2001:DB8:1:2::1/64	N/D
	S0/0/0	2001:DB8:1:A001::2/64	N/D
	Link local	FE80::1	N/D
Sales	NIC	2001:DB8:1:1::2/64	FE80::1
Billing	NIC	2001:DB8:1:1::3/64	FE80::1
Accounting	NIC	2001:DB8:1:1::4/64	FE80::1
Design	NIC	2001:DB8:1:2::2/64	FE80::1
Engineering	NIC	2001:DB8:1:2::3/64	FE80::1
CAD	NIC	2001:DB8:1:2::4/64	FE80::1

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Parte 1: Configurar o Endereçamento IPv6 no Roteador

Etapa 1: Habilite o roteador para encaminhar pacotes IPv6.

- Insira o comando de configuração global `ipv6 unicast-routing`. Esse comando deve ser configurado para permitir que o roteador encaminhe pacotes IPv6. Esse comando será discutido em um semestre posterior.

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

Etapa 2: Configure o endereçamento IPv6 em GigabitEthernet0/0.

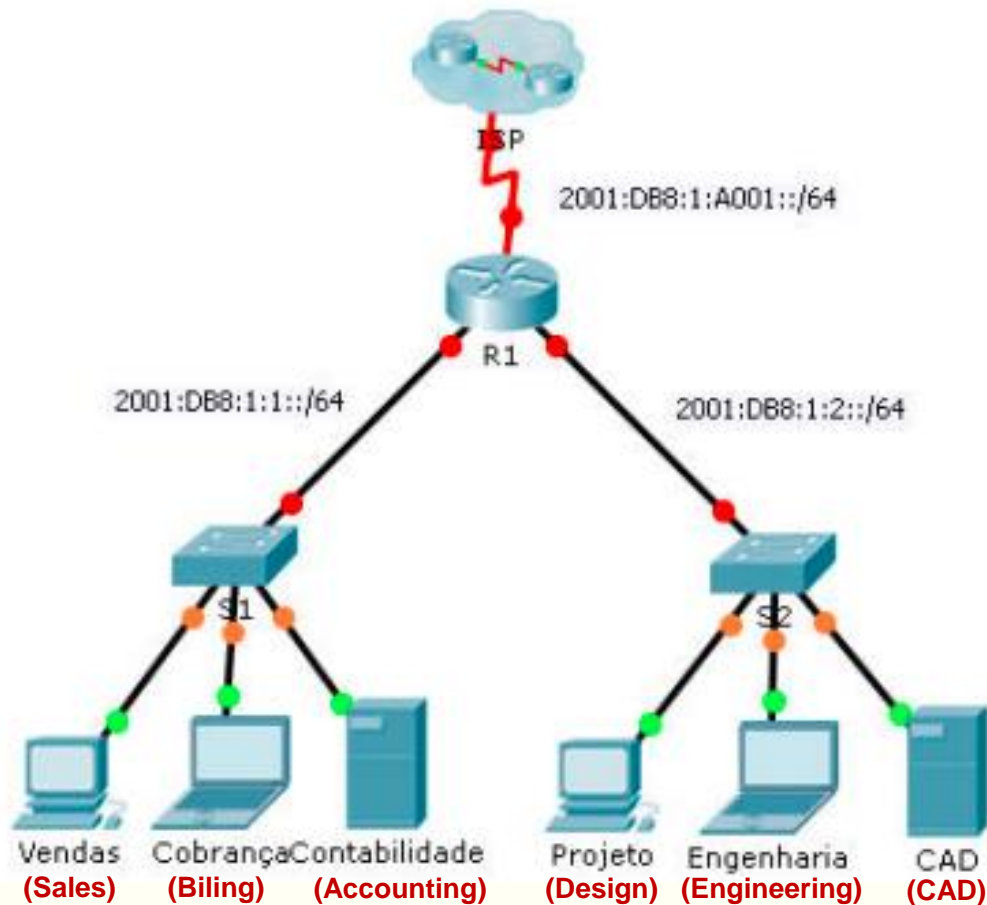
- Clique em R1 e depois na guia CLI. Pressione Enter.
- Entre no modo EXEC privilegiado.
- Insira os comandos necessários para fazer a transição para o modo de configuração de interface de GigabitEthernet0/0.
- Configure o endereço IPv6 com o seguinte comando:

```
R1(config-if)# ipv6 address 2001:DB8:1:1::1/64
```
- Configure o endereço IPv6 de link local com o seguinte comando:

```
R1(config-if)# ipv6 address FE80::1 link-local
```
- Ative a interface.

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede

Etapas 1 e 2 da Parte 1 (slide anterior)



```
R1>
R1>
R1>
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ipv6 unicast-routing
R1(config)#interface gig0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64
R1(config-if)#ipv6 address FE80::1 link-local
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0,
changed state to up

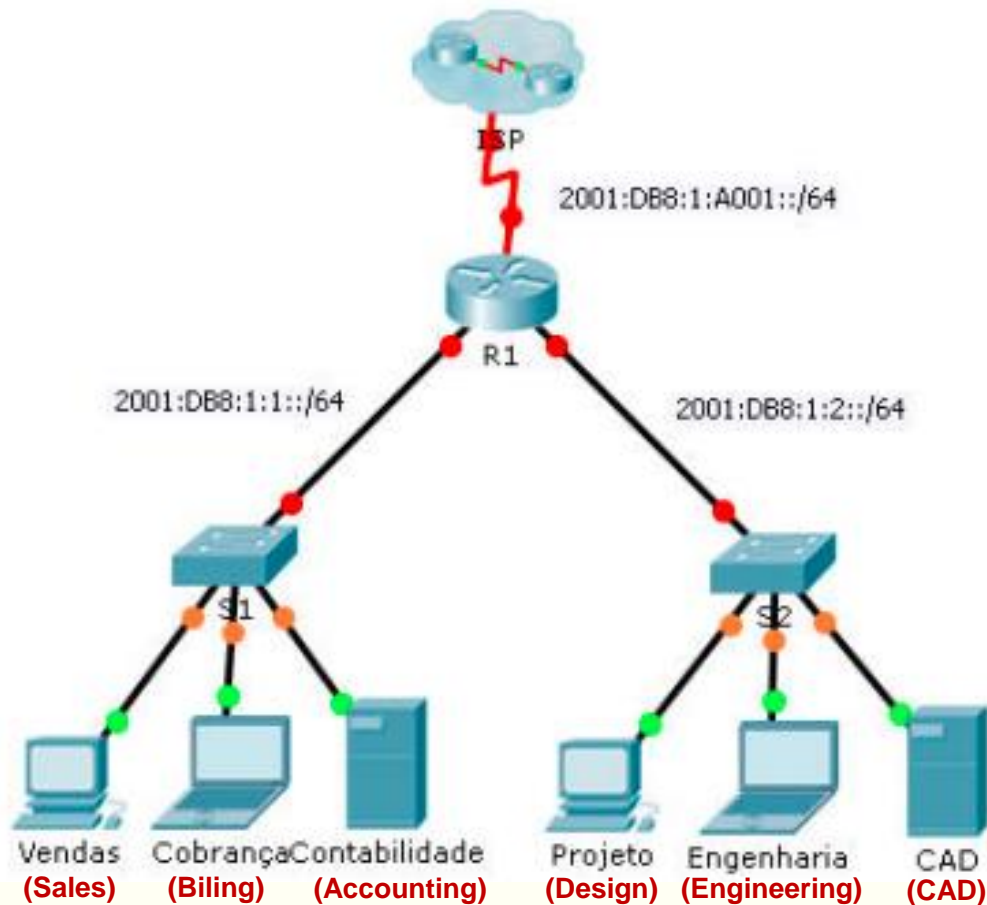
R1(config-if)#
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

☐ Top

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



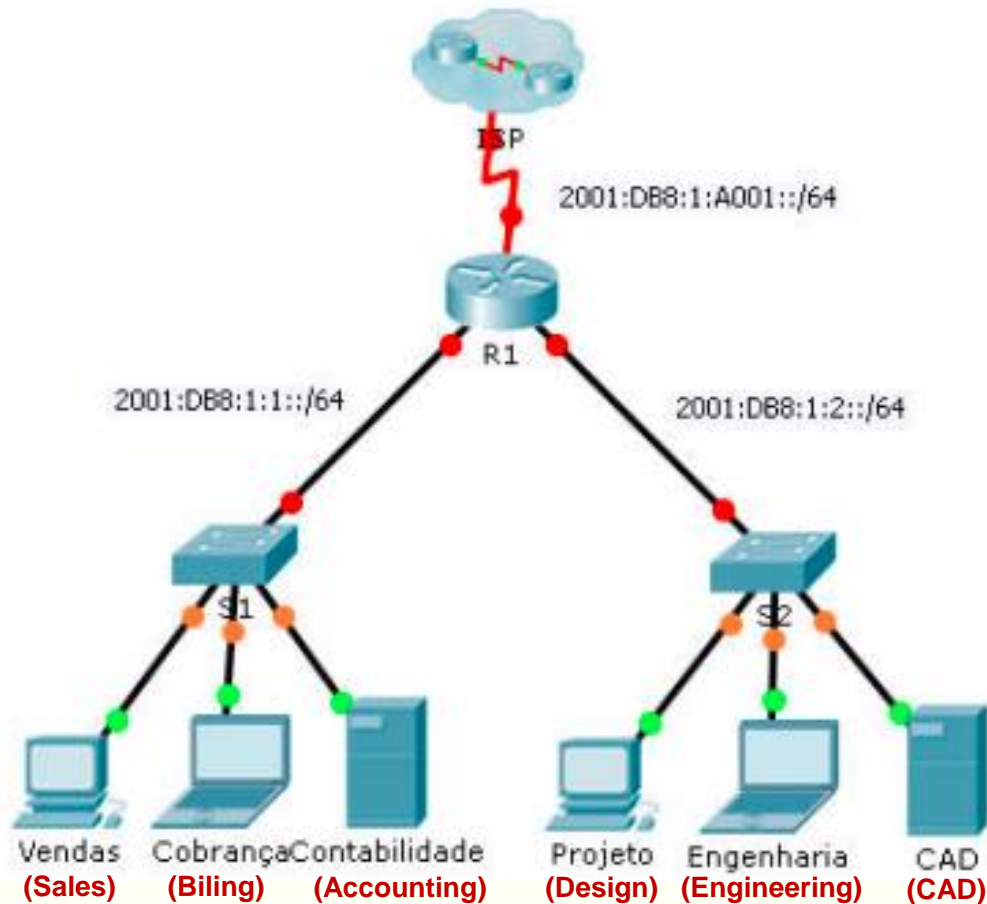
Etapa 3: Configure o endereçamento IPv6 em GigabitEthernet0/1.

- Insira os comandos necessários para fazer a transição para o modo de configuração de interface de GigabitEthernet0/1.
- Consulte a **Tabela de Endereçamento** para obter o endereço IPv6 correto.
- Configure o endereço IPv6 e o endereço de link local e ative a interface.

Etapa 4: Configure o endereçamento IPv6 em Serial0/0/0.

- Insira os comandos necessários para fazer a transição para o modo de configuração de interface de Serial0/0/0.
- Consulte a **Tabela de Endereçamento** para obter o endereço IPv6 correto.
- Configure o endereço IPv6 e o endereço de link local e ative a interface.

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Etapas 3 e 4 Parte 1 (slide anterior)

```
R1
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

R1(config-if)#
R1(config-if)#interface gig0/1
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:2::1/64
R1(config-if)#ipv6 address FE80::1 link-local
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1,
changed state to up

R1(config-if)#interface se0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:A001::2/64
R1(config-if)#ipv6 address FE80::1 link-local
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up

Ctrl+F6 to exit CLI focus
Copy Paste
Top
```

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede

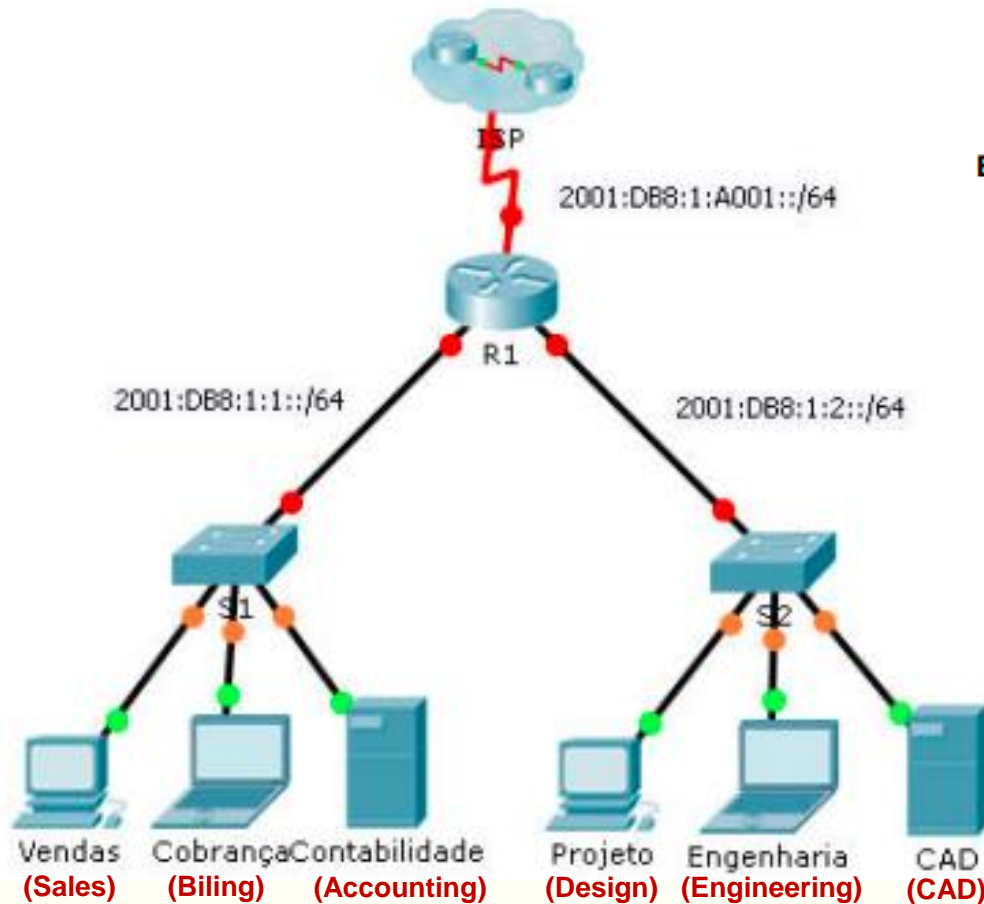
Parte 2: Configurar o Endereçamento IPv6 em Servidores

Etapa 1: Configure o endereçamento IPv6 no servidor Accounting (Contabilidade).

- Clique em **Accounting** (Contabilidade) e na guia **Desktop > IP Configuration** (Configuração de IP).
- Defina **IPv6 Address** (Endereço IPv6) como **2001:DB8:1:1::4** com o prefixo **/64**.
- Defina **IPv6 Gateway** (Gateway IPv6) como o endereço de link local, **FE80::1**.

Etapa 2: Configure o endereçamento IPv6 no servidor CAD.

Repita as etapas 1a a 1c no servidor **CAD**. Consulte o endereço IPv6 na Tabela de Endereçamento.



Contabilidade

Physical Config Services **Desktop** Programming Attributes

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address /

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication

☐ Top

CAD

Physical Config Services **Desktop** Programming Attributes

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address /

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

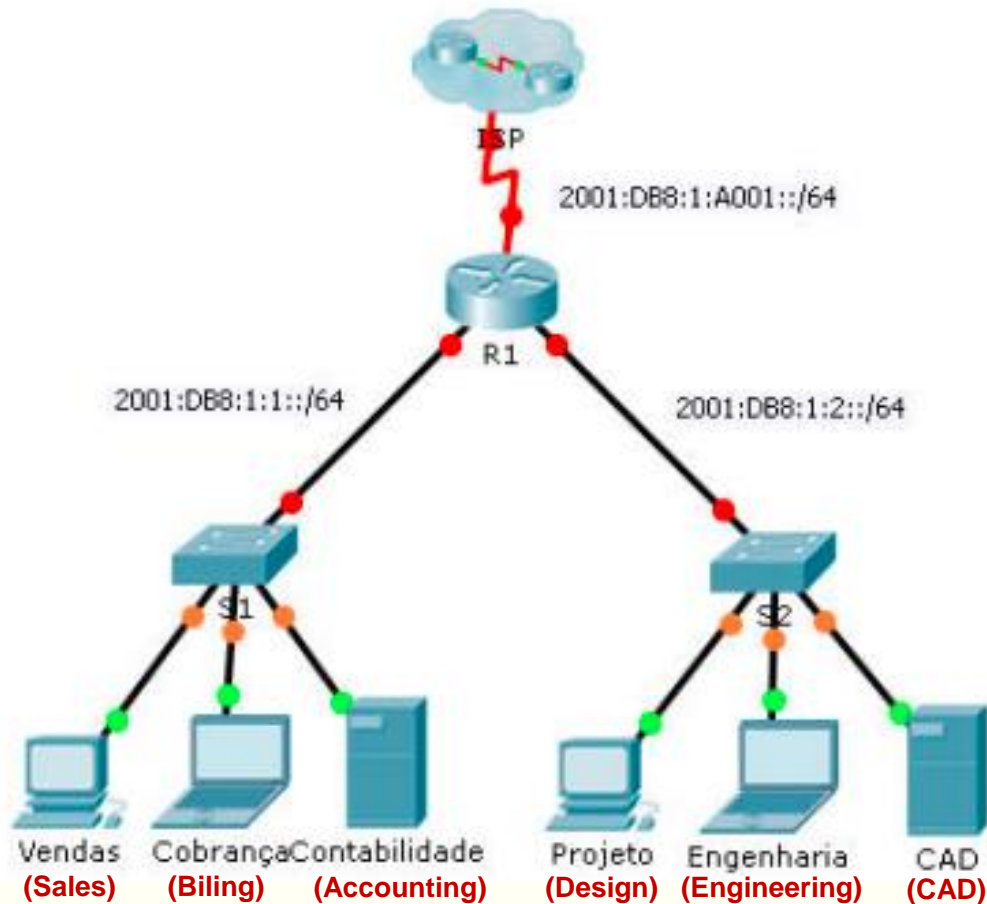
802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication

☐ Top

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Parte 3: Configurar o Endereçamento IPv6 em Clientes

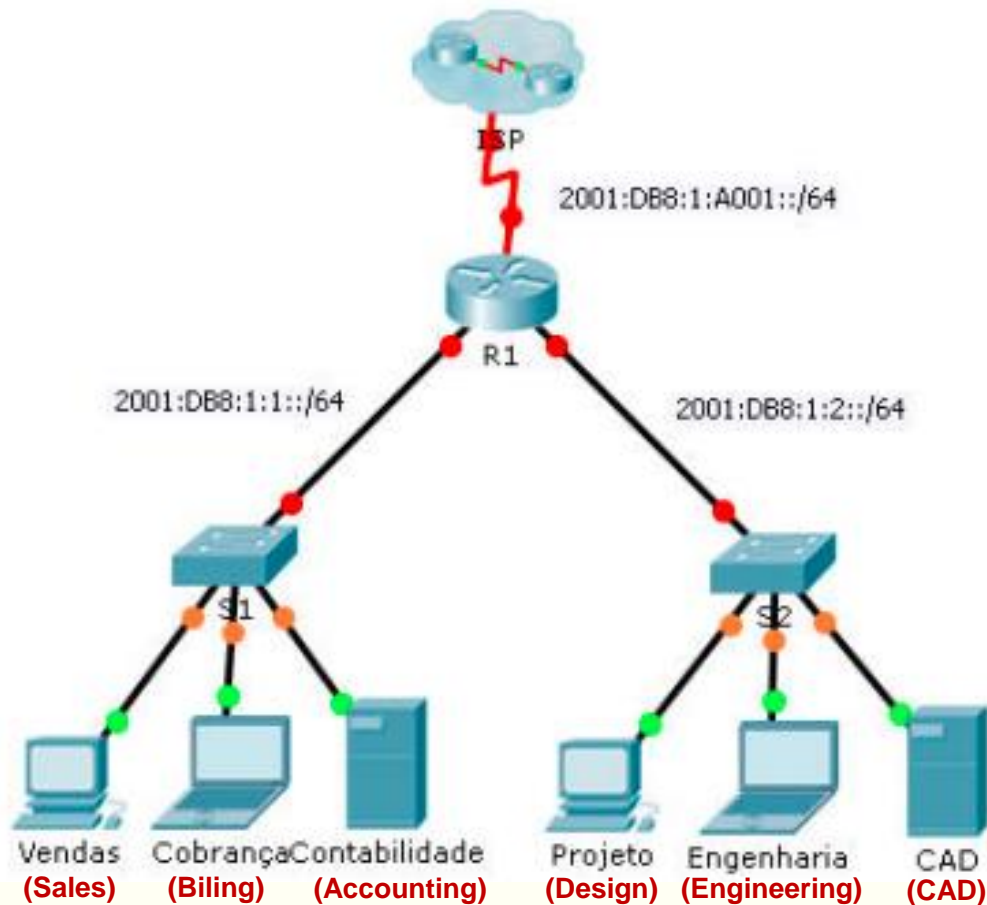
Etapa 1: Configure o endereçamento IPv6 nos clientes Sales (Vendas) e Billing (Cobrança).

- Clique em **Billing** (Cobrança) e selecione a guia **Desktop** seguida de **IP Configuration** (Configuração de IP).
- Defina **IPv6 Address** (Endereço IPv6) como **2001:DB8:1:1::3** com o prefixo **/64**.
- Defina **IPv6 Gateway** (Gateway IPv6) como o endereço de link local, **FE80::1**.
- Repita as etapas 1a a 1c para **Sales** (Vendas). Consulte o endereço IPv6 na Tabela de Endereçamento.

Etapa 2: Configure o endereçamento IPv6 nos clientes Design (Projeto) e Engenharia (Engenharia).

- Clique em **Engineering** (Engenharia) e selecione a guia **Desktop** seguida de **IP Configuration** (Configuração de IP).
- Defina **IPv6 Address** (Endereço IPv6) como **2001:DB8:1:2::3** com o prefixo **/64**.
- Defina **IPv6 Gateway** (Gateway IPv6) como o endereço de link local, **FE80::1**.
- Repita as etapas 1a a 1c para **Design** (Projeto). Consulte o endereço IPv6 na Tabela de Endereçamento.

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Parte 4: Testar e Verificar a Conectividade da Rede

Etapa 1: Abra as páginas Web do servidor nos clientes.

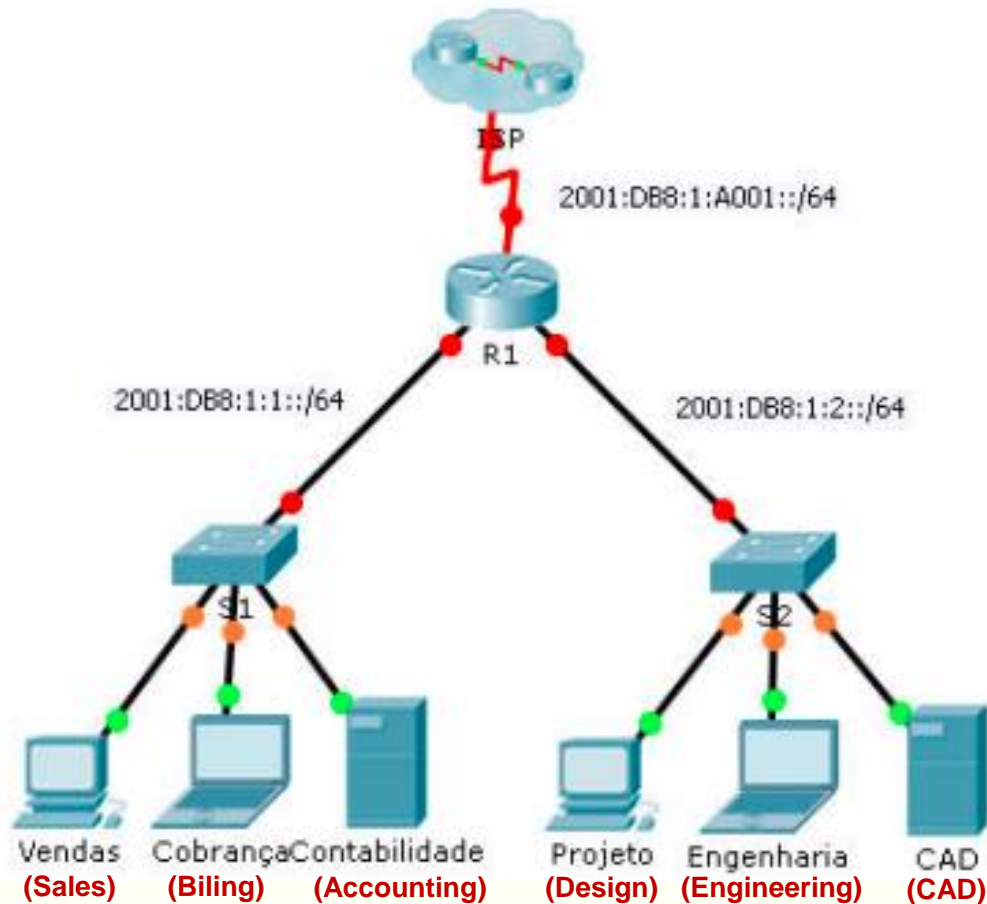
- Clique em **Sales** (Vendas) e na guia **Desktop**. Feche a janela **IP Configuration** (Configuração de IP), se necessário.
- Clique em **Web Browser** (Navegador Web). Digite `2001:DB8:1:1::4` na caixa URL e clique em **Go** (Ir). O site **Accounting** (Contabilidade) será exibido.
- Digite `2001:DB8:1:2::4` na caixa URL e clique em **Go** (Ir). O site **CAD** será exibido.
- Repita as etapas 1a a 1d para o restante dos clientes.

Etapa 2: Faça ping no ISP.

- Abra a janela de configuração de qualquer computador cliente clicando no ícone.
- Clique na guia **Desktop** > **Command Prompt** (Prompt de comando).
- Teste a conectividade com o ISP inserindo o seguinte comando:

```
PC> ping 2001:DB8:1:A001::1
```
- Repita o comando **ping** com outros clientes até que toda conectividade seja verificada.

Configurando de Endereços IPv6 em Dispositivos de Rede



Parte 4: Testar e Verificar a Conectividade da Rede

Etapa 1: Abra as páginas Web do servidor nos clientes.

- Clique em **Sales** (Vendas) e na guia **Desktop**. Feche a janela **IP Configuration** (Configuração de IP), se necessário.
- Clique em **Web Browser** (Navegador Web). Digite `2001:DB8:1:1::4` na caixa URL e clique em **Go** (Ir). O site **Accounting** (Contabilidade) será exibido.
- Digite `2001:DB8:1:2::4` na caixa URL e clique em **Go** (Ir). O site **CAD** será exibido.
- Repita as etapas 1a a 1d para o restante dos clientes.

Etapa 2: Faça ping no ISP.

- Abra a janela de configuração de qualquer computador cliente clicando no ícone.
- Clique na guia **Desktop** > **Command Prompt** (Prompt de comando).
- Teste a conectividade com o ISP inserindo o seguinte comando:

```
PC> ping 2001:DB8:1:A001::1
```
- Repita o comando **ping** com outros clientes até que toda conectividade seja verificada.

Atividade para o 1º Checkpoint

Utilize o Arquivo: **2oSemestre02ConfiguringIPv6Address.pkt**

Passos

1. Separe os últimos 4 dígitos de seu RM

1. Por exemplo, para o RM 85433 utilize 5433.

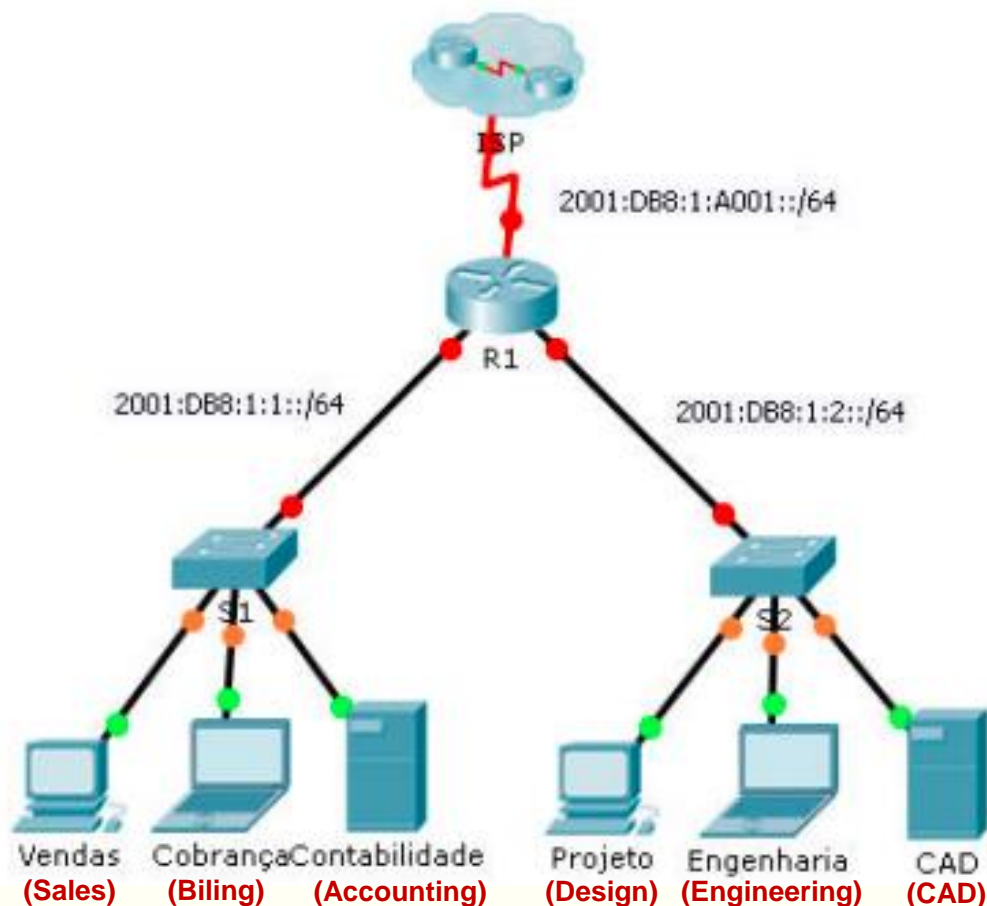
2. Para a topologia ao lado, substitua os endereços IPV6 da seguinte forma

- de 2001:db8:1:1::/64 para 2001:db8:1:5433::/64
- de 2001:db8:1:2::/64 para 2001:db8:1:5433:2::/64

3. Como os novos endereços, refaça a configuração da topologia repetindo os passos dos slides anteriores

4. Execute o comando **ping** a partir do equipamento **Vendas** com destino para o equipamento **CAD**.

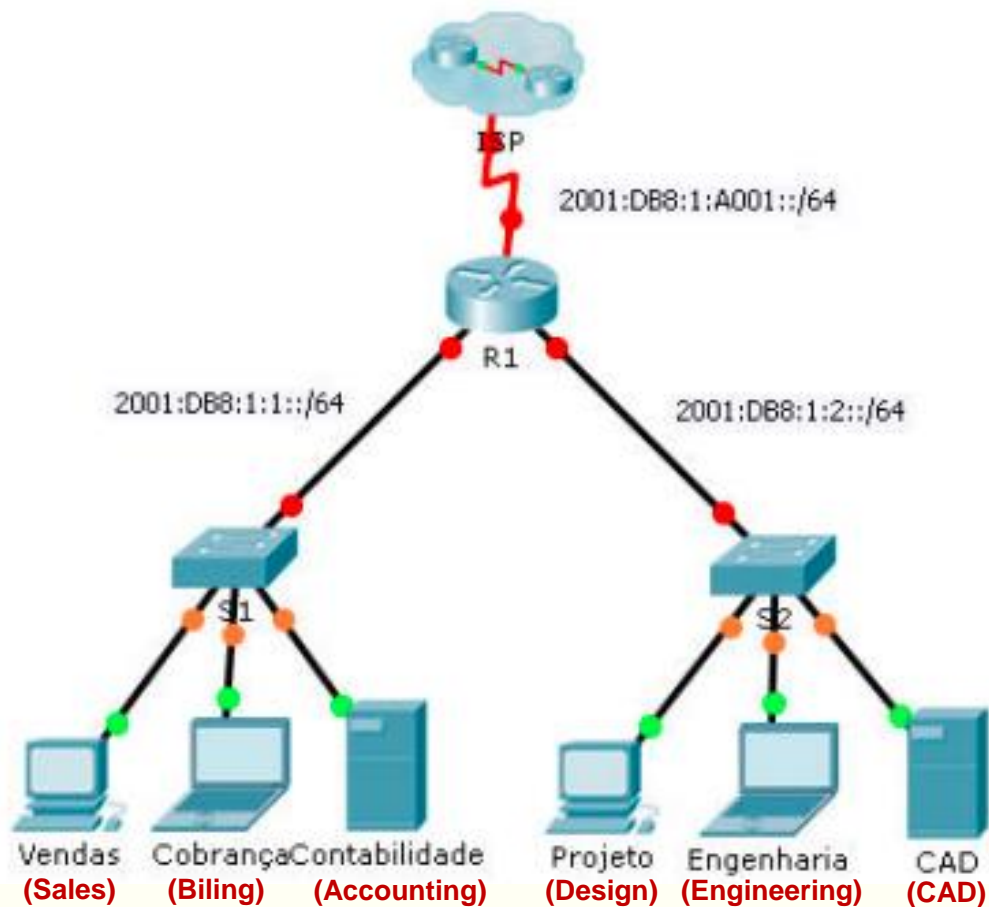
5. Faça um **printscreen** da tela com o resultado do **Ping** (como no próximo slide) e realize o **upload** do arquivo **no formato .pdf** na área de trabalhos do portal da FIAP



Atividade para o 1º Checkpoint

Resultado esperado para a atividade:

Uma tela, como a tela abaixo deverá ser entregue **no formato .pdf**



Vendas

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

```
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>ping 2001:db8:5433:2::2

Pinging 2001:db8:5433:2::2 with 32 bytes of data:

Reply from 2001:DB8:5433:2::2: bytes=32 time=10ms TTL=127
Reply from 2001:DB8:5433:2::2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 2001:DB8:5433:2::2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 2001:DB8:5433:2::2: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 2001:DB8:5433:2::2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 2ms

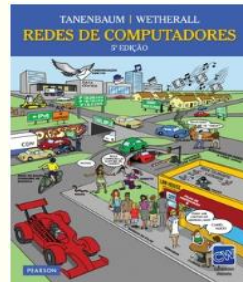
C:\>
```

Top

Referências Bibliográficas



Kurose, James F. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down/James F. Kurose e Keith W. Ross; 6ª edição, São Paulo: Addison Wesley, 2013. ISBN 978-85-8143-677-7.



Tanenbaum, Andrew S; Wetherall, David. Redes de Computadores. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 5ª edição americana. ISBN 978-85-7605-924-0.



BIRKNER, Mathew H. Projeto de Interconexão de Redes. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003. ISBN 85.346.1499-7.

Referências Bibliográficas

- Tanenbaum, A.; Wetherall, D. Redes de Computadores. 5ª ed. Pearson, 2011.
- Wikipedia. IEEE 802.1Q. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q
- IEEE. 802.1Q-2011 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks. Disponível em <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.1Q-2011.html>
- ODOM, W. CCNA ICND2 – Guia Oficial de Certificação do Exame. 2ª ed. Alta Books, 2008.