

IPv6

FEUP

MPR

A Necessidade de um Novo IP

- ◆ IPv4
 - Espaço de endereçamento pequeno
 - Usado de forma descontínua
 - Algumas soluções para resolver estes problemas
redes privadas (NAT), agregação de redes (CDIR)

- ◆ IETF desenvolve nova versão do IP: **IPv6**
 - Mesmos princípios arquitectónicos do IPv4
 - Muitas melhorias
 - Implica mudança do cabeçalho

- ◆ O IPv6 pode vir a ser relevante para as Comunicações
 - 1 endereço IP para cada dispositivo

IPv6 – Melhorias Relativamente ao IPv4

- » Endereços de 128 bits (16 octetos, 8 *shorts*). Sem classes
- » Suporte de QoS facilitado (descrição de fluxos de tempo real)
- » Funções de segurança (autenticação das partes, cifragem dos dados)
- » Autoconfiguração (*Plug-n-play*)
- » Routing
- » Multicast
- » Transição suave do IPv4

Representação dos Endereços

- ◆ 8 x 16 bit, hexadecimal. Separados por :

47CD : 1234 : 3200 : 0000 : 0000 : 4325 : B792 : 0428

- ◆ Formato comprimido: **FF01:0:0:0:0:0:43** **FF01::43**
- ◆ Compatibilidade com IPv4: **0:0:0:0:0:0:13.1.68.3** ou **::13.1.68.3**
- ◆ Endereço de loopback: **::1**
- ◆ Prefixos de rede com notação de / , como no v4
 - » **FEDC:BA98:7600::/40** prefixo de rede = 40 bits

Reserva de Endereços IPv6

Allocation	Prefix (binary)	Fraction of Address Space
-----	-----	-----
Unassigned	0000 0000	1/256
Unassigned	0000 0001	1/256
Reserved for NSAP Allocation	0000 001	1/128
Unassigned	0000 01	1/64
Unassigned	0000 1	1/32
Unassigned	0001	1/16
Global Unicast	001	1/8
Unassigned	010	1/8
Unassigned	011	1/8
Unassigned	100	1/8
Unassigned	101	1/8
Unassigned	110	1/8
Unassigned	1110	1/16
Unassigned	1111 0	1/32
Unassigned	1111 10	1/64
Unassigned	1111 110	1/128
Unassigned	1111 1110 0	1/512
Link-Local Unicast Addresses	1111 1110 10	1/1024
Site-Local Unicast Addresses	1111 1110 11	1/1024
Multicast Addresses	1111 1111	1/256

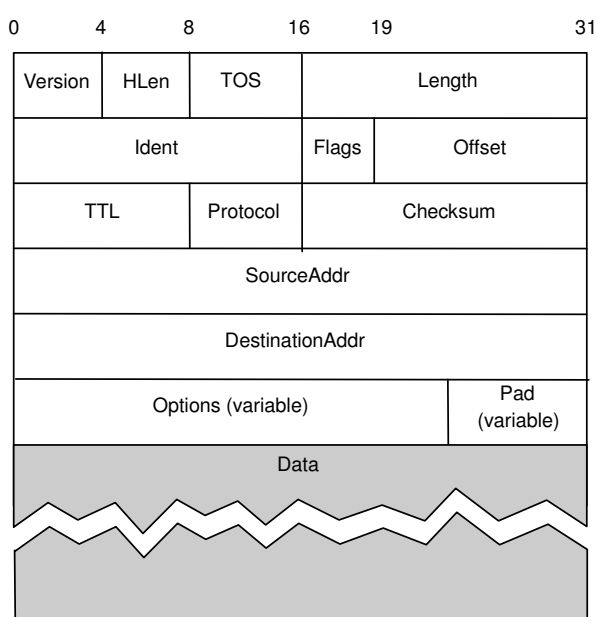
Endereços – *Link-Local, Site-Local, Global Unicast, Anycast*

- » *Link-Local*
 - Usado para comunicação entre nós na mesma ligação/LAN
 - Construído a partir do endereço MAC da carta
 - Routers não encaminham pacotes com endereços de destino *Link-Local*
- » *Site-Local*
 - Usados dentro de um site/empresa para construção de redes privadas
 - Routers não encaminham pacotes com endereços de destino *Site-Local* para fora do *Site*
- » *Global Unicast*
 - Endereços globais
 - Endereço: prefixo de rede + identificador do computador
 - Prefixos estruturados
 - agregação de redes; menos entradas nas tabelas de encaminhamento
- » *Anycast*
 - Endereço de grupo; pacote recebido por qualquer elemento do grupo
- » *Multicast*
 - Endereço de grupo; pacote recebido por todos os elementos do grupo

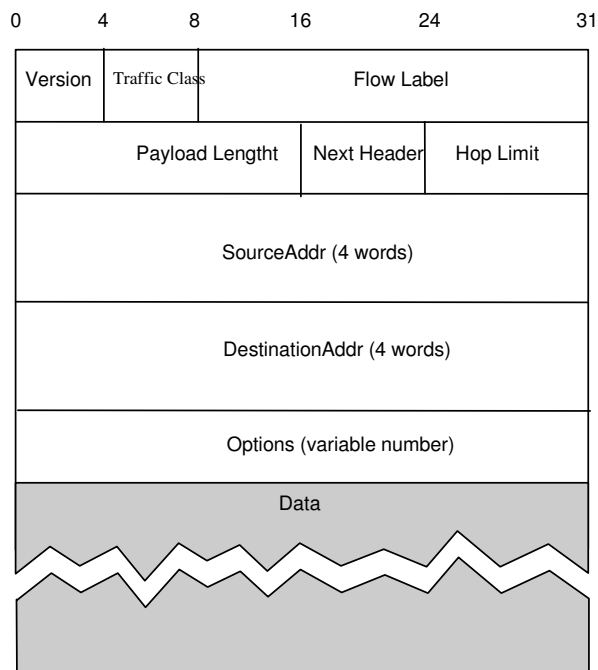
Formato dos Endereços

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">n bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">m bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">128-n-m bits</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px dashed black;">001 global rout prefix</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">subnet ID</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">interface ID</td> </tr> </table>	n bits	m bits	128-n-m bits	001 global rout prefix	subnet ID	interface ID	<p>Global Unicast Address (2000::/3)</p>		
n bits	m bits	128-n-m bits							
001 global rout prefix	subnet ID	interface ID							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">10 bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">54 bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">64 bits</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px dashed black;">1111111010</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">0</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">interface ID</td> </tr> </table>	10 bits	54 bits	64 bits	1111111010	0	interface ID	<p>Link-Local Unicast address (fe80::/10)</p>		
10 bits	54 bits	64 bits							
1111111010	0	interface ID							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">10 bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">54 bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">64 bits</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px dashed black;">1111111011</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">subnet ID</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">interface ID</td> </tr> </table>	10 bits	54 bits	64 bits	1111111011	subnet ID	interface ID	<p>Site-Local Unicast address (fec0::/10)</p>		
10 bits	54 bits	64 bits							
1111111011	subnet ID	interface ID							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 66%; text-align: center;">n bits</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">128-n bits</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px dashed black;">subnet prefix</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">0000000000000000</td> </tr> </table>	n bits	128-n bits	subnet prefix	0000000000000000	<p>Anycast address</p>				
n bits	128-n bits								
subnet prefix	0000000000000000								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">112 bits</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px dashed black;">11111111</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">flgs</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">scop</td> <td style="border-top: 1px dashed black;">group ID</td> </tr> </table>	8	4	4	112 bits	11111111	flgs	scop	group ID	<p>Multicast address grupo permanente ou não Scope - link, site, global, ... (ff::/8)</p>
8	4	4	112 bits						
11111111	flgs	scop	group ID						

Formato dos Pacotes IPv4 e IPv6



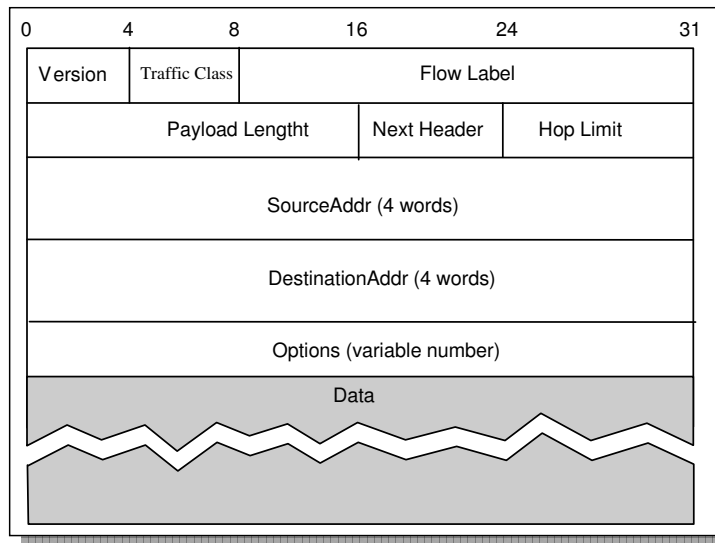
IPv4



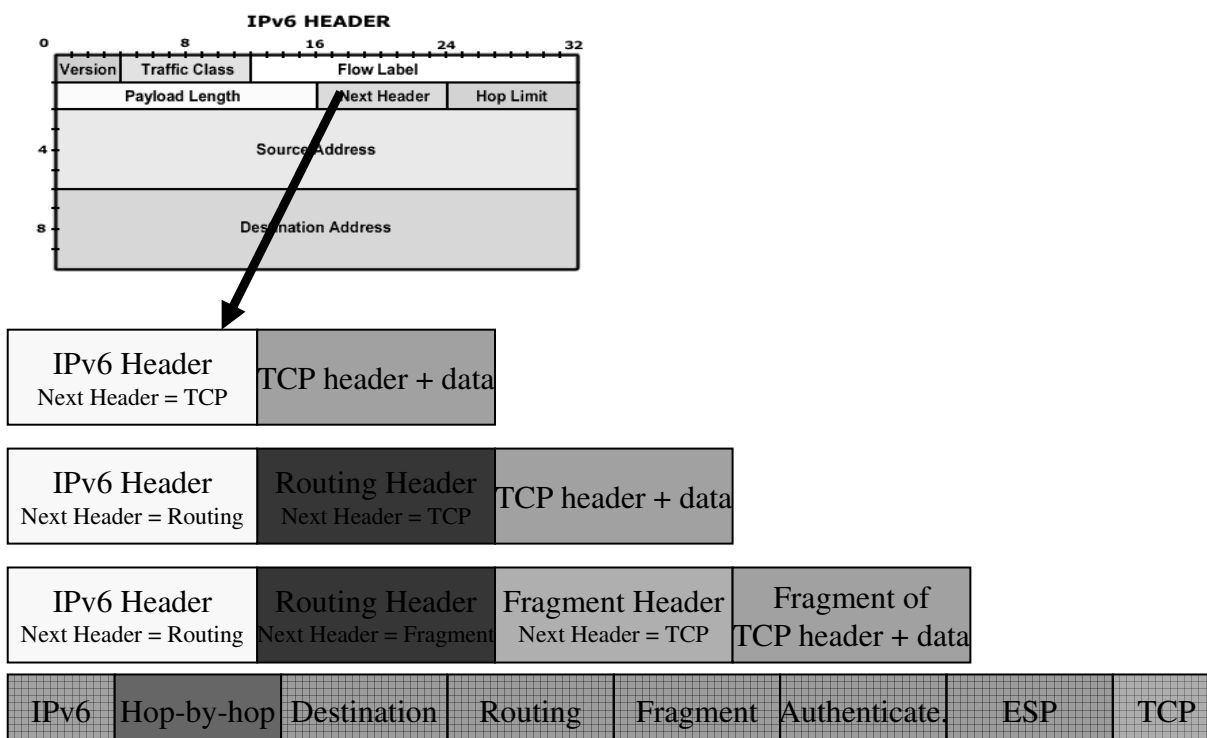
IPv6

Cabeçalho do Pacote IPv6

- ◆ Flow label identifica fluxo pacotes
 - » QoS, reserva de recursos
 - » pacotes com tratamento idêntico
- ◆ Payload length não inclui cabeçalho
- ◆ Hop limit = TTL (v4)
- ◆ Next header Identifica protocolo/extensão seguinte
- ◆ Options cabeçalhos de extensão



Cabeçalhos de Extensão



Tipos de Cabeçalhos de Extensão

- » Hop-by-hop
informação adicional, examinada por todos os nós atravessados por pacote;
outros cabeçalhos examinados só no destino ou em nós pré-definidos

- » Destination: Informação para o computador de destino

- » Routing: Lista de nós a visitar pelo pacote

- » Fragmentation: Feita pelo emissor do pacote, que deve descobrir o MTU

- » Authentication: Autenticação (assinatura) do cabeçalho do pacote

- » ESP: Informação sobre criptagem dados

IPv6 – Diferenças em relação ao IPv4

- » Não há *checksum* erros detectados noutra camada
Recurso ao pseudo header no TCP ou UDP

- » Cabeçalho de comprimento fixo
Diminui tempo de processamento do pacote

- » Não há informação de fragmentação/reassemblagem
 - Pacote de comprimento incorrecto é eliminado
 - Mensagem enviada para emissor, pedindo para reduzir comprimento de pacote

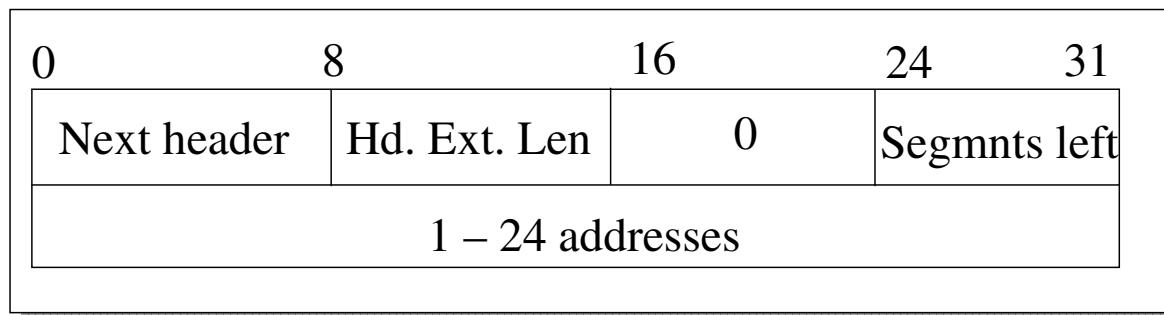
- » Emissor responsável pela descoberta do MTU

- » Segmentação possível em cabeçalho de extensão

- » Segurança suportada nativamente

Extensão de Routing

- » Sem este cabeçalho encaminhamento igual a IPv4
- » Extensão de *routing*
 - Contém lista de nós a visitar pelo pacote
 - semelhante ao *Source Routing*, do v4



Routing Header -

Pacote enviado de S para D, por I1, I2, I3

As the packet travels from S to I1:

Source Address = S	Hdr Ext Len = 6
Destination Address = I1	Segments Left = 3
	Address[1] = I2
	Address[2] = I3
	Address[3] = D

As the packet travels from I1 to I2:

Source Address = S	Hdr Ext Len = 6
Destination Address = I2	Segments Left = 2
	Address[1] = I1
	Address[2] = I3
	Address[3] = D

As the packet travels from I2 to I3:

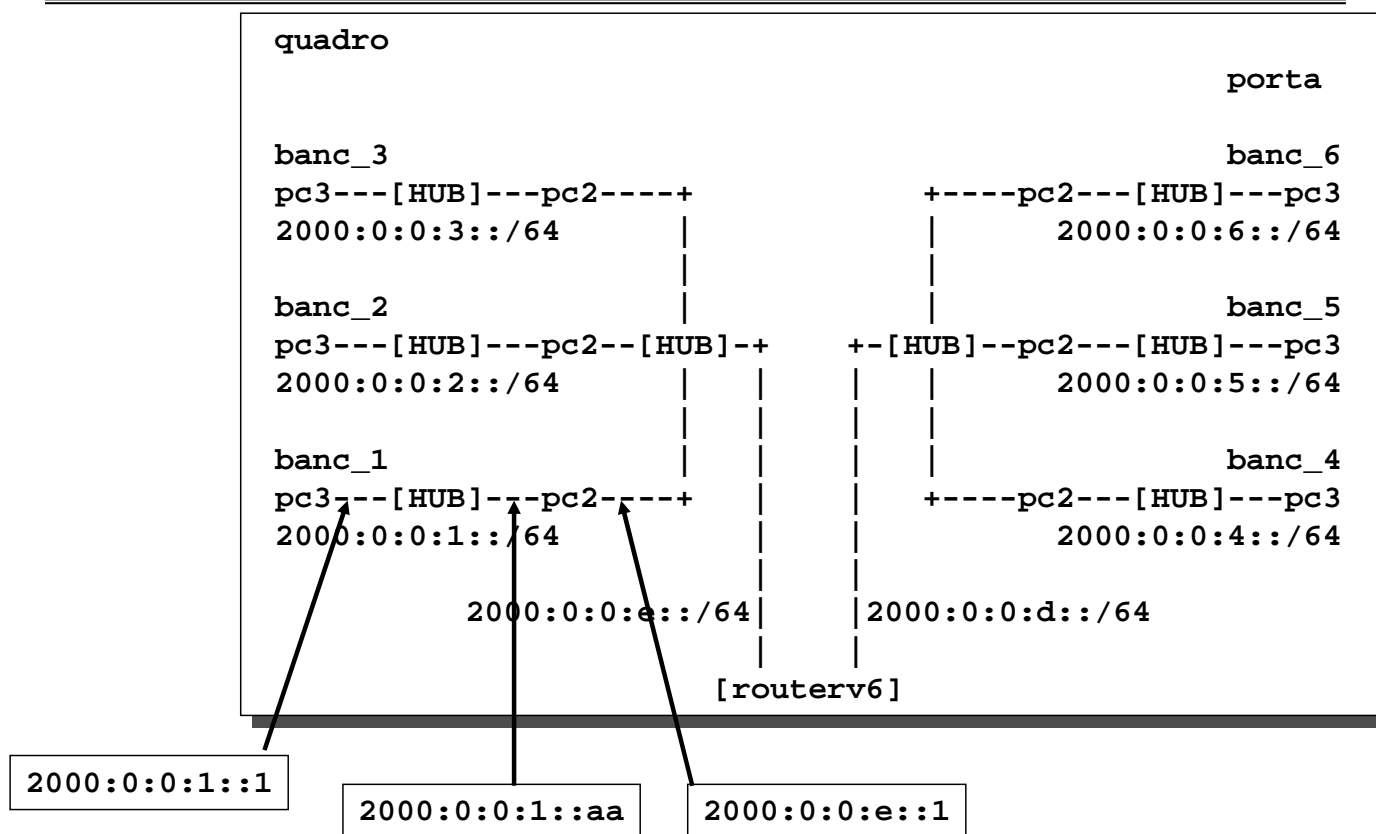
Source Address = S	Hdr Ext Len = 6
Destination Address = I3	Segments Left = 1
	Address[1] = I1
	Address[2] = I2
	Address[3] = D

As the packet travels from I3 to D:

Source Address = S	Hdr Ext Len = 6
Destination Address = D	Segments Left = 0
	Address[1] = I1
	Address[2] = I2
	Address[3] = I3

Lista de
nós
intermédios
visitados

Exemplo – Rede no Lab de Redes



Configuração da bancada 1, pc3 (tux13)

```

tux13:~# /sbin/ifconfig eth0 inet6 add 2000:0:0:1::1/64
tux13:~# ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:C0:DF:08:D5:99
          inet addr:172.16.1.13  Bcast:172.16.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: 2000:0:0:1::1/64 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::2c0:dfff:fe08:d599/10 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:81403 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2429 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:4981344 (4.7 MiB)  TX bytes:260692 (254.5 KiB)
          Interrupt:5

tux13:~# /sbin/route -A inet6 add 2000::/3 gw 2000:0:0:1::aa
tux13:~# route -A inet6
Kernel IPv6 routing table
Destination          NextHop             Flags Metric Ref Use Iface
::1/128              ::                  U      0     0  0  lo
2000:0:0:1::1/128   ::                  U      0     0  0  lo
2000:0:0:1::/64     ::                  UA     256   0  0  eth0
2000::/3             2000:0:0:1::aa    UG     1     0  0  eth0
fe80::2c0:dfff:fe08:d599/128  ::                  U      0     0  0  lo
fe80::/10            ::                  UA     256   0  0  eth0
ff00::/8             ::                  UA     256   0  0  eth0
::/0                 ::                  UDA    256   0  0  eth0

```


Identificador IEEE EUI-64

Method to create a IEEE EUI-64 identifier from an IEEE 48bit MAC identifier. This is to insert two octets, with hexadecimal values of 0xFF and 0xFE, in the middle of the 48 bit MAC (between the company_id and vendor supplied id). For example, the 48 bit IEEE MAC with global scope:

```

| 0           1|1           3|3           4|
| 0           5|6           1|2           7|
+-----+-----+-----+
| ccccc0gccccccc|ccccccccmmmmmmmmmm|mmmmmmmmmmmmmmmmmmmm|
+-----+-----+-----+

```

00:C0:DF:08:D5:99

where "c" are the bits of the assigned company_id, "0" is the value of the universal/local bit to indicate global scope, "g" is individual/group bit, and "m" are the bits of the manufacturer-selected extension identifier. The interface identifier would be of the form:

```

| 0           1|1           3|3           4|4           6|
| 0           5|6           1|2           7|8           3|
+-----+-----+-----+-----+
| ccccc1gccccccc|cccccccc11111111|11111110mmmmmmmmmm|mmmmmmmmmmmmmmmmmmmm|
+-----+-----+-----+-----+

```

fe80::2c0:dfff:fe08:d599

Transição do v4 para o v6

- » Computador opera em dupla pilha de protocolos (RFC2893)
 - u Computador v6 funciona também em v4
 - u Versão indica pilha a usar
- » Dois computadores v6 podem usar rede v4 (RFC2893)
 - u Adição de 96 0s a um endereço v4 de 32-bit. Ex. **::10.0.0.1**
 - u 2 computadores falam v6 entre si, mesmo que a rede seja toda v4
 - u túnel (v4 contendo v6) entre computadores
- » Computador v6 consegue falar com computador v4
 - u Usado endereço v6 mapeável em endereço v4
 - u Adição de 2 bytes de 1s ao endereço v4 + extensão de zeros
 - Ex **::ffff:10.0.0.1**
 - u O pacote circula na rede em v4. É convertido para v6 internamente

Protocolo Neighbor Discovery (ND)

- ◆ Nó IPv6 usa ND para
 - » Descobrir outros nós na mesma ligação/LAN
 - » Determinar endereço MAC desses nós
ND substitui ARP
 - » Descobrir os routers das suas redes
 - » Manter informação para sobre os vizinhos activos

- ◆ ND equivale em IPv4 a
 - » ARP IPv4
 - » ICMP Router Discovery
 - » ICMP Redirect

Mensagens do ND

- » Mensagens ICMP (sobre IP)
- » Utilização de endereços *Link Local*

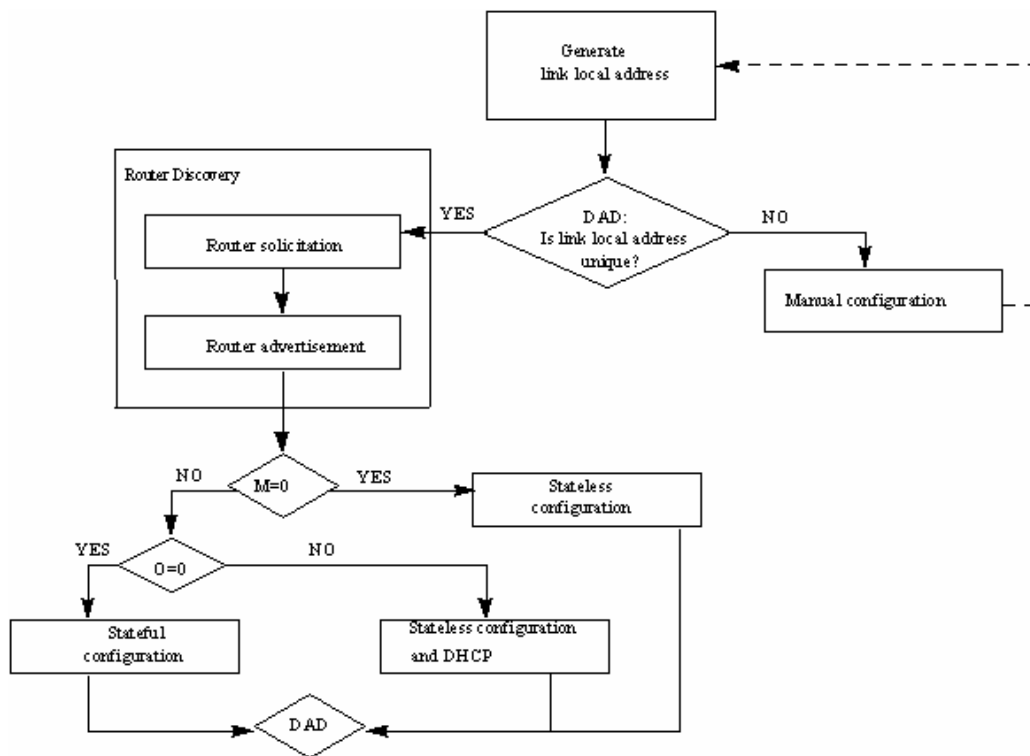
- » ***Neighbor Solicitation***
Enviada por nó para obter endereço MAC de vizinho / verificar a sua presença

- » ***Neighbor Advertisement:*** Resposta ao pedido

- » ***Router Advertisement***
Informação sobre prefixo de rede; periódica ou a pedido
Enviada por router para endereço IP *Link Local multicast*
- » ***Router Solicitation:*** Interface activa nó pede router para enviar *Router Advertisement*

- » ***Redirect:*** Usado por router para informar um nó acerca de melhor caminho

Configuração de Endereços



Transmissão de Pacote

