



**nic.br**

Núcleo de Informação  
e Coordenação do  
Ponto BR

**cgib.br**

Comitê Gestor da  
Internet no Brasil



**registro.br cert.br cetic.br ceptro.br ceweb.br ix.br**

nic.br cgi.br

ceptro.br

# Endereçamento

ceptro.br nic.br cgi.br

# Endereçamento

- Um endereço IPv4 é formado por 32 bits.

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

- Um endereço IPv6 é formado por 128 bits.

$$2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$$

~ 56 octilhões ( $5,6 \times 10^{28}$ ) de endereços IP por ser humano.

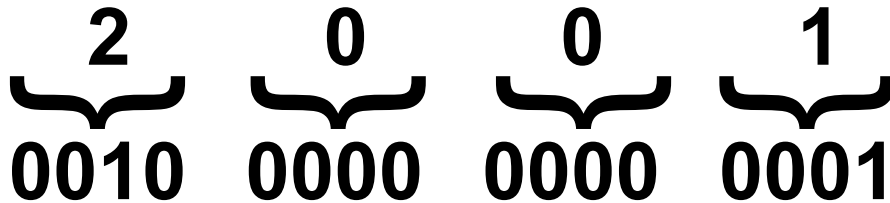
~ 79 octilhões ( $7,9 \times 10^{28}$ ) de vezes a quantidade de endereços IPv4.

# Endereçamento

A representação dos endereços IPv6, divide o endereço em oito grupos de 16 bits, separando-os por “:”, escritos com dígitos hexadecimais.

**2001:0db8:ad1f:25e2:cade:cafe:f0ca:84c1**

  
16 bits

  
2      0      0      1  
0010   0000   0000   0001

# Endereçamento

Na representação de um endereço IPv6 é recomendado:

- Utilizar caracteres minúsculos;
- Omitir os zeros à esquerda ;
- Representar os zeros contínuos por “::” uma única vez, o mais longo ou primeira ocorrência

Exemplo:

**2001:0db8:0000:0000:130f:0000:0000:140b**

**2001:db8:0:0:130f::140b**

Formato inválido: **2001:db8::130f::140b** (gera ambiguidade)



# Endereçamento

- Representação dos Prefixos
  - Como o CIDR (IPv4)
    - “endereço-IPv6/tamanho do prefixo”
  - Exemplo:
  - Prefixo **2001:db8:3003:2::/64**
    - Prefixo global **2001:db8::/32**
    - ID da sub-rede **3003:2**
- URL
  - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]/index.html](http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html)
  - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]:8080](http://[2001:12ff:0:4::22]:8080)

# Endereçamento

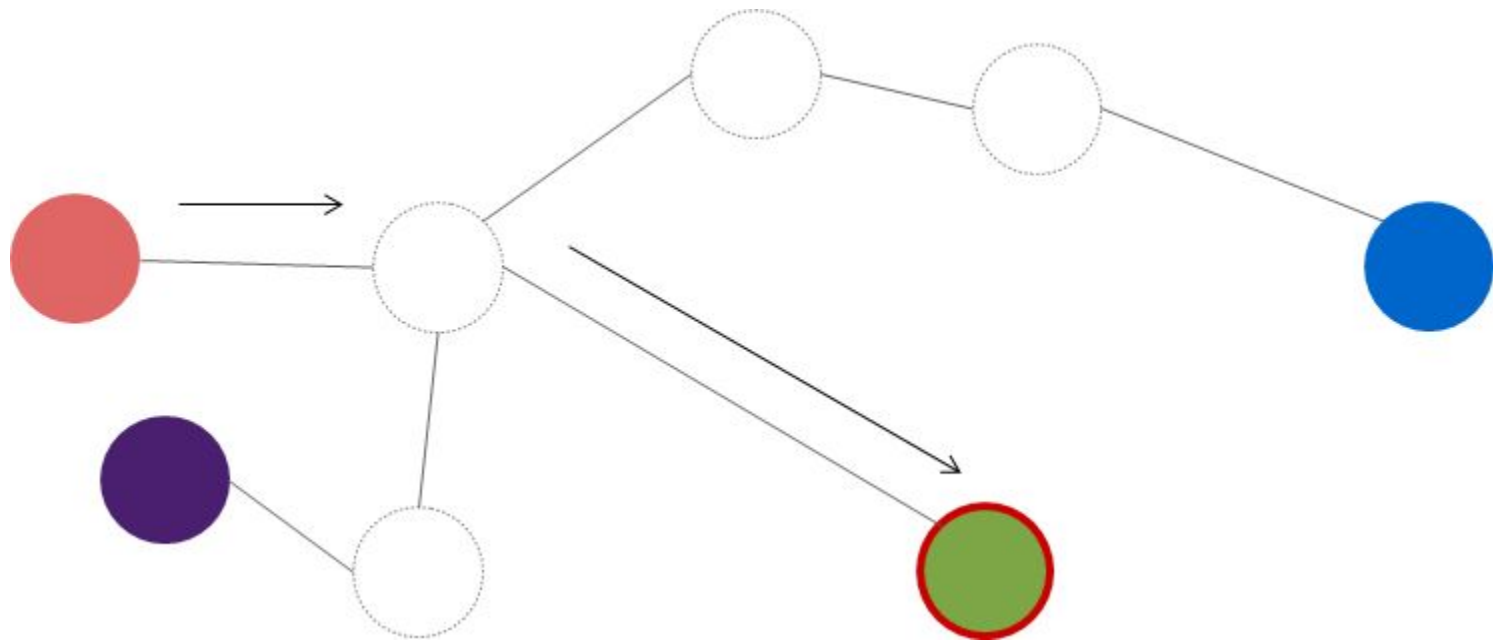
- Existem no IPv6 três tipos de endereços definidos:
- **Unicast** → Identificação Individual
- **Anycast** → Identificação Seletiva
- **Multicast** → Identificação em Grupo

Não existe mais **Broadcast**.



# Unicast

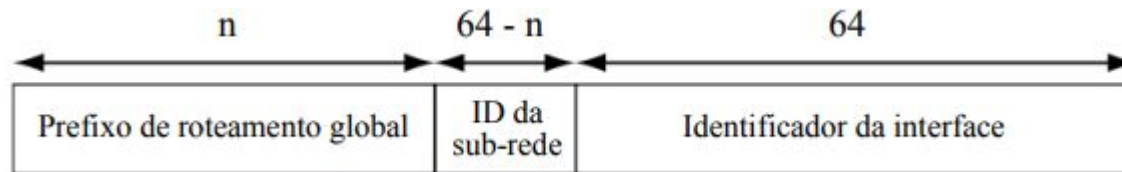
- Identificam uma interface univocamente
- O pacote é entregue apenas a uma interface



# Endereçamento

## Unicast

- Global Unicast

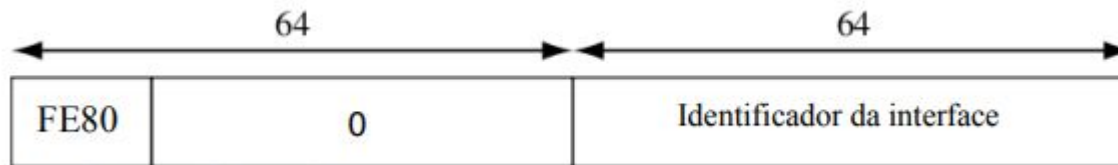


- Globalmente roteável (similar aos endereços públicos IPv4);
- **2000::/3**
  - 13% do total de endereços possíveis;
  - $2^{45} = 35.184.372.088.832$  redes /48 distintas.

# Endereçamento

## Unicast

- Link local

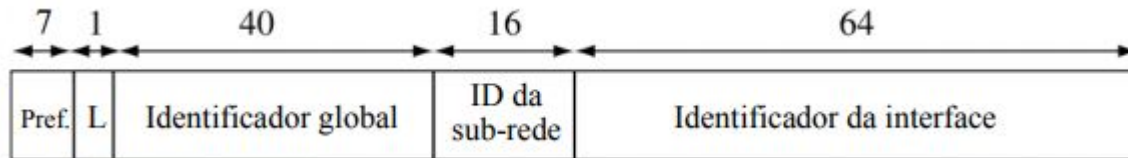


- **fe80::/64**
- Deve ser utilizado apenas localmente;
- Atribuído automaticamente (autoconfiguração stateless);

# Endereçamento

## Unicast

- Unique local



- **fc00::/7**
- Prefixo globalmente único (com alta probabilidade de ser único);
- Utilizado apenas na comunicação dentro de um enlace ou entre um conjunto limitado de enlaces;
- Não é esperado que seja roteado na Internet

# Endereçamento

## Unicast

- Identificador da Interface (IID)
  - Devem ser únicos dentro do mesmo prefixo de sub-rede.
  - O mesmo IID pode ser usado em múltiplas interfaces de um único nó, desde que estejam associadas a sub-redes diferentes.
  - Normalmente utiliza-se um IID de 64 bits, que pode ser obtido:
    - Manualmente
    - Autoconfiguração stateless
    - DHCPv6 (stateful)
    - A partir de uma chave pública (CGA)
  - IID pode ser temporário e gerado randomicamente.

# Endereçamento

## Unicast

- EUI-64
  - Problemas de segurança
    - Rastreabilidade e escaneamento de endereços
    - Possível identificar o MAC Address
      - **fe80::4a1e:c9ff:fe21:850c (MAC 48-1E-C9-21-85-0C)**
  - Depreciado (RFC8064)
    - Utilizar endereços temporários (RFC4941)
    - Utilizar geração semi aleatória (RFC7217)

# Endereçamento

- RFC4941 - Endereços temporários
  - Identificadores de interface
    - Randômicos
    - Variam com o tempo
      - Ex. hash MD5
      - Uma para cada prefixo global
      - Podem dificultar debugs e troubleshootings



# Endereçamento

- RFC7217 - Utilizar geração semi aleatória
  - Pelo menos 64 bits
  - IID estável quando no mesmo prefixo e interface

**RID = F(Prefix, Net\_Iface, Network\_ID, DAD\_Counter, secret\_key)**

- Exemplos de F()
  - SHA256

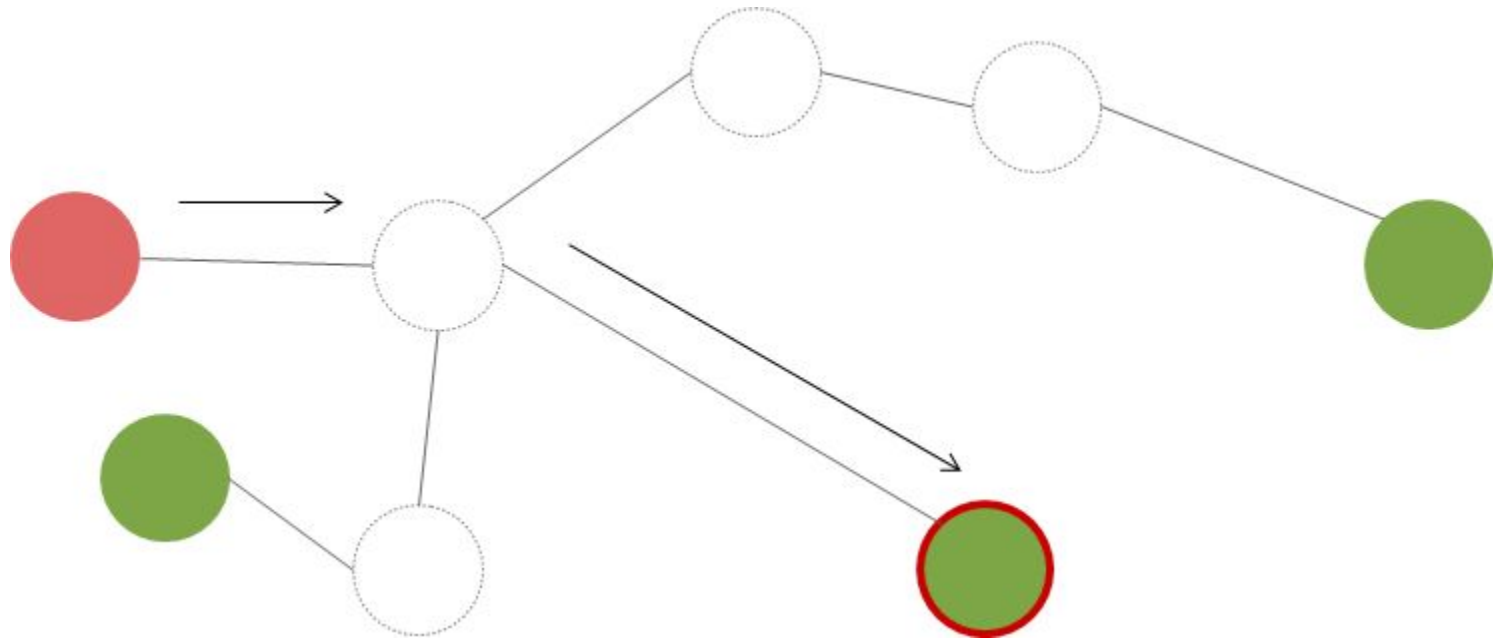
# Endereçamento

## Unicast

- Endereços especiais
  - Localhost - `::1/128` (`0:0:0:0:0:0:0:1`)
  - Não especificado - `::/128` (`0:0:0:0:0:0:0:0`)
  - IPv4-mapeado - `::ffff:wxyz`
- Faixas Especiais
  - 6to4 - `2002::/16`
  - Documentação - `2001:db8::/32`
  - Teredo - `2001:0000::/32`
  - IPv4 mapeado - `64:ff9b::/96`
- Obsoletos
  - Site local - `fec0::/10`
  - IPv4-compatível - `::wxyz`
  - 6Bone – `3ffe::/16` (rede de testes desativada em 06/06/06)

# Anycast

- **Um mesmo endereço**, sintaticamente equivalente a um unicast, **é atribuído a diversas interfaces.**
- O pacote é entregue à **mais próxima da origem.**



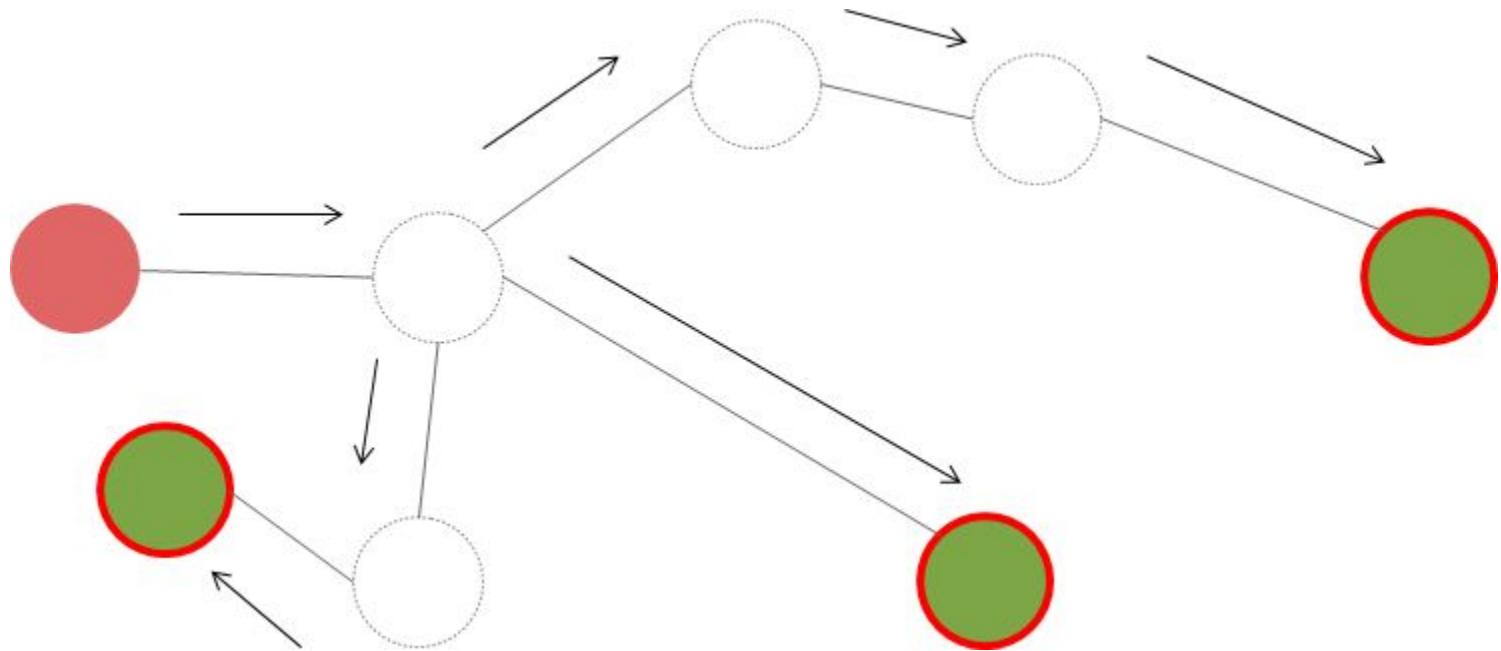
# Endereçamento

## Anycast

- Identifica um grupo de interfaces
  - Entrega o pacote apenas para a interface mais perto da origem.
- Atribuídos a partir de endereços unicast (são sintaticamente iguais).
- Possíveis utilizações:
  - Descobrir serviços na rede (DNS, proxy HTTP, etc.);
  - Balanceamento de carga;
  - Localizar roteadores que forneçam acesso a uma determinada sub-rede;
  - Utilizado em redes com suporte a mobilidade IPv6, para localizar os Agentes de Origem...
- Subnet-Router

# Multicast

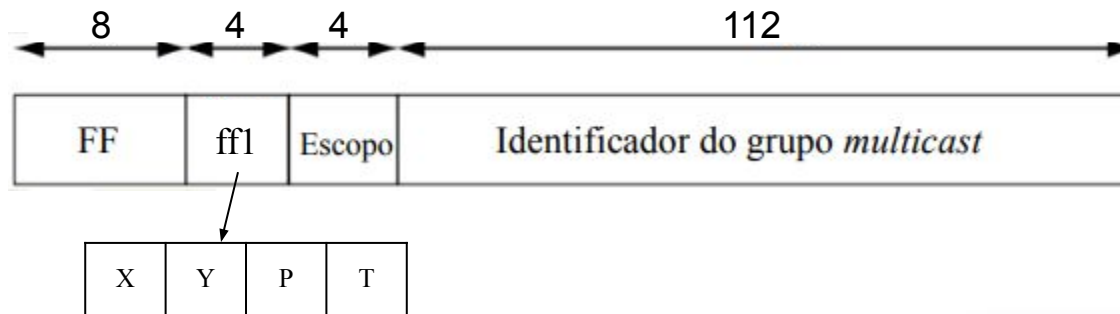
- Um endereço multicast **representa um grupo de interfaces.**
- **O pacote é entregue a todas as interfaces do grupo.**



# Endereçamento

## Multicast

- Identifica um grupo de interfaces.
- O suporte a multicast é obrigatório em todos os nós IPv6.
- O endereço multicast deriva do bloco **ff00::/8**.
- O prefixo **ff** é seguido de quatro bits utilizados como flags e mais quatro bits que definem o escopo do endereço multicast. Os 112 bits restantes são utilizados para identificar o grupo multicast.



# Endereçamento

## Multicast

- **Flags**

Flag	Valor (binário)	Descrição
Primeiro bit (X)	0	Marcado como 0 (Reservado para uso futuro)
Y	1	Endereço de um Ponto de Encontro (Rendezvous Point)
Y	0	Não representa um endereço de Ponto de Encontro
P	1	Endereço multicast baseado no prefixo da rede
P	0	Endereço multicast não baseado no prefixo da rede
T	1	Endereço multicast temporário (não alocado pela IANA)
T	0	Endereço multicast permanente (alocado pela IANA)

- **Escopo**

Valor (4 bits hex)	Descrição
1	Interface
2	Enlace
3	Sub-rede
4	Admin
5	Site
8	Organização
E	Global
(0, F)	Reservados
(6, 7, 9, A, B, C, D)	Não Alocados



# Endereçamento

## Multicast

Endereço	Escopo	Descrição
ff01::1 ff01::2	Interface Interface	Todas as interfaces (all-nodes) Todos os roteadores (all-routers)
ff02::1 ff02::2 ff02::5 ff02::6 ff02::7 ff02::d ff02::1:2 ff02::1:ffXX:XXXX	Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace Enlace	Todos os nós (all-nodes) Todos os roteadores (all-routers) Roteadores OSFP Roteadores OSPF designados Roteadores RIP Roteadores PIM Agentes DHCP Solicited-node
ff05::2 ff05::1:3 ff05::1:4	Site Site Site	Todos os roteadores (all-routers) Servidores DHCP em um site Agentes DHCP em um site
ff0X::101	Variado	NTP (Network Time Protocol)

# Endereçamento

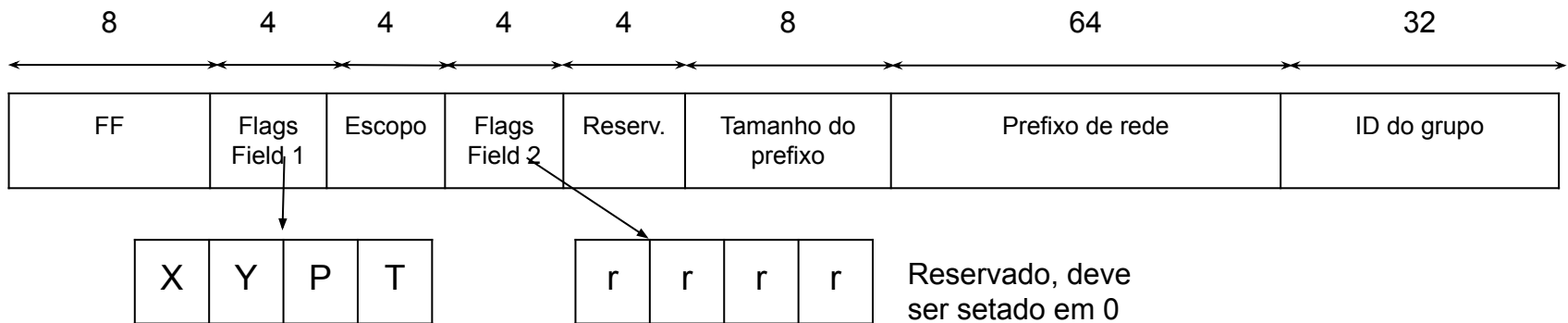
## Multicast

- Endereço Solicited-Node
  - Todos os nós devem fazer parte deste grupo;
  - Formado pelo prefixo **ff02::1:ff00:0000/104** agregado aos 24 bits mais a direita do IID;
  - Utilizado pelo protocolo de Descoberta de Vizinhança (Neighbor Discovery).

# Endereçamento

## Multicast

- Endereço multicast derivado de um prefixo unicast



- Flag P = 1
- Flag T = 1
  - Prefixo ff30::/12
- Exemplo:
  - prefixo da rede = 2001:db8::/32
  - endereço = **ff3e:20:2001:db8:0:0:cade:cafe**

# Endereçamento

## Multicast

- Do mesmo modo que no IPv4, os endereços IPv6 são atribuídos a interfaces físicas e não aos nós.
- Com o IPv6 é possível atribuir a uma única interface múltiplos endereços, independentemente do seu tipo.
  - Com isso, um nó pode ser identificado através de qualquer endereço de sua interfaces.
    - Loopback **::1**
    - Link Local **fe80:.....**
    - Unique local **fd07:....**
    - Global **2001:.....**
- A RFC 3484 determina o algoritmo para seleção dos endereços de origem e destino.

**Obrigado !!!**

**nic.br egi.br**

[www.nic.br](http://www.nic.br) | [www.cgi.br](http://www.cgi.br)