

# Protocolos em Redes de Dados

## Aula 05

### OSPF, IS-IS, IGRP e EIGRP

Luís Rodrigues

FCUL

2004-2005

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

## Sumário

### OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

### IS-IS

### IGRP

### EIGRP

### Resumo

- ▶ OSPF.
  - ▶ Suporte para diferentes tipos de redes.
  - ▶ Encaminhamento hierárquico no OSPF.
  - ▶ Gestão das rotas externas.
  - ▶ Outras facetas do OSPF.
- ▶ IS-IS.
- ▶ IGRP.
- ▶ EIGRP.

- ▶ NBMA: NonBroadcast MultiAccess.
  - ▶ Redes que permitem a vários encaminhadores comunicar directamente mas que não suportam difusão.
- ▶ Descoberta e manutenção de vizinhos
  - ▶ Configuração manual nos potenciais “Designated routers”.
  - ▶ “Hellos” trocados ponto-a-ponto entre o *Designated router* e o *Backup Designated Router*
  - ▶ “Hellos” trocados ponto-a-ponto entre os restantes encaminhadores e os encaminhadores designados.

- ▶ Sincronização da base de dados.
  - ▶ Semelhante às redes em difusão mas com comunicação ponto-a-ponto.
    - ▶ De um encaminhador para o encaminhador designado (e backup) e deste para todos os outros.
- ▶ Abstração.
  - ▶ Semelhante às redes em difusão.

- ▶ Se os encaminhadores não puderem comunicar directamente o modelo não se aplica.
  - ▶ Porque o encaminhamento é feito trocando pacotes directamente entre esses encaminhadores.
- ▶ Falhas na conectividade podem ser difíceis de detectar porque os anúncios seguem sempre pelos “Designated routers” .
  - ▶ É possível manter a base de dados coerente com indicação de conectividade sem esta existir de facto.

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

# Redes do tipo Ponto-para-multiponto (P2MP)

- ▶ Redes em que um pode falar com vários mas nem todos podem falar com todos.
  - ▶ ATM.
  - ▶ Frame Relay.
- ▶ O OSPF possui uma especialização para este tipo de redes, a qual permite colocar todos os encaminhadores na mesma rede (isto é, com endereços com o mesmo prefixo), apesar de estes não poderem comunicar directamente com todos os seus vizinhos.

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

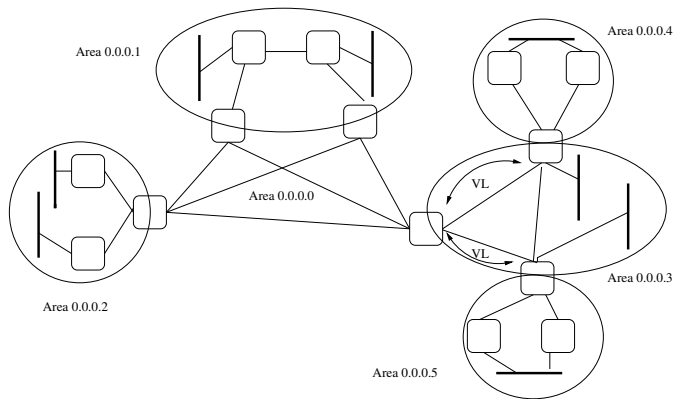
- ▶ Redes muito grandes gastam recursos importantes:
  - ▶ Memória para armazenar a base de dados com o estado dos elo.
  - ▶ CPU para calcular os caminhos.
  - ▶ Largura de banda para anunciar estados.
- ▶ Encaminhamento hierárquico reduz o tamanho das tabelas.

- ▶ Suporta hierarquia em dois níveis.
- ▶ Rede dividida em áreas.
- ▶ Encaminhadores que comunicam com outras áreas são “area border routers”
- ▶ “Border routers” anunciam sumários que agregam redes com o mesmo prefixo.
- ▶ Vantagens adicionais:
  - ▶ Mais robustez, protecção de encaminhamento (rotas locais preferidas), esconde prefixos.



- ▶ Uma das áreas serve de “backbone” área:
  - ▶ Esta área possui sempre o Identificador 0.0.0.0.
- ▶ Os border-routers anunciam as rotas locais no “backbone”.
- ▶ Ao receberem as rotas remotas, escolhem a melhor.
- ▶ Difundem as rotas remotas na sua própria área.

- ▶ Permitem ligar áreas ao “backbone” através de túneis sem obrigar a estabelecer um canal físico.
- ▶ Os anúncios são propagados para as outras áreas através do elo virtual.
- ▶ Os pacotes não necessitam de seguir o elo virtual se existir um caminho mais curto.



Sumário

OSPF

Sub-redes

**Áreas**

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

- ▶ Usam-se anúncios "As-external-LSAs".
- ▶ Cada "As-external-LSAs" anuncia um único prefixo.
- ▶ Quatro níveis de rotas:
  - ▶ 1-Intra-área routing.
  - ▶ 2-Inter-área routing.
  - ▶ 3-Métricas externas do tipo 1 (mesma ordem de grandeza, por exemplo RIP).
  - ▶ 4-Métricas externas do tipo 2 (resto do mundo, maior custo).
- ▶ As rotas externas são inundadas por todas as áreas.

- ▶ As rotas externas são propagadas sem alteração:
  - ▶ Evita processamento adicional nas fronteiras.
  - ▶ Garante a coerência das rotas externas.
- ▶ Para serem processadas, os outros encaminhadores necessitam de saber qual a localização da fonte de rotas externas.
  - ▶ ASBR: Autonomous System Boundary Router.
  - ▶ ASBR-summary-LSA cumprem este papel (indicam a rota até ao encaminhador fronteira do SA que injectou a rota externa)).
  - ▶ As rotas externas podem constituir uma parte significativa da base de dados.

- ▶ Quando routers BGP fazem trânsito, devem estabelecer ligações com todos os outros routers BGP usando IBGP:
  - ▶ Pode ser necessário grande número de ligações (existem maneiras de limitar este efeito).
- ▶ Pacotes “external-attribute-LSA” são usados para exportar os atributos das rotas BGP.
- ▶ Vários destinos podem partilhar as mesmas rotas.

- ▶ Áreas com restrições para redes com menos capacidade.
- ▶ Áreas "stub":
  - ▶ A base de dados é a mais pequena possível.
  - ▶ Rotas externas não são difundidas (caminhos externos são escolhidos por omissão).
  - ▶ Não suportam elos virtuais.
- ▶ NSSA (Not-so-stub-areas).
  - ▶ Exportam um número mínimo de rotas externas (tipicamente de uma sub-nuvem).
  - ▶ Usa-se um tipo de anúncio específico: evita-se a propagação para fora dessa área.

- ▶ Opções suportados pelo IP:
  - ▶ Normal, Baixo custo, Máxima fiabilidade, Máximo débito, Mínima latência.
  - ▶ Métricas diferentes para cada elo.
  - ▶ Árvore de escoamento diferente para cada tipo de serviço.
- ▶ Funcionalidade prevista originalmente e concretizada nalguns sistemas mas pouco (ou nada) utilizada.
  - ▶ Acabou por ser retirada da norma.



- ▶ O cabeçalho do pacote “Hello” possui um campo de opções que é usado para os encaminhadores anunciarem a sua configuração:
  - ▶ Tipo de funcionalidade que suportam (TOS, difusão, etc).
  - ▶ Se a área está configurada como “stub” ou não.
- ▶ Os encaminhadores podem recusar adjacências se as configurações forem incompatíveis.
  - ▶ Por exemplo, se um encaminhador assume que área é uma “stub” área e o outro não.

# Redes do tipo “demand circuit”

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

- ▶ Os vizinhos podem ser configurados de modo a não forçar actualizações periódicas a cada 30s.
- ▶ Dígitos “DoNotAge” evita o envelhecimento do anúncio.
- ▶ Permite manter a conectividade para uma nuvem remota.
- ▶ Só é eficiente se a área for “stub”.

# Suporte para “overflow” da base de dados

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

**Miscelânea**

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

- ▶ Limita o tamanho da base de dados.
- ▶ Aplicam-se apenas às rotas externas.
- ▶ Ficam as rotas por omissão para o exterior.
- ▶ Definem-se limites para o número destas entradas.

- ▶ Intra-Domain Intermediate System to Intermediate System Routing Protocol.
- ▶ Protocolo interior baseado numa aproximação “estado-dos-elos” definido no âmbito do OSI.
- ▶ Funcionamento semelhante ao OSPF.
- ▶ Concretizações disponíveis antes de existirem no mercado produtos OSPF.

## Sumário

### OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

### IS-IS

### IGRP

### EIGRP

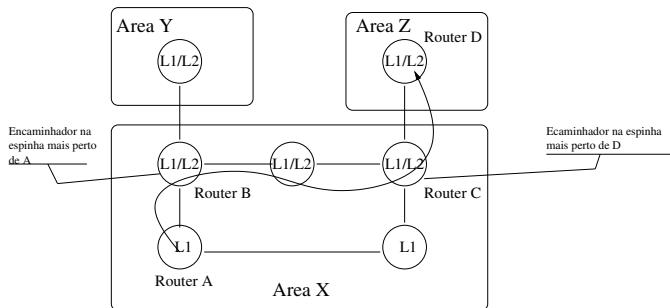
### Resumo

- ▶ Adaptado para suportar IP.
- ▶ Com estas adaptações permite realizar o “encaminhamento-integrado”:
  - ▶ O mesmo protocolo é usado para suportar a utilização de diferentes tipos de redes (IP e CLNP).

- ▶ Sistema hierárquico:
  - ▶ Cada IS possui um identificador único (que não varia com a área).
  - ▶ Um endereço inclui o identificador da área e o identificador do IS.
  - ▶ Conjunto de áreas (“nível-1”) interligadas por uma área-espinha (“nível-2”).
  - ▶ As áreas devem estar ligadas à área-espinha (embora o possam fazer por um túnel, designado por *elo-virtual*).

- ▶ Sistema hierárquico:
- ▶ Hierarquia estrita:
  - ▶ Pacotes para fora da área são encaminhados para o encaminhador de nível-2 mais próximo.
  - ▶ Uma área de nível-1 comporta-se como uma “stub-area” do OSPF.
  - ▶ Na área-espinha, são encaminhados para o encaminhador de nível-2 mais próximo que pertença à área de destino.

# Encaminhamento não-ótimo



## Sumário

### OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

### IS-IS

### IGRP

### EIGRP

### Resumo



- ▶ IS trocam periodicamente pacotes “Hello”:
  - ▶ Indicam se o encaminhador é de nível-1, nível-2 ou ambos.
  - ▶ Contém a indentificação das áreas às quais o encaminhador pertence.
  - ▶ Indicam uma prioridade (para eleger um “encaminhador designado”).
  - ▶ Contém um identificador da rede sobre a qual o anúncio é feito.

- ▶ O “encaminhador designado” lista as ligações da “rede” aos nós. Os restantes encaminhadores indicam apenas a sua ligação à rede.
- ▶ No mesmo elo podem formar-se dois níveis diferentes de adjacências:
  - ▶ Adjacências de nível-1 e de nível 2.

- ▶ Troca de anúncios por inundação.
- ▶ Troca de confirmações através de mensagens que indicam quais os números de sequência recebidos.
- ▶ Um anúncio é retransmitido até uma confirmação ser recebida de todos os vizinhos ou ser substituído por um anúncio mais recente.

- ▶ Interior Gateway Routing Protocol.
- ▶ Protocolo proprietário da *cisco* que expande a funcionalidade do RIP.
- ▶ O protocolo oferece:
  - ▶ Métricas compostas.
  - ▶ Suporte a rotas por omissão.
    - ▶ Não só a rota 0.0.0.0, mas qualquer endereço pode ser marcado como “rota por omissão”.
  - ▶ Detecção de ciclos.
  - ▶ Encaminhamento “multi-rota”.

# IGRP: métricas compostas

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

**IGRP**

EIGRP

Resumo

$$M = \left( K_1 \text{bandwidth} + \frac{K_2 \text{bandwidth}}{256 - \text{load}} + K_3 \text{delay} \right) \frac{K_5}{\text{reliability} + K_4}$$

# IGRP: Detecção de ciclos (quarentena)

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

- ▶ Primeira versão usa um mecanismo designado por quarentena:
  - ▶ Quando um elo falha, não se aceitam rotas para esse elo durante um período de quarentena (muito lento, pode deixar uma máquina desligada por dois períodos = 3 minutos).

# IGRP: Detecção de ciclos (envenenamento)

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo

- ▶ Segunda versão usa um mecanismo designado por “envenenamento da rota”:
  - ▶ Se a métrica para um vizinho sobe, o anúncio é descartado e deve ser reconfirmado no próximo período.
  - ▶ Se a rota para um destino passa pela interface X, quando se envia um anúncio por essa interface coloca-se o custo a infinito.

# IGRP: encaminhamento “multi-rota”.

- ▶ O IGRP guarda várias entradas na tabela para cada destino:
  - ▶ Se existem várias rotas com o mesmo custo, podem ser usadas para balancear a carga.
  - ▶ Permitem uma mais rápida recuperação de falhas.
  - ▶ Pode também ser configurado para fazer a distribuição de carga sobre caminhos de custo diferente.



- ▶ “Enhanced” IGRP
  - ▶ Optimizações para reduzir o tráfego na rede.
  - ▶ Esquema melhorado de detecção de ciclos: o algoritmo DUAL (distributed update algorithm).

- ▶ Actualizações:
  - ▶ Estimuladas por alterações na rede.
  - ▶ Enviadas só para os nós que são afectados pela alteração.
  - ▶ Parciais: só se distribui a porção da tabela que foi alterada.
  - ▶ Difusão fiável das actualizações pelos vizinhos (troca explícita de confirmações).
- ▶ Descoberta e manutenção de vizinhança:
  - ▶ Troca periódica de pacotes “Hello”.

- ▶ Seja cada custo na tabela de encaminhamento do nó  $i$  representado por  $d(i, j) = l(i, x) + d(x, j)$ .
- ▶ Quando um nó recebe uma actualização  $d'(x, j)$ .
- ▶ Se  $x$  faz parte do caminho para  $j$ , e o custo aumenta, procura outro vizinho  $k : d(k, j) < d(i, j)$ .
- ▶ Se  $k$  existe, adopta  $k$ .
  - ▶ Nota: esta condição assegura que a rota de  $k$  para  $j$  não passa por  $i$ !
- ▶ Caso contrário: próximo acetato.

- ▶ Caso contrário, “congela” actualizações para  $j$ , calcula  $d'(i, j) = l(i, x) + d'(x, j)$  e pergunta a todos os vizinhos (excepto  $x$ ) qual o custo após a aplicação de  $d'(i, j)$ .
  - ▶ Intuição: assegura que esses nós também actualizam os seus custos.
  - ▶ Enquanto a rota está congelada responde com  $d'(i, j)$ .
- ▶ A rota é “descongelada” após se receber a resposta de todos os vizinhos.

# Algoritmo DUAL: exemplo 1

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

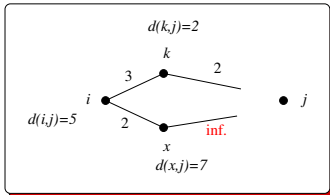
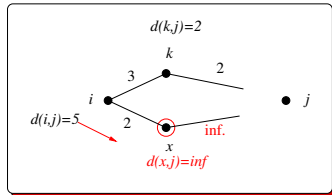
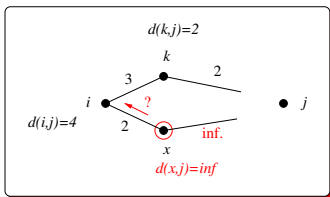
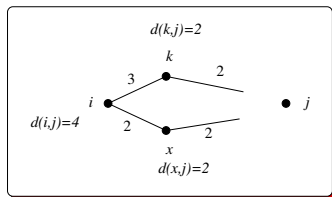
Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo



# Algoritmo DUAL: exemplo 2

Sumário

OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

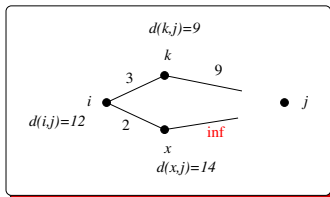
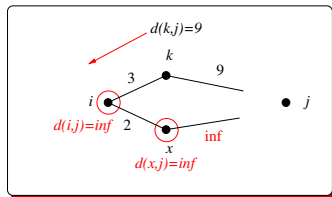
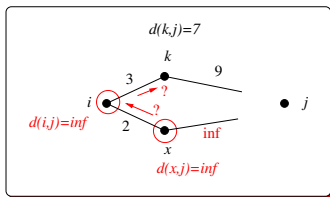
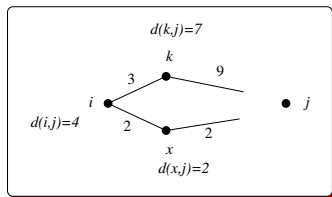
Miscelânea

IS-IS

IGRP

EIGRP

Resumo



# Algoritmo DUAL: exemplo 3

## Sumário

### OSPF

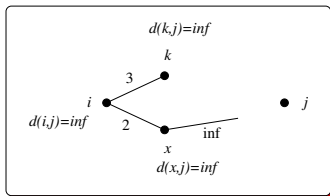
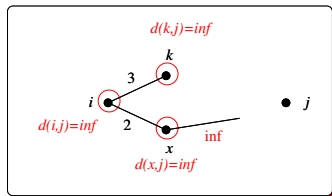
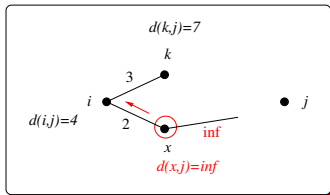
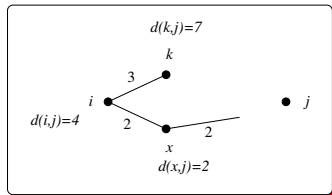
- Sub-redes
- Áreas
- Rotas externas
- Tipos de áreas
- Miscelânea

### IS-IS

### IGRP

### EIGRP

### Resumo



- ▶ OSPF.
  - ▶ Tipos de redes.
  - ▶ Encaminhamento hierárquico.
  - ▶ Rotas externas.
  - ▶ Suporte para vários tipos de serviço.
- ▶ IS-IS.
- ▶ IGRP e EIGRP.

## Sumário

### OSPF

Sub-redes

Áreas

Rotas externas

Tipos de áreas

Miscelânea

### IS-IS

### IGRP

### EIGRP

### Resumo