



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Rennan Furlaneto Collado

IPV6

Docente: Prof. Ronaldo Toshiaki Oikawa

PRESIDENTE PRUDENTE
2025

Sumário

Sumário	2
1. Introdução	2
2. Endereçamento IPv6	3
3. Endereçamento Unicast no IPv6	5
4. Endereçamento Anycast	5
5. Comparação entre Multicast, Anycast e Unicast	6
6. Conclusão	7
7. Referências Bibliográficas	8

1. Introdução

O Protocolo de Internet versão 6 (IPv6) é uma nova versão do Protocolo IP, desenvolvida como sucessora do IPv4, conforme definido na RFC 791. As mudanças introduzidas pelo IPv6 em relação ao seu antecessor concentram-se principalmente em cinco categorias:

- Capacidade expandida de endereçamento: O IPv6 aumenta o tamanho dos endereços IP de 32 para 128 bits. Essa mudança permite suportar mais níveis de hierarquia, uma quantidade muito maior de nós endereçáveis e uma configuração automática mais simples. Além disso, melhora a escalabilidade do roteamento multicast por meio da adição de um campo de escopo e introduz um novo tipo de endereço chamado anycast, utilizado para enviar pacotes a qualquer membro de um grupo de nós.
- Simplificação do formato de cabeçalho: Alguns campos do cabeçalho IPv4 foram removidos ou tornados opcionais, reduzindo o custo de processamento no caso comum e limitando o impacto do cabeçalho sobre a largura de banda.
- Melhor suporte para extensões e opções: As alterações no modo como as opções são codificadas no cabeçalho IP possibilitam um encaminhamento mais eficiente, menos restrições quanto ao tamanho das opções e maior flexibilidade para introduzir novas funcionalidades no futuro.
- Capacidade de rotulagem de fluxo: Um novo campo foi adicionado para permitir a identificação de pacotes pertencentes a determinados fluxos de tráfego, nos quais o emissor pode solicitar tratamento especial, como qualidade de serviço diferenciada ou serviços em tempo real.
- Capacidades de autenticação e privacidade: O protocolo prevê extensões para autenticação, integridade dos dados e, de forma opcional, confidencialidade das informações transmitidas.

2. Endereçamento IPv6

No contexto do protocolo IPv6, diversos conceitos são fundamentais para o entendimento de sua estrutura e funcionamento. A seguir, estão descritos os principais termos definidos na especificação:

- **Nó:** Equipamento ou sistema que possui suporte ao IPv6. Pode representar tanto dispositivos finais quanto roteadores.
- **Roteador:** Tipo específico de nó responsável por redirecionar pacotes IPv6 que não são destinados diretamente a ele, atuando no encaminhamento de dados entre diferentes redes.
- **Hospedeiro (Host):** Dispositivo conectado à rede que não executa funções de roteamento. Normalmente, são terminais como computadores pessoais ou servidores.
- **Camada Superior:** Conjunto de protocolos que operam imediatamente acima do IPv6. São exemplos os protocolos de transporte (como TCP e UDP), de controle (como ICMP) e protocolos de rede encapsulados em IPv6, incluindo IPX, AppleTalk ou até mesmo outro IPv6.
- **Enlace (Link):** Meio de comunicação que conecta dois ou mais nós no nível de enlace de dados. Pode ser físico, como uma rede Ethernet ou uma conexão ponto-a-ponto (PPP), ou lógico, como túneis criados sobre IPv4 ou IPv6.
- **Vizinhos:** Nós que compartilham o mesmo enlace e, portanto, conseguem se comunicar diretamente.
- **Interface:** Representa o ponto de conexão de um nó com um enlace específico. Um único dispositivo pode possuir múltiplas interfaces de rede.
- **Endereço IPv6:** Identificador atribuído a uma interface de rede (ou a um grupo delas), utilizado para roteamento e identificação na camada de rede.
- **Pacote:** Estrutura composta por um cabeçalho IPv6 e os dados associados (carga útil).
- **MTU do enlace (Link MTU):** Valor máximo, em bytes, que um pacote pode ter para ser transmitido por um enlace específico.
- **MTU do caminho (Path MTU):** Corresponde ao menor MTU entre todos os enlaces que compõem o trajeto entre a origem e o destino de um pacote.

Observação: Há casos particulares em que um dispositivo com múltiplas interfaces pode encaminhar pacotes em apenas algumas delas. Nesse cenário, o dispositivo deve obedecer às normas de funcionamento de um roteador nas interfaces que encaminham pacotes, e se comportar como um hospedeiro nas demais.

3. Endereçamento Unicast no IPv6

Os endereços unicast no IPv6 identificam de forma única uma interface de rede. Assim como no IPv4 com CIDR, os endereços IPv6 são agregáveis em prefixos de tamanhos variáveis. Existem diferentes tipos de unicast, como:

- Global Unicast: endereços roteáveis publicamente, compostos por três partes:
 - Prefixo global de roteamento
 - ID da sub-rede
 - ID da interface
- Link-Local: usados para comunicação entre dispositivos na mesma rede física (sem roteamento). Sempre iniciam com FE80::/10 e são úteis em configurações automáticas e descoberta de vizinhos.
- Site-Local: pensados originalmente para redes internas sem prefixo global, mas atualmente são obsoletos e não devem ser usados em novas implementações.

Há ainda tipos especiais de unicast, como:

- Endereço não especificado (::): indica ausência de endereço e não deve ser usado como destino.
- Loopback (::1): usado por um nó para enviar pacotes a si mesmo.
- Endereços com IPv4 embutido: permitem representar endereços IPv4 dentro de IPv6. O tipo *IPv4-Compatible* é obsoleto, enquanto o *IPv4-Mapped* ainda é usado para representar nós IPv4.

Além disso, os identificadores de interface normalmente ocupam os 64 bits finais do endereço e podem ser derivados de um MAC ou outro identificador local, conforme especificações do tipo de enlace (como Ethernet ou FDDI).

4. Endereçamento Anycast

No IPv6, endereços anycast são atribuídos a mais de uma interface — normalmente de dispositivos diferentes — com o objetivo de permitir que os pacotes enviados a esse endereço sejam encaminhados para a interface mais próxima, de acordo com as rotas conhecidas pela rede.

Esses endereços são tirados do espaço de endereçamento unicast, o que significa que sua estrutura é idêntica à de um endereço unicast comum. No entanto, quando um mesmo endereço unicast é compartilhado por várias interfaces para funcionar como anycast, é necessário que os dispositivos envolvidos sejam configurados manualmente para saber que esse endereço está sendo utilizado como anycast.

Em termos de roteamento, existe um prefixo P que identifica a região onde todas as interfaces que compartilham esse anycast residem. Dentro dessa região, o endereço anycast precisa ser tratado separadamente no sistema de roteamento. Fora dessa região, ele pode ser agrupado como parte do prefixo.

Vale destacar que, no pior cenário, o prefixo P pode ser vazio, o que significaria que os membros do anycast não possuem qualquer proximidade topológica. Nessa situação, o roteamento do endereço anycast precisa ser mantido globalmente — o que não é escalável. Por isso, o uso global de anycast é limitado ou até mesmo indisponível em muitos casos.

O IPv6 define pelo menos um endereço anycast obrigatório, chamado Subnet-Router anycast address. Ele é composto pelo prefixo do link (sub-rede) e uma parte final de 64 bits preenchida com zeros. Esse endereço permite que um pacote enviado para uma sub-rede chegue a qualquer roteador ativo naquela sub-rede, sendo útil para comunicação básica com gateways locais.

5. Endereçamento Multicast

No IPv6, um endereço multicast identifica um grupo de interfaces, geralmente localizadas em diferentes dispositivos. Esses endereços permitem que uma única mensagem seja enviada para múltiplos destinos ao mesmo tempo.

Todos os endereços multicast começam com o prefixo binário 11111111. Sua estrutura inclui campos para flags, escopo e um ID de grupo que identifica o grupo multicast dentro de um determinado escopo.

Flags (flgs):

- São 4 bits, dos quais:
 - T indica se o endereço é permanente (0) ou transitório (1).
 - P e R são definidos em outras RFCs ([RFC3306] e [RFC3956]).
 - O primeiro bit é reservado e deve ser zero.

Escopo (scop):

Define até onde o pacote multicast pode ser propagado. Exemplos:

- 1: Interface-local
- 2: Link-local
- 4: Admin-local
- 5: Site-local
- 8: Organização-local
- E: Global
- 0 e F são reservados e não devem ser usados.

O ID de grupo define o conjunto de interfaces participantes dentro daquele escopo.

Endereços Pré-definidos:

- Todos os nós: FF01::1 (interface-local), FF02::1 (link-local)
- Todos os roteadores: FF01::2, FF02::2, FF05::2
- Solicited-node: Derivado dos últimos 24 bits de um endereço IPv6 unicast ou anycast. Ex: se o IPv6 for 4037::1:800:200E:8C6C, o solicited-node será FF02::1:FF0E:8C6C

Cada nó deve calcular e participar dos grupos multicast relacionados aos seus próprios endereços (unicast ou anycast). Esses endereços são essenciais, por exemplo, para processos como descoberta de vizinhança no IPv6.

6. Conclusão

O protocolo IPv6 representa uma evolução significativa em relação ao IPv4, oferecendo maior capacidade de endereçamento, melhor organização hierárquica e suporte aprimorado para serviços modernos de rede. O novo modelo de endereçamento, que inclui os modos unicast, anycast e multicast, amplia as possibilidades de comunicação e otimiza o uso da infraestrutura de rede.

O unicast continua sendo a forma tradicional de comunicação ponto a ponto, enquanto o anycast permite uma entrega eficiente de pacotes ao nó mais próximo dentro de um grupo, melhorando desempenho e redundância. Já o multicast se destaca por permitir a distribuição eficiente de dados para múltiplos destinatários simultaneamente, sendo essencial em aplicações como streaming e descoberta de serviços.

A compreensão clara desses tipos de endereçamento é fundamental para a correta implementação e operação de redes IPv6, que são cada vez mais necessárias diante do esgotamento do espaço de endereçamento do IPv4. O estudo e aplicação adequada dessas técnicas contribuem para redes mais escaláveis, seguras e adaptadas às demandas atuais da comunicação digital.

7. Referências Bibliográficas

DEERING, S.; HINDEN, R. *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. IETF, 1998. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2460>. Acesso em: 19 jun. 2025.

HINDEN, R.; DEERING, S. *IP Version 6 Addressing Architecture*. IETF, 2006. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4291>. Acesso em: 19 jun. 2025.