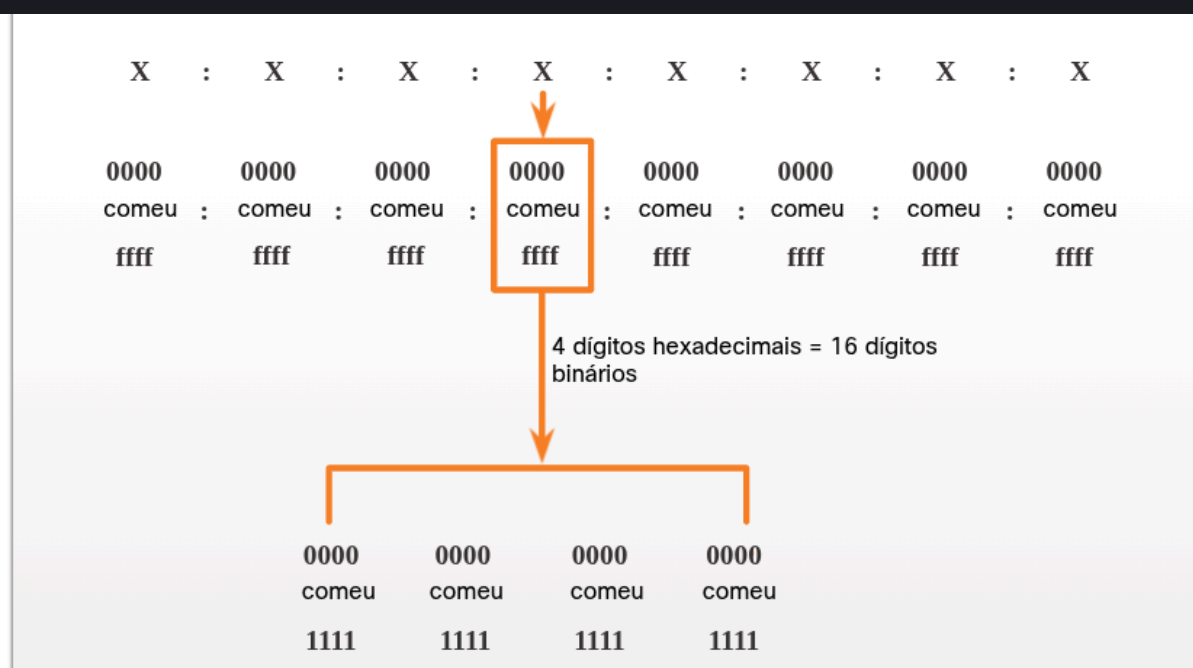


Formatos de endereço IPv6

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 provável 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 Figura 1. Os endereços IPv6 não diferenciam letras maiúsculas e minúsculas e podem ser escritos tanto em minúsculas quanto em maiúsculas.

Segmentos ou hextetos de 16 bits



Formato preferido

Como mostrado na Figura 1, 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. O termo octeto refere-se aos oito bits de um endereço IPv4. No IPv6, um hexteto é o termo não oficial usado para se referir a um segmento de 16 bits ou quatro valores

hexadecimais. Cada “x” equivale a um único hexteto, 16 bits ou quatro dígitos hexadecimais.

Formato preferencial significa que o endereço IPv6 seja gravado usando todos os 32 dígitos hexadecimais. Isso não significa necessariamente que seja o método ideal para representar o endereço IPv6. Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6.

A Figura 3 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 : 0000
```

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:

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.

Preferencial	2001: 0 db8: 000 0: 1111: 000 0: 000 0: 000 0: 0 200
Nenhum 0 à esquerda	2001:db8:0:1111:0:0:0:200
Preferencial	2001: 0 db8: 000 0: 00 a3: ab00: 0 ab0: 00 ab: 1234
Nenhum 0 à esquerda	2001: db8: 0: a3: ab00: ab0: ab: 1234
Preferencial	2001: 0 db8: 000 a: 000 1: c012: 90ff: fe90: 000 1
Nenhum 0 à esquerda	2001: db8: a: 1: c012: 90ff: fe90: 1

Regra 2 - Dois pontos duplos

A segunda regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é que o uso de dois pontos duplos (::) pode substituir uma única sequência contínua de um ou mais segmentos de 16 bits (hextetos) compostos exclusivamente por 0s. Por exemplo, 2001:db8:cafe: 1:0:0:0:1 (0s inicialmente omitidos) poderia ser representado como 2001:db8:cafe:1::1. Os dois pontos duplos (::) são usados no lugar dos três hextetos all-0 (0:0:0).

Os dois pontos em dobro (::) só podem ser usados uma vez em um endereço; caso contrário, teria mais de um endereço resultante possível. Quando associada à técnica de omissão dos 0s à esquerda, a notação de endereço IPv6 pode ser bastante reduzida. É o chamado formato compactado.

Aqui está um exemplo do uso incorreto de dois pontos: 2001:db8::abcd::1234.

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

Se um endereço tiver mais de uma cadeia contígua de todos os hextetos 0, a prática recomendada é usar dois pontos duplos (::) na cadeia mais longa. Se as strings forem iguais, a primeira string deve usar dois pontos duplos (::).

Omitindo os 0s iniciais e todos os segmentos 0

Tipo	Formato
Preferencial	2001: 0 db8: 000 0: 1111: 0000 : 0000 : 0000 : 0 200
Comprimidos/espacos	2001: db8: 0: 1111: : 200
Compactado	2001:db8:0:1111::200
Preferencial	2001: 0 db8: 000 0: 000 0: ab00: 0000 : 0000 : 0000
Comprimidos/espacos	2001 : db8 : 0 : 0 : ab00 ::
Compactado	2001:db8:0:0:ab00::

Unicast, Multicast, Anycast

Tal como acontece com o IPv4, existem diferentes tipos de endereços IPv6. Na verdade, existem três grandes categorias de endereços IPv6:

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.

Comprimento do Prefixo IPv6

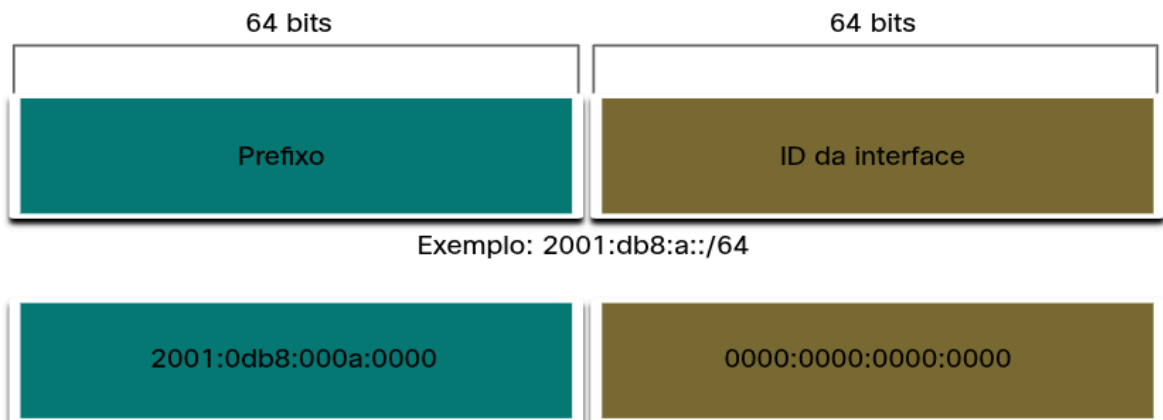
Lembre-se de que o prefixo (a parte de rede) de um endereço IPv4 pode ser identificado pelo comprimento do prefixo (notação em barra) ou por uma máscara de sub-rede decimal com pontos. Por exemplo, o endereço IPv4 192.168.1.10 com máscara de sub-rede decimal com pontos 255.255.255.0 é equivalente a 192.168.1.10/24.

Não IPv4 ou /24 é chamado de prefixo. Nenhum IPv6 é chamado de comprimento do prefixo. O IPv6 não usa notação decimal com pontos da máscara de sub-rede. Como o IPv4, o comprimento do prefixo é representado na notação de barra e é usado para indicar a parte da rede de um endereço IPv6.

O comprimento do prefixo pode variar de 0 a 128. O comprimento do prefixo IPv6 recomendado para LANs e a maioria dos outros tipos de redes é /64, conforme mostrado na figura.

Comprimento do Prefixo IPv6

Comprimento do Prefixo IPv6



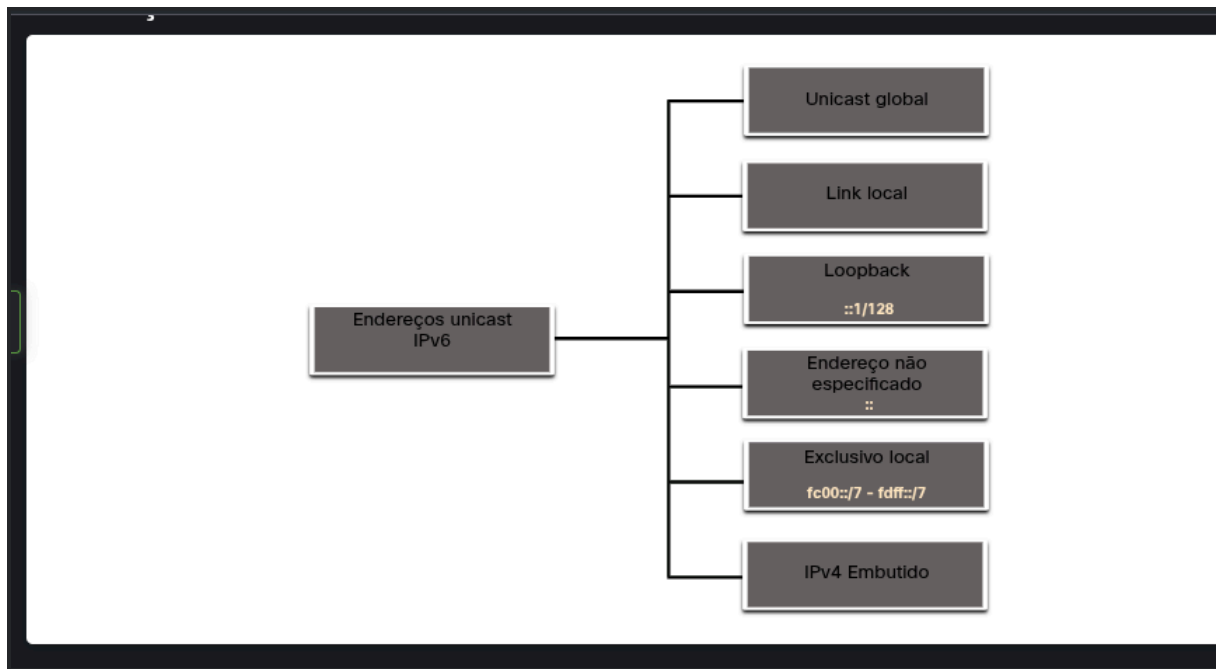
Isso significa que o prefixo ou a parte de rede do endereço é de 64 bits, restando outros 64 bits para o ID da interface (parte de host) do endereço.

É altamente potente usar um ID de interface de 64 bits para a maioria das redes. Isso ocorre porque a configuração automática de endereço sem estado (SLAAC) usa 64 bits para o ID da interface. Também facilita a criação e o gerenciamento de sub-redes.

Outros tipos de endereços IPv6 Unicast

Um endereço IPv6 unicast identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6. Um pacote enviado para 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. A figura mostra os diferentes tipos de endereços unicast IPv6.

Endereços unicast IPv6



Ao contrário dos dispositivos IPv4 que têm apenas um único endereço, os endereços IPv6 normalmente têm dois endereços unicast:

- Um endereço unicast global(GUA) é semelhante a um endereço IPv4 público. São endereços de Internet roteáveis e globalmente exclusivos. GUAs podem ser configuradas estaticamente ou dinamicamente distribuídas
- Endereço LLA (Link-Local Address) - Isso é necessário para cada dispositivo habilitado para IPv6. Os LLAs são usados para se comunicar com outros dispositivos no mesmo link local. No IPv6, o termo link se refere a uma sub-rede. Limita um único link. Sua exclusividade só deve ser confirmada nesse link, pois eles não são roteáveis além do link. Em outras palavras, os roteadores não encaminham pacotes com um endereço de link local origem ou destino.

Uma observação sobre o endereço local exclusivo

Endereços locais exclusivos (intervalo fc00::/7 a fdff::/7) ainda não são comumente implementados. Portanto, este módulo abrange apenas a configuração GUA e LLA. No entanto, os pedidos locais exclusivos podem eventualmente ser usados para endereçar dispositivos que não devem ser acessíveis de fora, como servidores internos e impressoras.

Os endereços IPv6 exclusivos locais têm alguma semelhança com os endereços privados do RFC 1918 para o IPv4, mas há diferenças significativas:

- Os endereços locais exclusivos são usados para endereçamento local dentro de um site ou entre um número limitado de sites.
- Os endereços locais exclusivos podem ser usados para dispositivos que nunca precisarão ou terão acesso por outra rede.
- Endereços locais exclusivos não são globalmente roteados ou traduzidos para um endereço IPv6 global.

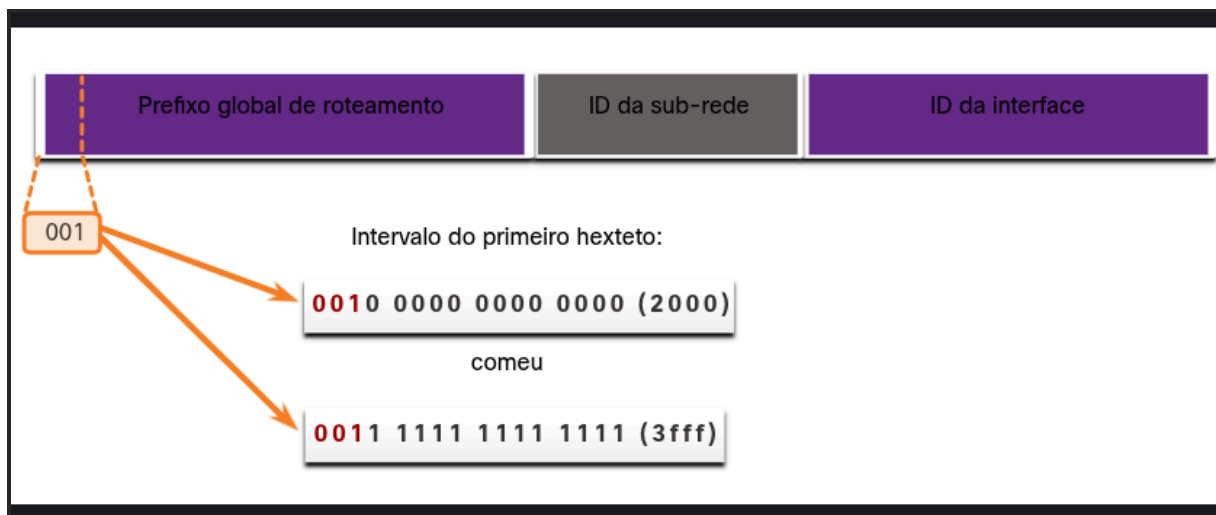
Observação: Muitos locais usam a natureza privada de endereços da RFC 1918 para proteger sua rede contra possíveis riscos à segurança ou oculto. No entanto, essa nunca foi a propósito dessas tecnologias. A IETF sempre recomenda que os sites tomem as deficiências de segurança em seu roteador de Internet.

GUA IPv6

O endereço IPv6 unicast global (GUA) é globalmente exclusivo e roteável na Internet IPv6. Esses endereços são equivalentes aos endereços públicos do IPv4. O Internet Committee for Assigned Names and Numbers (ICANN), operadora da Internet Assigned Numbers Authority (IANA), aloca blocos de endereço IPv6 para os cinco RIRs. No momento, somente endereços unicast globais com os primeiros três bits de 001 ou 2000::/3 estão sendo atribuídos.

A figura mostra o intervalo de valores para o primeiro hexteto onde o primeiro dígito hexadecimal para GUAs atualmente disponíveis começa com um 2 ou um 3. Isso é apenas um oitavo do espaço de endereço IPv6 totalmente disponível, excluindo uma parte muito pequena de outros tipos de endereços unicast e multicast.

Observação: O endereço 2001:db8::/32 foi reservado para fins de documentação, incluindo o uso em exemplos.



A figura a seguir mostra a estrutura e o alcance de um GUA.

Endereço IPv6 com prefixo de roteamento global /48 e prefixo /64



Estrutura IPv6 GUA

Prefixo de roteamento global

O prefixo global de roteamento é o prefixo (parte de rede) do endereço que é atribuído pelo provedor (como um ISP) a um cliente ou um site. Por exemplo, é comum que os ISPs atribuam um prefixo de roteamento global /48 aos seus clientes. O prefixo de roteamento global geralmente varia dependendo das políticas do ISP.

A figura anterior mostra um GUA usando um prefixo de roteamento global /48. Os prefixos /48 são os prefixos de roteamento global mais comuns e serão usados na maioria dos casos ao longo deste curso.

Por exemplo, o endereço IPv6 2001:db8:acad::/ 48 possui um prefixo de roteamento global que indica que os primeiros 48 bits (3 hextetos) (2001:db8:acad) são como o ISP conhece esse prefixo (rede). Dois pontos duplos (::) antes do comprimento do prefixo /48 significa que o restante do endereço contém apenas 0s. O tamanho do prefixo de roteamento global determina o tamanho do ID da sub-rede.

ID da sub-rede

O campo ID de sub-rede é a área entre o Prefixo de roteamento global e o ID da interface. Ao contrário do IPv4, onde você deve pedir bits emprestados da parte do host para criar sub-redes, o IPv6 foi projetado tendo em mente a sub-rede. O ID da sub-rede é usado por uma empresa para identificar sub-redes localmente. Quanto maior a ID da sub-rede, mais sub-redes disponíveis.

Observação: Muitas organizações recebem um prefixo de roteamento global /32. Usar o prefixo /64 recomendado para criar um ID de interface de 64 bits, deixa um ID de sub-rede de 32 bits. Isso significa que uma organização com um prefixo de roteamento global /32 e um ID de sub-rede de 32 bits terá 4,3 bilhões de sub-redes, cada uma com 18 quintilhões de dispositivos por sub-rede. Isso é tantas sub-redes quanto há endereços IPv4 públicos!

O endereço IPv6 na figura anterior tem um prefixo de roteamento global /48, que é comum entre muitas redes corporativas. Isso torna especialmente fácil examinar as diferentes partes do endereço. Usando um tamanho típico de prefixo /64, os quatro

primeiros hexeto são para a parte da rede do endereço, com o quarto hexeto descer o ID da sub-rede. Os quatro hexetos restantes são para o ID da interface.

ID da interface

Um ID da interface IPv6 equivale à parte do host de um endereço IPv4. O termo ID da interface é usado porque um único host pode ter várias interfaces, cada uma com um ou mais endereços IPv6. A figura mostra um exemplo da estrutura de um GUA IPv6. É altamente ofensivo que as sub-redes /64 sejam usadas na maioria dos casos. Um ID de interface de 64 bits permite 18 quintilhões de dispositivos ou hosts por sub-rede.

Uma sub-rede /64 ou prefixo (Prefixo de roteamento global + ID da sub-rede) deixa 64 bits para o ID da interface. Isso é recomendado para permitir que dispositivos habilitados para SLAAC criem seu próprio ID de interface de 64 bits. Também torna o desenvolvimento de um plano de endereçamento IPv6 simples e eficaz.

Observação: Ao contrário do IPv4, no IPv6 todos os endereços de host apenas com 0s ou apenas com 1s podem ser atribuídos a um dispositivo. O endereço todos-1s pode ser usado porque os endereços de transmissão não são usados dentro do IPv6. O endereço apenas de 0s também pode ser usado, mas é reservado como endereço anycast de roteadores de sub-redes e só deve ser atribuído a roteadores.

IPv6 LLA

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.

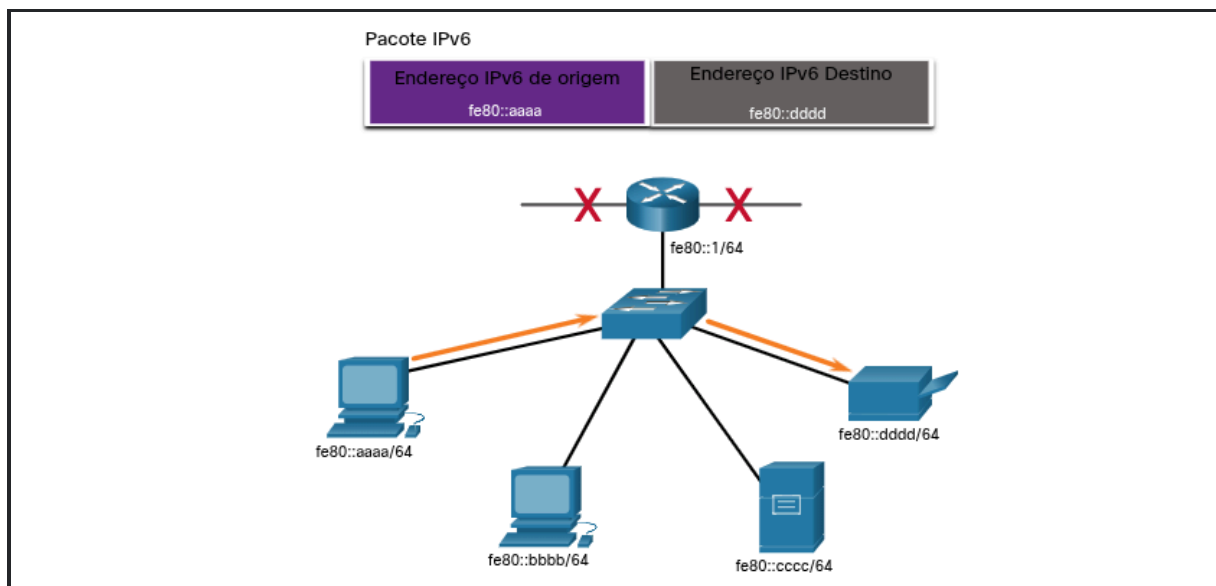
O GUA não é um requisito. No entanto, cada interface de rede habilitada para IPv6 deve ter um LLA.

Se um LLA não estiver configurado manualmente em uma interface, o dispositivo criará automaticamente um próprio, sem se comunicar com um servidor DHCP. Os hosts habilitados para LLA IPv6 criarão um endereço IPv6 mesmo que não tenha sido atribuído um endereço IPv6 unicast global ao dispositivo. Isso permite que dispositivos habilitados para IPv6 sejam comunicados com outros dispositivos semelhantes na mesma sub-rede. Isso inclui a comunicação com o gateway padrão (roteador).

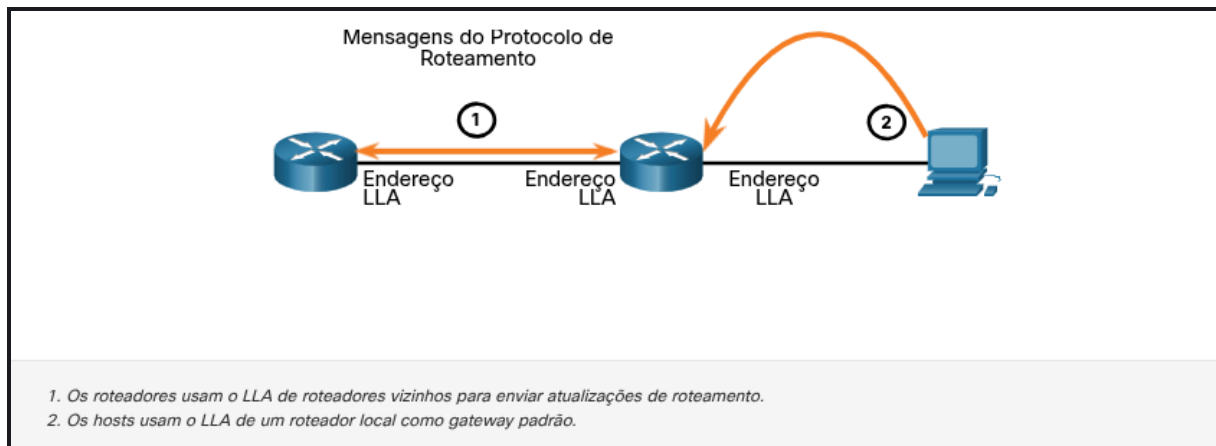
Os LLAs IPv6 estão no intervalo fe80::/10. O /10 indica que os primeiros 10 bits são 1111 1110 10xx xxxx. O primeiro hexteto tem um intervalo de 1111 1110 10 00 0000 00 0000 00 0000 (fe80) a 1111 1110 10 11 1111 11 1111 11 1111 (febf).

A Figura mostra um exemplo de comunicação usando endereços LLA IPv6. O PC é capaz de se comunicar diretamente com a impressora usando os LLAs.

Comunicações IPv6 de Link Local



A figura a seguir mostra alguns dos usos para LLAs IPv6



Observação: normalmente, é o LLA do roteador, e não o GUA, que é usado como o gateway padrão para outros dispositivos no link.

Há duas maneiras pelas quais um dispositivo pode obter um LLA:

- Estaticamente - Isso significa que o dispositivo foi configurado manualmente.
- Dinamicamente - Isso significa que o dispositivo cria seu próprio ID de interface usando valores gerados aleatoriamente ou usando o método de Identificador Único Estendido (EUI), que usa o endereço MAC do cliente juntamente com bits adicionais.