



6net



Information Society
Technologies



Protocolos de Roteamento IPv6

cfriacas@fccn.pt

FCCN

Carlos Friaças

6net

Membro da Equipe Técnica da FCCN, Lic. pela Univ.Lisboa

Projectos: 6NET, IPv6-DAR, IPv6 .EU TF, Gigapix, ...

Apresentações:

- **Roma/GEANT IPv6 Task-Force (2003)**
- **Cambridge/Terena TF-Next Generation (2003)**
- **Bruxelas/6NET (2003)**
- **Amsterdão/RIPE Meeting (2004)**
- **Atenas/Euro-IX Forum (2004)**



FCCN

- Gere a Rede Académica Portuguesa (RCTS)
- Gere o ccTLD .pt

6net

- Gere o Gigapix (Internet eXchange)

- Projectos

- B-Online

- e-U

- Cert.pt

- Multimédia



Agenda

6net

1) Roteamento Interno (IGP)

IS-IS

OSPFv3

2) Roteamento Externo (EGP)

BGP4+

Interno vs. Externo

6net

- **A distinção: conceito de AS**

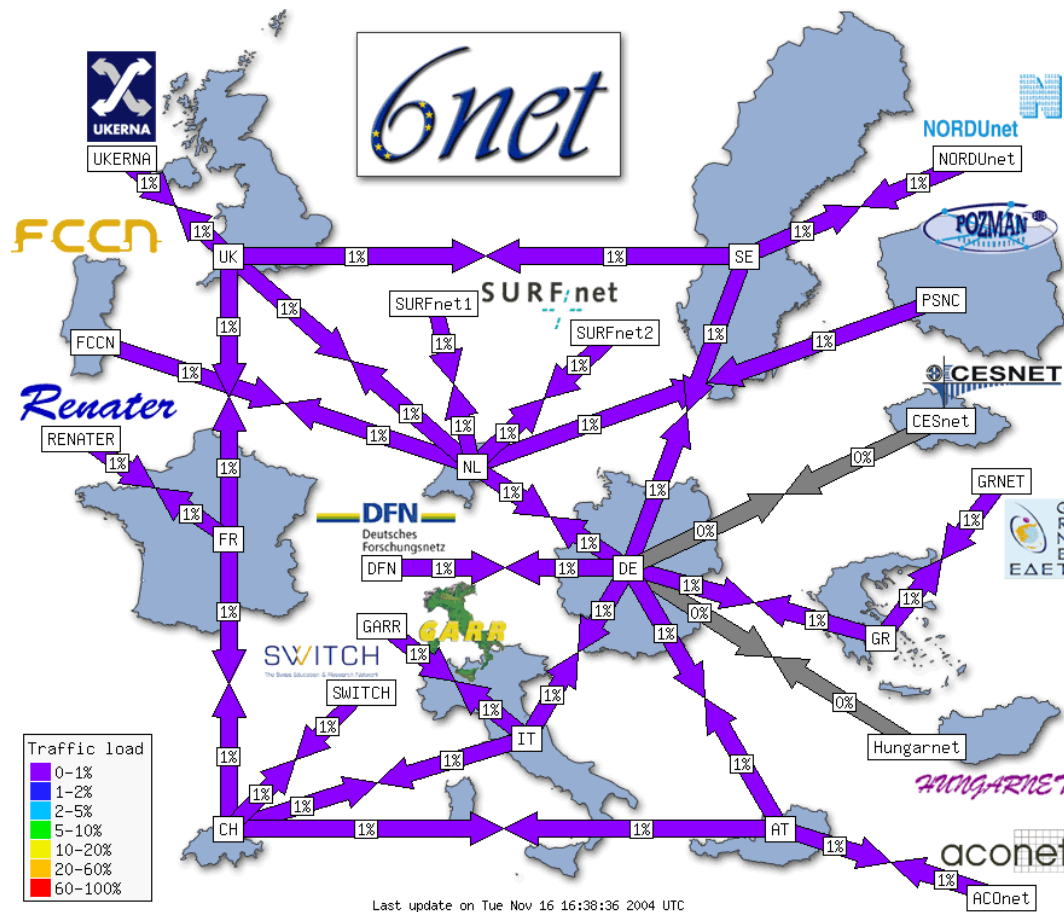
Sistema Autónomo (Autonomous System)

Define um Domínio Administrativo

Detém uma política de encaminhamento (roteamento) independente de qualquer outro Sistema Autónomo

Interno vs. Externo – 6NET

6net



- FCCN (1930)
- Renater (2200)
- Ukerna (786)
- DFN (680)
- GARR (137)
- Switch (559)
- ACOnet (1853)
- ...
- 6NET (6680)

Roteamento Interno da FCCN

6net

- Routers Juniper no *Núcleo/Fronteira*
- Routers Cisco no *Acesso*
- IPv6 só onde necessário

Lisboa

Porto

Évora

Guarda

Bragança

Braga

Coimbra



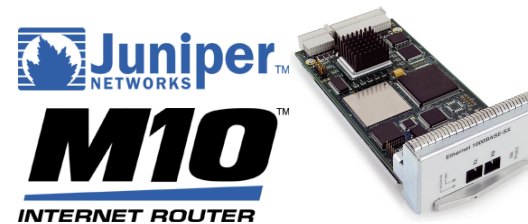
Equipamento IPv4/IPv6 na RCTS

6net

- **Novembro de 2004**

- **JunOS : 6.1R4.5**

- **IOS : 12.2(18)S5**



Tipos de Protocolo Interno

6net

- **Distance Vector (DV)**
 - RIP** (Routing Information Protocol)
 - IGRP** (Interior Gateway Routing Protocol)
- **Link State (LS)**
 - OSPF** (Open Shortest Path First)
 - IS-IS** (Intermediate System-to-Intermediate System)

Protocolos de Roteamento Interno

6net

- **IS-IS (RFC1142, Fev/1990)**
Intermediate System-Intermediate System
Protocolo baseado em OSI (clns)
- **OSPFv3 (RFC2740, Dez/1999)**
Open Shortest Path First version 3

... Porquê o foco em OSPF e IS-IS ?

6net

- **IGRP/EIGRP são protocolos proprietários (Cisco Systems)**



- **RIP:**

Só aplicável em ambientes limitados

Não escala

Convergência Lenta

IS-IS e OSPFv3 em Fabricantes

6net

- **Juniper**

IS-IS desde 5.x [T1 2003]



OSPFv3 desde 5.x [T1 2003]

- **Cisco**

IS-IS desde 12.2(8)T [T3 2002]



Multi-Topologia desde 12.2(15)T

OSPFv3 desde 12.2(13)T [T2 2003]

IS-IS #1

6net

- RFC 1142 (1990)
- Protocolo OSI
- Terminologia

IS = Intermediate System (Router)

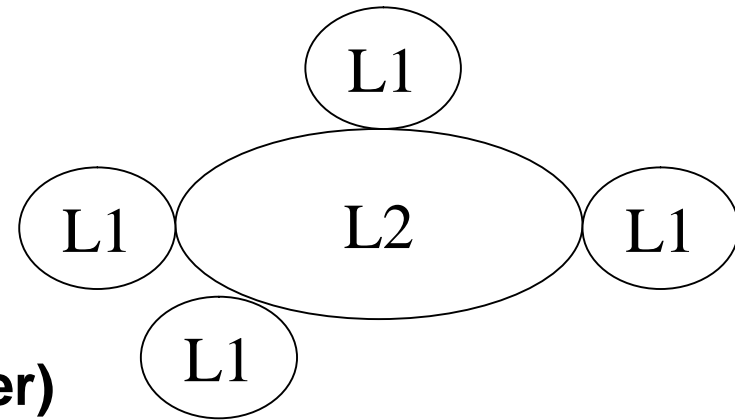
ES = End System (Host)

- Baseado em 2 níveis:

L2 = Backbone (Estrutura da Rede)

L1 = Stub (Áreas Circundantes)

L1L2 = Ligação entre zona de Backbone e Stub



IS-IS #2

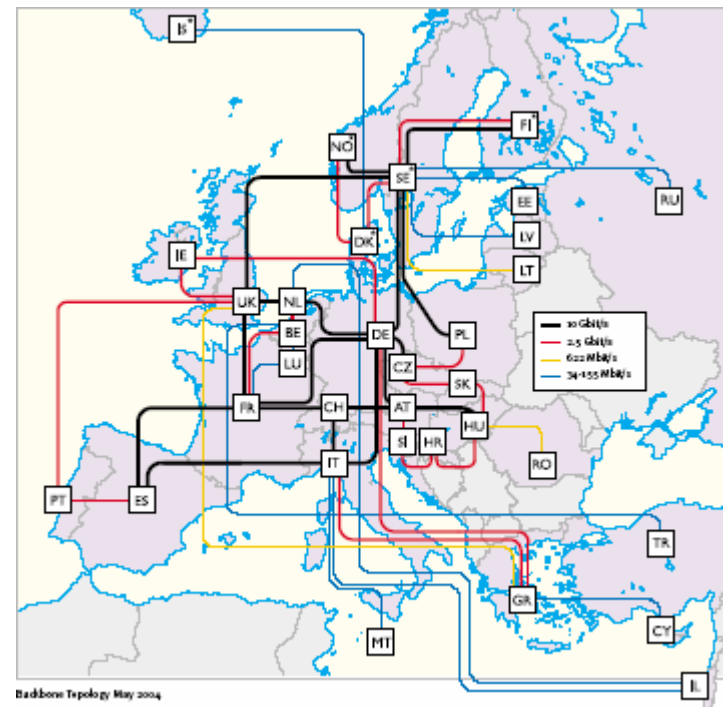
6net

- **Recomendações:**
 - Configurar métricas explicitamente**
 - Sempre que possível forçar L2 e desligar L1**
- **OSI:**
 - Não esquecer de activar «clns routing»**
 - O MTU OSI deve ser sempre inferior a 1500**
 - Pelo menos um endereço OSI por roteador**
 - Um estado ES-IS significa que há problema**

IS-IS @ GEANT

6net

- Opera em IPv4 e IPv6 simultaneamente
- GEANT, a Rede Académica Europeia migrou em 2003 para IS-IS de forma a suportar também o IPv6
- <http://www.geant.net>



IS-IS – Exemplos de Configuração Cisco

6net

```
clns routing
!
router isis 65000
  net 49.0001.0000.0000.0001.99
  passive interface default
  no passive-interface GigabitEthernet0/0.1
!
interface GigabitEthernet0/0.1
  ipv6 address 2001:CAFE:ABBA:1::1/64
  ipv6 router isis 65000
!
```


IS-IS – Cisco: Operação Diária



- *show config:*

```
router isis 1930
  net 49.0001.0000.0001.0006.00
```

- *show isis hostname*

```
Level System ID    Dynamic Hostname (1930)
* 0000.0001.0006 invicta6
```

- *show isis database*

IS-IS Level-1 Link State Database:

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime	ATT/P/OL
invicta6.00-00	* 0x0001785A	0x75FD	857	0/0/0
invicta6.02-00	* 0x00006F0B	0xFB5E	622	0/0/0
invicta6.03-00	* 0x00006F03	0xAEA0	562	0/0/0

IS-IS Level-2 Link State Database:

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime	ATT/P/OL
invicta6.00-00	* 0x0001B8EA	0x4C96	483	0/0/0

TAPPA TAP TAP TAP
TAPPY TAP TAP
TAPPY TAPPY TAP TAP
TAP TAP
TYPE TIP TAP
TAP TAP



IS-IS – Exemplos de Configuração Juniper #1

6net

```
Interfaces{
  lo0 {
    unit 0 {
      family iso {
        address 49.0001.0000.0000.0001.99;
      }
      family inet6 {
        address 2001:CAFE:ABBA:1::1/128;
      }
    }
  }
}
```

IS-IS – Exemplos de Configuração Juniper #2

6net

```
Protocols {
  isis {
    interface ge-0/0/0.1 {
      no-ipv4-multicast;
      level 1 {
        hello-interval 10;
        priority 100;
      }
    }
    interface lo0.0 ;
  }
}
```

OSPFv3

6net

- **RFC 2740 (1999)**
- **OSPFv3 = *OSPF for IPv6***
- ***Loopbacks***

Em IPv6 são necessários os endereços IPv4 como identificadores únicos do roteador

- **Baseado em «zonas» não hierárquicas**
- **A zona zero é a «default»**

Topologia simples: na FCCN apenas usamos esta zona, tanto em IPv4 como em IPv6

OSPFv3: No Terreno

6net

- **Formação de Vizinhanças/Adjacências**

- **Eleição DR/BDR**

Da mesma forma que em OSPFv2

Par DR/BDR para cada segmento (interface)

Recorre a endereços IPv4 (identificadores)

OSPFv3: Debug (Cisco)



```
Nov 17 14:44:51: OSPFv3: Database request to 193.136.5.29
Nov 17 14:44:51: OSPFv3: sent LS REQ packet to FE80::205:8500:2A1:8000,length 24
Nov 17 14:44:51: OSPFv3: Synchronized with 193.136.5.29 on FastEthernet1/1/0.2, state FULL
Nov 17 14:44:51: %OSPFv3-5-ADJCHG: Process 1930, Nbr 193.136.5.29 on FastEthernet1/1/0.2 from
LOADING to FULL
Nov 17 14:44:52: OSPFv3: Neighbor change Event on interface FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:52: OSPFv3: DR/BDR election on FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:52: OSPFv3: Elect BDR 193.136.5.8
Nov 17 14:44:52: OSPFv3: Elect DR 193.136.5.29
Nov 17 14:44:52: DR: 193.136.5.29 (Id) BDR: 193.136.5.8 (Id)
Nov 17 14:44:56: OSPFv3: Neighbor change Event on interface FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:56: OSPFv3: DR/BDR election on FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:56: OSPFv3: Elect BDR 193.136.5.8
Nov 17 14:44:56: OSPFv3: Elect DR 193.136.5.29
Nov 17 14:44:56: DR: 193.136.5.29 (Id) BDR: 193.136.5.8 (Id)
Nov 17 14:44:57: OSPFv3: Neighbor change Event on interface FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:57: OSPFv3: DR/BDR election on FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:44:57: OSPFv3: Elect BDR 193.136.5.8
Nov 17 14:44:57: OSPFv3: Elect DR 193.136.5.29
Nov 17 14:44:57: DR: 193.136.5.29 (Id) BDR: 193.136.5.8 (Id)
Nov 17 14:45:00: OSPFv3: Neighbor change Event on interface FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:45:00: OSPFv3: DR/BDR election on FastEthernet1/1/0.2
Nov 17 14:45:00: OSPFv3: Elect BDR 193.136.5.8
Nov 17 14:45:00: OSPFv3: Elect DR 193.136.5.29
Nov 17 14:45:00: DR: 193.136.5.29 (Id) BDR: 193.136.5.8 (Id)
Nov 17 14:45:50: Insert LSA 14 adv_rtr 193.136.5.16, type 0x2002 in maxage
```

OSPFv3 – Exemplos de Configuração Cisco

6net

```
interface GigabitEthernet0/0.1
  ipv6 address 2001:CAFE:ABBA:1::1/64
  ipv6 enable
  ipv6 ospf 65000 area 0
!
ipv6 router ospf 65000
  router-id 200.150.100.1
  passive-interface default
  no passive-interface GigabitEthernet0/0.1
  redistribute connected
  redistribute static
!
```

OSPFv3 – Cisco: Operação Diária

6net

- **show ipv6 ospf neighbor**

193.136.5.8	60	FULL/BDR	00:00:32	2	FastEthernet1/1/1.5
193.136.5.1	80	FULL/DR	00:00:34	4	FastEthernet1/1/1.5
193.136.5.29	128	FULL/DR	00:00:31	2	FastEthernet1/1/0.2
193.136.5.12	40	2WAY/DROTHER	00:00:30	25	FastEthernet1/1/0.2
193.136.5.32	5	2WAY/DROTHER	00:00:37	3	FastEthernet1/1/0.2

- **show ipv6 ospf database**

...

Type-5 AS External Link States

ADV Router	Age	Seq#	Prefix
193.136.5.1	1814	0x800030CF	::/0
193.136.5.2	1769	0x800000AB	2001:690:2100::/48
193.136.5.5	255	0x80000367	2001:690:1FFF:101::/64
193.136.5.6	1256	0x8000015C	2001:690:CAFE::/48
193.136.5.7	1674	0x80001158	2001:690::7/128
193.136.5.7	903	0x80000134	2001:690:2008::/48
193.136.5.10	386	0x80000034	2001:690:1FFF:100::/64
193.136.5.10	386	0x80000034	2001:690::3/128
193.136.5.10	386	0x80001157	2001:690:666::/56
193.136.5.10	386	0x80001C39	2001:690:810:A::/64

...



OSPFv3 – Exemplos de Configuração Juniper

6net

```
protocols {  
  ospf3 {  
    area 0.0.0.0 {  
      interface ge-0/0/0.1 {  
      }  
    }  
  }  
}
```

RCTS – Migração de IS-IS para OSPFv3 #1



- **Data: Março de 2004**
- **Coexistência Pacífica: Em paralelo durante quase um ano**
- **Redistribuição de rotas estáticas e ligadas da mesma forma (que com IS-IS)**
- **O uso do IS-IS relativamente ao IPv4 não causou problemas**
- **RCTS – Áreas geográficas Sul e Norte**

Um 2600 com IS-IS «esquecido» provocou um problema pontual

Foi útil no alerta para necessidade de monitorização em IPv6

RCTS – Migração de IS-IS para OSPFv3 #2

6net

- **Processo Simples!**
- **Cisco**
 - `ipv6 router ospf 1930`
 - `no router isis 1930`
- **Juniper**
 - `set protocols ospf3`
 - `delete protocols isis`

Agenda

6net

1) *Roteamento Interno (IGP)*

IS-IS

OSPFv3

2) Roteamento Externo (EGP)

BGP4+

Encaminhamento Externo

6net

- **BGP4+ (Border Gateway Protocol)**

RFC 2858:

**Multiprotocol Extensions for BGP-4
(Jun/2000)**



RFC 2545:

**Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for
IPv6 Inter-Domain Routing (Mar/1999)**

Um dos autores é português!

A Ligação «Cantino»

6net

- **Primeira Ligação *inteiramente dedicada à investigação* entre a América do Sul (RJ) e a Europa (LIS)**
- **2Mbps, IPv4 e IPv6**
- **Patrocínios: RNP, FCCN, Embratel e Portugal Telecom**
- **Peering nativo entre as Redes de Pesquisa:
RNP (AS1916) e FCCN (AS1930)**
- **Um ano de Funcionamento
(Julho/2002 a Junho/2003)**



Alocações de Endereços IPv6

6net

- LACNIC, APNIC, ARIN, RIPE e... AFRINIC



AfriNIC

- <http://www.ripe.net/rs/ipv6/ipv6allocs.html>
- Europa na liderança
- Prestadores de Serviços Internet obtêm um prefixo /32 de um dos RIRs
- IXPs/NAPs obtêm prefixos /48

RPSL e RPSLng



- **Routing Policy Specification Language [New Generation]**
- **RPSLng ainda em *draft*, RFC 2622 define o RPSL**
- **Propósito: Cadastro de redes usadas (e por quem) e definição pública de políticas de encaminhamento**
- **RPSL => inetnum, route, import, export**
- **RPSLng => inet6num, route6, mp-import, mp-export**

«Sessões» de BGP

6net

- **Porto 179, também para sessões IPv6**
- **Famílias de protocolos**
 - IPv4 unicast**
 - IPv4 multicast**
 - IPv6 unicast**
 - IPv6 multicast**
- **Cisco: show bgp ipv6 unicast sum**
- **Juniper: show bgp sum (todas as AF)**

Segurança

6net

- **Passwords MD5**
- **Recomendações:**
 - <http://www.space.net/~gert/RIPE/ipv6-filters.html>
- **Filtrar no sentido «inbound» e «outbound»**
- **Evitar o estado «pantanososo» do roteamento global IPv4, com rotas /24 a proliferarem**

O 6BONE

6net

- <http://www.6bone.net>
- Rede «Overlay» de Experimentação
- Baseado em Túneis (normalmente ipv6 sobre ipv4)
- Data de Descontinuação: 6/6/2006

RFC 3701



O BGP [IPv6] a nível global

6net

- Centenas de Rotas (~650) vs. 150K em IPv4
- Previsão de Crescimento: ~8192 (2^{13})
- Ghost Route Hunter
 - Looking Glass IPv6 Distribuido
 - <http://www.sixxs.net/tools/grh>
- Monitorização: Gert Doring
 - <http://www.space.net/~gert/RIPE/R49-v6-table>



Túneis vs. Nativo

6net

- **Túneis de Longa Distância**

Latência !!!

Perigo para a implantação do IPv6

Usuários terão uma percepção pior com IPv6 do que com IPv4!

- **Deve-se incentivar a obtenção de peerings e trânsito *nativos***



6to4 – 2002::/16



- **RFC 3068 – An Anycast Prefix for 6to4 Relay Routers**
- **É um mecanismo de transição baseado no BGP**
- **i.e. vários Sistemas autónomos «anunciam» as mesmas redes**
- **Permite aceder a redes IPv6 através das rotas 192.88.99.0/24 e 2002::/16 menos distantes**

Internet eXchanges/Network Access Points

6net

- Não constituem um problema para o IPv6, pois funcionam no *Layer2*
- Na Europa existe uma associação de IXPs: <http://www.euro-ix.net>, que está ajudando na disseminação do IPv6
- Em Portugal o *Gigapix* gerido pela FCCN é o IXP com mais membros (20), dos quais 6 trocam tráfego IPv6

<http://www.fccn.pt/gigapix>



Conclusão

6net

Perguntas e Respostas

Obrigado!