



Redes e Infraestrutura conectada

Prof. Elton Dal Bem Galvão



Agenda

- ✓ Protocolo de Internet IPv6;
- ✓ Exercícios.

Conteúdo formativo:



- **Arquitetura de redes e meios de transmissão**
- **Comunicação em um Mundo Conectado**
- **Componentes, tipos e conexões de rede**
- **Redes sem fio e móveis**
- ***Construindo uma Rede Doméstica***
- **Princípios de comunicação**
- **Mídia de rede**
- **A Camada de Acesso**
- **Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)**
- **Endereçamento IPv4 – IPv6**
- **Endereçamento dinâmico com DHCP**
- **Gateways para outras redes**
- **Resolução de Endereços**
- **Roteamento entre redes**
- **Camada de Transporte**
- **Serviços da Camada de Aplicação**
- **Utilitários de teste de rede**
- **Impactos ambientais relacionados à implantação de soluções computacionais**
- **Inovações tecnológicas sustentáveis**
- **TI Verde.**
- **Desenvolvimento de atividades práticas supervisionadas (APS);**
- **Desenvolvimento de atividades interdisciplinares, multidisciplinares e transdisciplinares.**

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que vou aprender neste módulo?

- Objetivo do Módulo: Explicar os recursos do endereçamento IPv6.

Título do Tópico	Objetivo do Tópico
Problemas de IPv4	Explicar a necessidade do endereçamento IPv6.
Endereçamento IPv6	Explicar como representar endereços IPv6.



10.1 Problemas do IPv4



Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

A Necessidade do IPv6

- Você já sabe que o IPv4 está ficando sem endereços. É por isso que você precisa aprender sobre IPv6.
- Projetado para ser o sucessor do IPv4, O IPv6 tem um espaço de endereço maior, de 128 bits, fornecendo 340 undecilhão (ou seja, 340 seguidos por 36 zeros) de endereços possíveis. No entanto, o IPv6 é mais do que, apenas, endereços maiores;
- 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).

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



A Necessidade do IPv6

- O esgotamento de endereços IPv4 tem sido o fator motivador para a migração para o IPv6;
- À medida que África, Ásia e outras áreas do mundo ficarem mais conectadas à Internet, não haverá endereços IPv4 suficientes para acomodar esse crescimento;
- Conforme mostra a figura a seguir, quatro dos cinco RIRs estão com endereços IPv4 esgotados.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Datas de Esgotamento do IPv4 por RIR



Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



A Necessidade do IPv6

- População mundial = 7,888 bilhões (2021);
- Dispositivos conectados à Internet = 27 bilhões (forbes.com);
- Qtdade endereçamento IPv4 = 4,3 bilhões (teórico);
- Qtdade endereçamento IPv6 = 340 undecilhão (34×10^{38}).

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Coexistência entre IPv4 e IPv6

- Não há uma data exata para migrar para o 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:
 1. Pilha Dupla
 2. Tunelamento
 3. Conversão

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Coexistência entre IPv4 e IPv6

1. Pilha Dupla

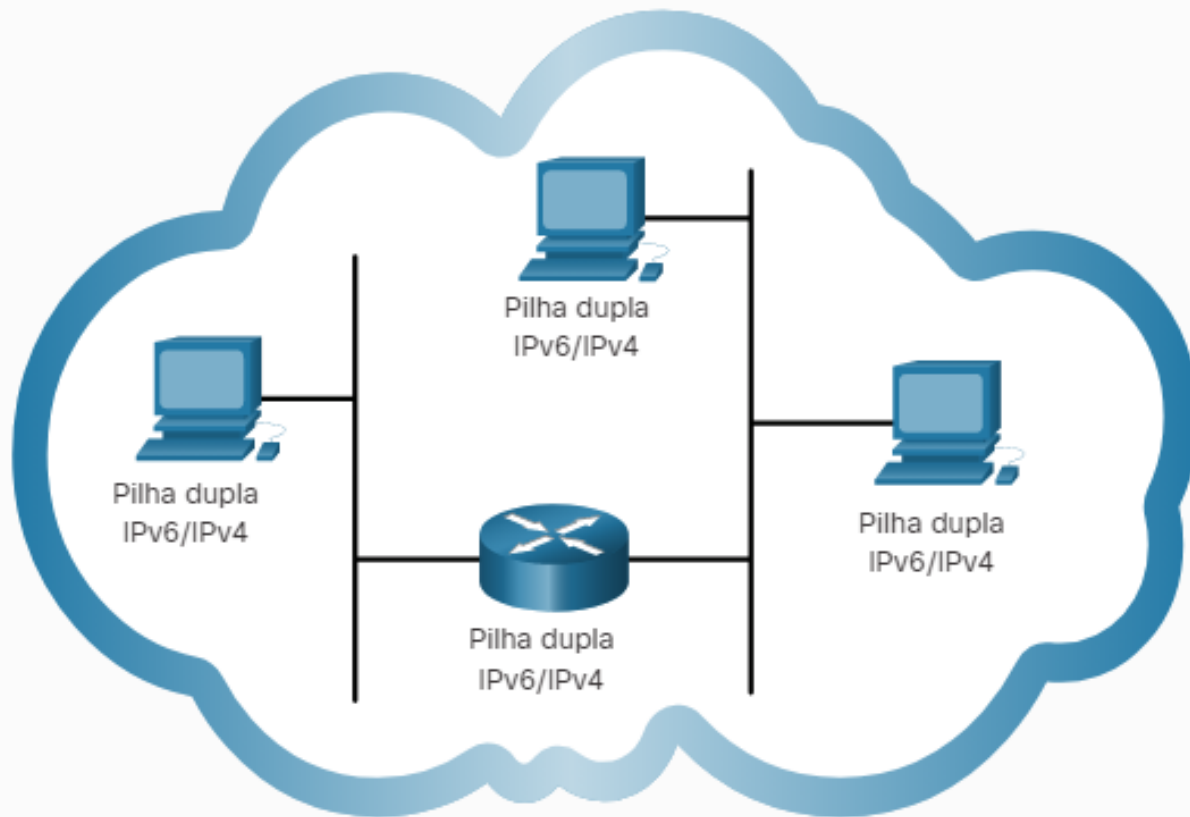
- A pilha dupla permite que IPv4 e IPv6 coexistam no mesmo segmento de rede;
- Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente;
- Conhecido como IPv6 nativo, isso significa que a rede do cliente tem uma conexão IPv6 com seu ISP e é capaz de acessar o conteúdo encontrado na internet através de IPv6.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Coexistência entre IPv4 e IPv6

1. Pilha Dupla



Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Coexistência entre IPv4 e IPv6

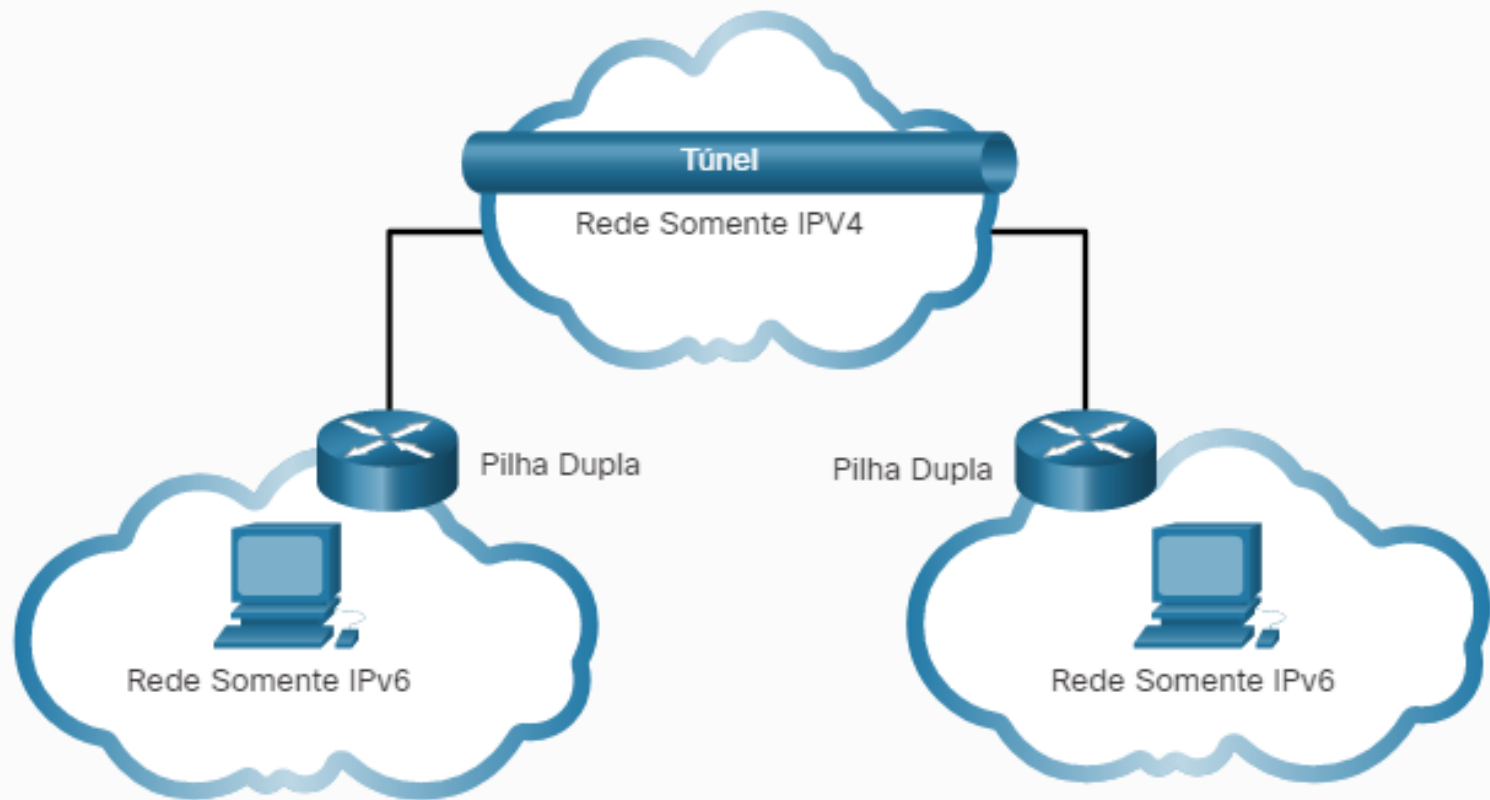
2. Tunelamento

- Tunelamento é um método de transporte de pacote IPv6 através de uma rede IPv4. O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4, de forma semelhante a outros tipos de dados.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Coexistência entre IPv4 e IPv6

2. Tunelamento





Coexistência entre IPv4 e IPv6

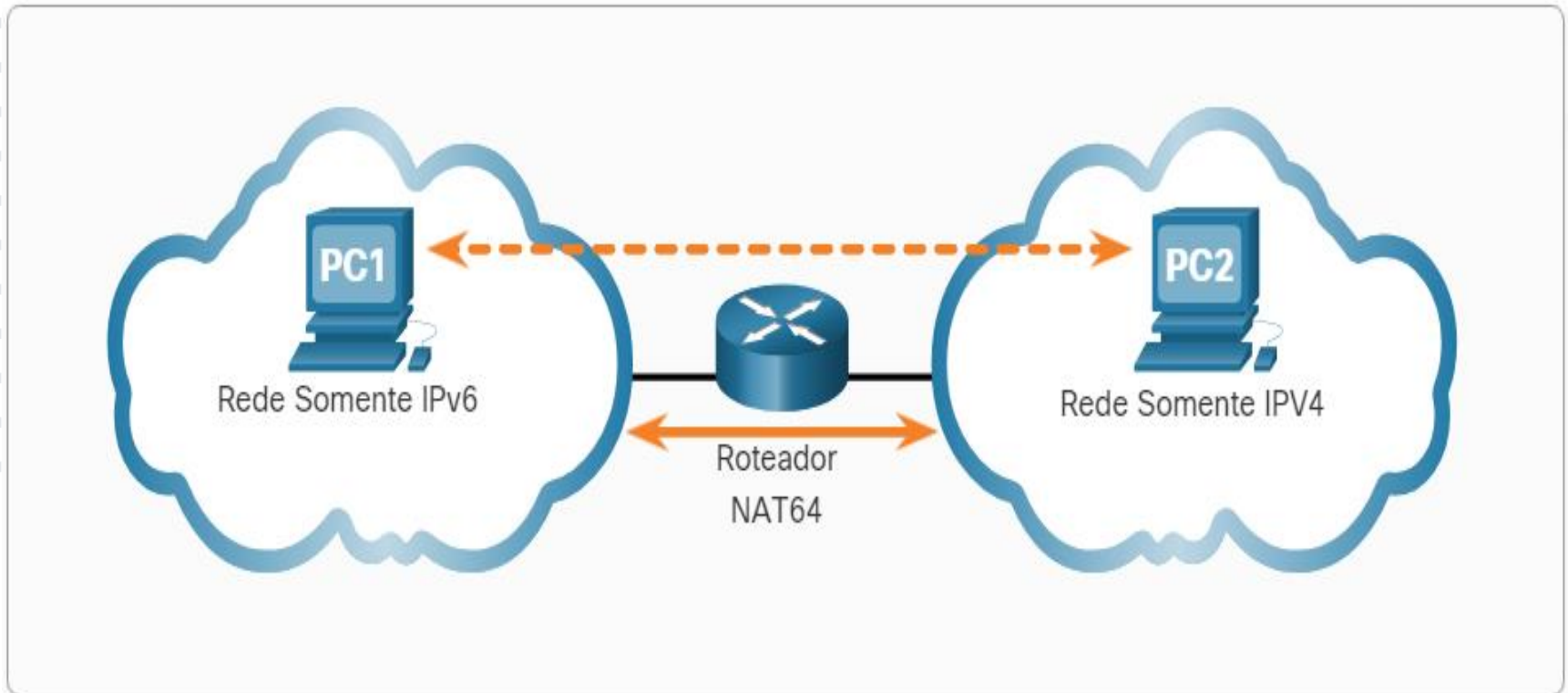
3. Conversão

- O NAT64 (Network Address Translation 64) permite que os dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com os dispositivos habilitados para IPv4 usando uma técnica de conversão semelhante ao NAT IPv4;
- Um pacote IPv6 é traduzido para um pacote IPv4 e um pacote IPv4 é traduzido para um pacote IPv6;
- 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.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Coexistência entre IPv4 e IPv6

3. Conversão



Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Sistema de numeração hexadecimal

- Antes de abordar o endereçamento IPv6, é importante que você saiba que os endereços IPv6 são representados usando números hexadecimais;
- Este sistema numérico, de base dezesseis, usa os dígitos de 0 a 9 e as letras de A a F:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

- Nos endereços IPv6, esses 16 dígitos são representados por hextetos (discutidos a seguir), permitindo representar esses endereços enormes em um formato muito mais legível;

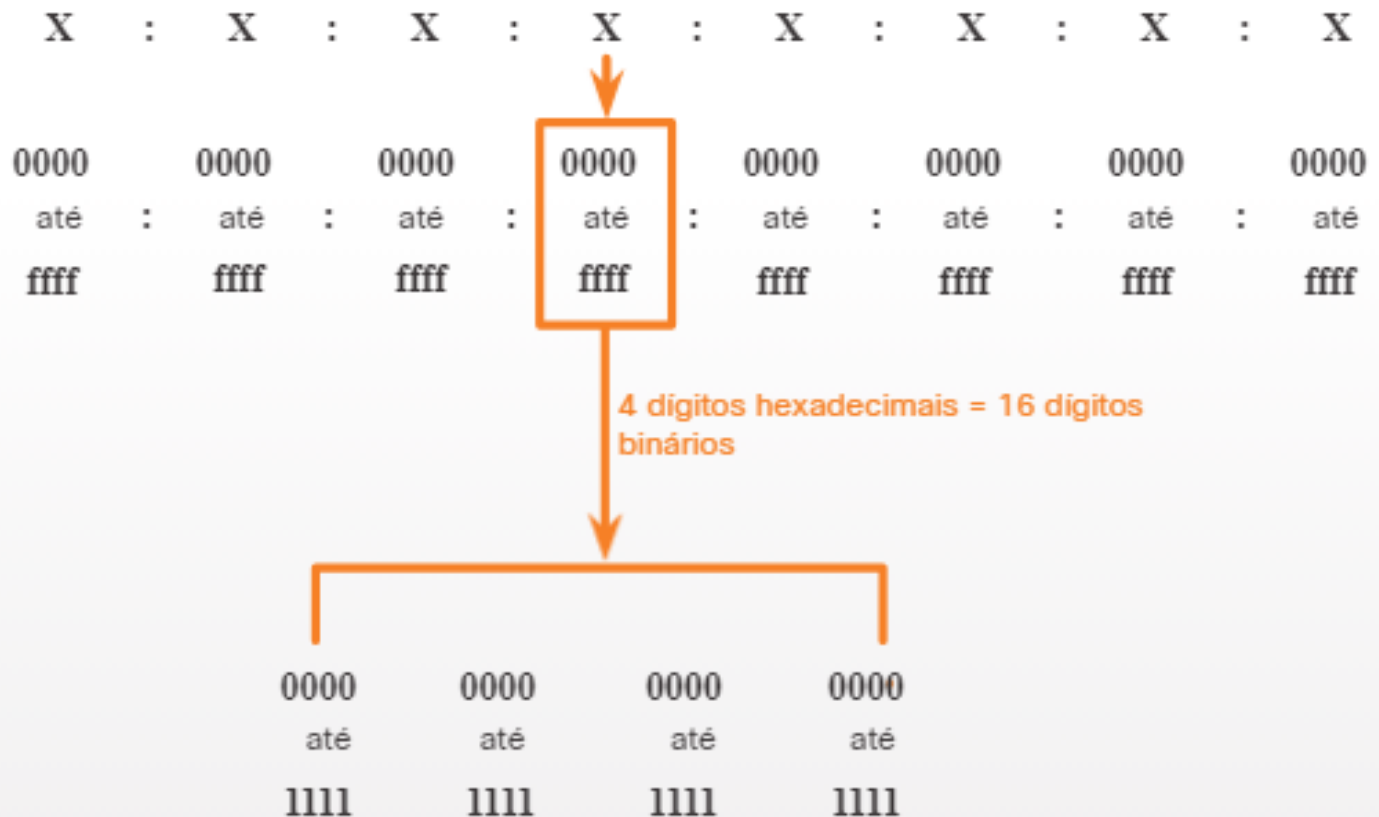
Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Sistema de numeração hexadecimal

- O primeiro passo para aprender sobre IPv6 em redes é entender a forma como um endereço IPv6 é escrito e formatado;
- Os endereços IPv6 são muito maiores do que os endereços IPv4, razão pela qual é improvável que fiquemos sem eles;
- Os endereços IPv6 têm 128 bits e são escritos como uma sequência de valores hexadecimais;
- Cada 4 bits são representados por um único dígito hexadecimal, totalizando 32 valores hexadecimais, como mostra a seguir;
- Os endereços IPv6 não diferenciam maiúsculas e minúsculas e podem ser escritos tanto em minúsculas como em maiúsculas.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Segmentos de 16 bits ou Hextets:



Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Formato Preferencial

- Como mostrado na anterior, o formato preferencial para escrever um endereço IPv6 é x: x: x: x: x: x: x: x, com cada “x” consistindo em quatro algarismos hexadecimais;
- O termo octeto refere-se aos oito bits em um endereço IPv4. No IPv6, um hexteto é o termo não oficial usado para se referir a um segmento de 16 bits ou quatro algarismos hexadecimais;
- Cada “x” é um único hexteto de 16 bits ou quatro dígitos hexadecimais;

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



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.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



- A Figura abaixo tem exemplos de endereços IPv6 no formato preferencial:

```
2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000: 0200
2001 : 0db8 : 0000 : 00a3 : abcd : 0000 : 0000: 1234
2001 : 0db8 : 000a : 0001 : c012 : 9aff : fe9a: 19ac
2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000: 0000
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab: cdef
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000: 0001
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : c012 : 9aff : fe9a: 19ac
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab: cdef
0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000: 0001
0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000: 0001
```

- Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Regra 1 - Omitir zeros 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. Aqui estão quatro exemplos de maneiras de omitir zeros à esquerda:

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 0s à esquerda, e NÃO aos 0s 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.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Tipo	Formato
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
Sem 0s à esquerda	2001 : db8 : 0 : 1111 : 0 : 0 : 0 : 200
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 00a3 : ab00 : 0ab0 : 00ab : 1234
Sem 0s à esquerda	2001 : db8 : 0 : a3 : ab00 : ab0 : ab : 1234
Preferencial	2001 : 0db8 : 000a : 0001 : c012 : 90ff : fe90 : 0001
Sem 0s à esquerda	2001 : db8 : a : 1 : c012 : 90ff : fe90 : 1
Preferencial	2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Sem 0s à esquerda	2001 : db8 : aaaa : 1 : 0 : 0 : 0 : 0
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
Sem 0s à esquerda	fe80 : 0 : 0 : 0 : 123 : 4567 : 89ab : cdef
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Sem 0s à esquerda	fe80 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Sem 0s à esquerda	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Regra 2- Dois pontos duplos

- A segunda regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é que dois pontos duplos (::) podem substituir qualquer string única e contígua de um ou mais hextetos de 16 bits consistindo em zeros;
- Por exemplo, 2001:db8:cafe: 1:0:0:0:1 (0s iniciais omitidos) poderia ser representado como 2001:db8:cafe:1::1;
- Os dois-pontos duplos (::) são usados no lugar dos três hextetos compostos por zeros (0:0:0);
- Os dois-pontos duplos (::) só podem ser usados uma vez dentro de um endereço, caso contrário, haveria mais de um endereço resultante possível. Quando associada à técnica de omissão dos 0s à esquerda, a notação do endereço IPv6 pode ficar bastante reduzida;
- É o chamado formato compactado.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Regra 2- Dois pontos duplos

- Aqui está um exemplo do uso incorreto dos dois pontos duplos:

2001:db8::abcd::1234

- Os dois pontos duplos são usados duas vezes no exemplo acima;
- Aqui estão as possíveis expansões possíveis deste endereço de formato compactado incorretamente:

2001:db8::abcd:0000:0000:1234

2001:db8::abcd:0000:0000:0000:1234

2001:db8:0000:abcd::1234

2001:db8:0000:0000:abcd::1234

- Se um endereço tiver mais de uma string contígua de hextetos com zero, a melhor prática é usar dois pontos duplos (::) na string mais longa;
- Se as strings forem iguais, a primeira string deve usar dois pontos duplos (::).

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Tipo	Formato
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
Compactado/espacos	2001 : db8 : 0 : 1111 : : 200
Compactado	2001:db8:0:1111::200
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 0000 : ab00 : 0000 : 0000 : 0000
Compactado/espacos	2001 : db8 : 0 : 0 : ab00 ::
Compactado	2001:db8:0:0:ab00::

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Preferencial	2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Compactado/espacos	2001 : db8 : aaaa : 1 ::
Compactado	2001:db8:aaaa:1::
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
Compactado/espacos	fe80 : : 123 : 4567 : 89ab : cdef
Compactado	fe80::123:4567:89ab:cdef
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Compactado/espacos	fe80 : : : 1
Compactado	fe80::1

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Compactado/espacos	:: 1
Compactado	::1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Compactado/espacos	::
Compactado	::

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Atividade - Representações do Endereço IPv6

Instruções:

Converta os endereços IPv6 em formatos curtos e compactos (omite os zeros à esquerda). Insira letras em minúsculas.

Formato preferencial	2001	0000	0db8	1111	0000	0000	0000	0200
Omitir zeros à esquerda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Formato compactado	<input type="text"/>							

Verificar

Próximo

Mostre-me

Redefinir

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



Atividade - Representações do Endereço IPv6

Instruções:

Converta os endereços IPv6 em formatos curtos e compactos (omite os zeros à esquerda). Insira letras em minúsculas.

Formato preferencial	1031	1976	0001	0002	0003	0004	0000	0101
Omitir zeros à esquerda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Formato compactado	<input type="text"/>							

Verificar

Próximo

Mostre-me

Redefinir

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Atividade - Representações do Endereço IPv6

Instruções:

Converta os endereços IPv6 em formatos curtos e compactos (omita os zeros à esquerda). Insira letras em minúsculas.

Formato preferencial	2001	0db8	ef01	2345	0678	0910	aaaa	bbbb
Omitir zeros à esquerda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Formato compactado	<input type="text"/>							

Verificar

Próximo

Mostre-me

Redefinir

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

Atividade - Representações do Endereço IPv6

Instruções:

Converta os endereços IPv6 em formatos curtos e compactos (omita os zeros à esquerda). Insira letras em minúsculas.

Formato preferencial	2001	0000	0db8	1111	0000	0000	0000	0200
Omitir zeros à esquerda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Formato compactado	<input type="text"/>							

Verificar

Próximo

Mostre-me

Redefinir



10.3 Resumo de endereço IPv6

IPv6

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Problemas de IPv4
- O esgotamento de endereços IPv4 tem sido o fator motivador para a migração para o IPv6;
- O IPv6 tem um espaço de endereços maior, de 128 bits, fornecendo 340 undecilhões de endereços possíveis;
- 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, que inclui resolução de endereços e configuração automática de endereços não encontrados no ICMPv4.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Problemas de IPv4
- Ambos IPv4 e IPv6 coexistem e a transição para apenas IPv6 levará vários anos;
- A IETF criou vários protocolos e ferramentas para ajudar os administradores de rede a migrarem as redes para IPv6;

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

O que aprendi neste módulo?

- Problemas de IPv4
- As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias: pilha dupla, encapsulamento e tradução;
- Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente.
- Tunelamento é um método de transporte de pacote IPv6 através de uma rede IPv4.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

O que aprendi neste módulo?

- Problemas de IPv4
- As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias: pilha dupla, encapsulamento e tradução;
- O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4, de forma semelhante a outros tipos de dados.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)

O que aprendi neste módulo?

- Problemas de IPv4
- As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias: pilha dupla, encapsulamento e tradução;
- O NAT64 permite que dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com dispositivos habilitados para IPv4 usando uma técnica de tradução semelhante ao NAT para IPv4;
- Um pacote IPv6 é traduzido para um pacote IPv4 e um pacote IPv4 é traduzido para um pacote IPv6.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Endereçamento IPv6
- Os endereços IPv6 têm 128 bits e são escritos como uma sequência de valores hexadecimais;
- Cada quatro bits são representados por um único dígito hexadecimal; perfazendo um total de 32 dígitos hexadecimais;
- Os endereços IPv6 não diferenciam maiúsculas e minúsculas e podem ser escritos tanto em minúsculas como em maiúsculas;
- No IPv6, um hexteto que se refere a um segmento de 16 bits, ou quatro dígitos hexadecimais;
- Cada “x” é um único hexteto, que tem 16 bits ou quatro dígitos hexadecimais.

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Endereçamento IPv6
- Formato preferencial significa que o endereço IPv6 é gravado usando todos os 32 dígitos hexadecimais;
- Aqui está um exemplo -
`fe80:0000:0000:0000:0123:4567:89ab:cdef.`

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6:
- Regra 1 - omitir zeros à esquerda Você só pode omitir zeros à esquerda, não zeros à direita.

01AB pode ser representado como 1AB

09f0 pode ser representado como 9f0

0a00 pode ser representado como a00

00ab pode ser representado como ab

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6:
- Regra 2 - dois pontos duplos
- Dois-pontos duplos (::) podem substituir qualquer sequência única e contígua de um ou mais hextetos de 16 bits que consistam em zeros;
- Por exemplo, 2001:db8:cafe: 1:0:0:0:1 (0s iniciais omitidos) poderia ser representado como 2001:db8:cafe:1::1
- Os dois-pontos duplos (::) são usados no lugar dos três hextetos compostos por zeros (0:0:0).

Protocolo de Internet (Internet Protocol - IP)



O que aprendi neste módulo?

- Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6:
- Regra 2 - dois pontos duplos
- Os dois-pontos duplos (::) só podem ser usados uma vez dentro de um endereço, caso contrário, haveria mais de um endereço resultante possível;
- Se um endereço tiver mais de uma string contígua de hextetos com zero, a melhor prática é usar dois pontos duplos (::) na string mais longa;
- Se as strings forem iguais, a primeira string deve usar dois pontos duplos (::).



OBRIGADO

eltondalbem@gmail.com

