

# Protocolos em Redes de Dados

## Aula 05 BGP: Introdução

Luís Rodrigues

FCUL

2005-2006



# Sumário

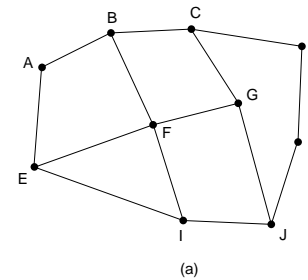
- ▶ Funcionalidades fundamentais do BGP.
- ▶ Tipos de pacotes.
- ▶ Atributos principais.

# BGP: Border Gateway Protocol

- ▶ Protocolo exterior utilizado actualmente.
- ▶ Equilíbrio entre "vectores de distância" e "estado dos elos".
- ▶ A conectividade é divulgada na forma de um "caminho" que indica quais os sistemas autónomos incluídos na rota.



# BGP: ilustração



Information F receives  
from its neighbors about D

From B: "I use BCD"  
From G: "I use GCD"  
From I: "I use IFGCD"  
From E: "I use EFGCD"

(b)



## BGP: vantagem de trocar rotas

- ▶ Se um encaminhador recebe o anúncio de uma rota em que o próprio sistema autónomo já se encontra incluído, descarta essa rota.
  - ▶ Deste modo evitam-se ciclos no encaminhamento.



## BGP: concretização baseada em TCP

- ▶ As ligações entre vizinhos são suportadas por ligações TCP.
- ▶ Maior fiabilidade, possibilidade de trocar pacotes longos.
- ▶ Tipos de pacotes
  - ▶ Estabelecer a ligação.
  - ▶ Disseminar actualizações.
  - ▶ Notificar detecção de falhas na ligação.
  - ▶ Testar a actividade.



## BGP: funcionamento típico

- ▶ Fase inicial:
  - ▶ Parceiros trocam conteúdos das bases de dados.
- ▶ Regime estável:
  - ▶ Só trocam actualizações.
  - ▶ Enorme vantagem em relação a algoritmos de gerações anteriores.
- ▶ Anúncios:
  - ▶ Indicam o estabelecimento de novas rotas.
- ▶ Remoções/retiradas (withdrawals):
  - ▶ Indicam que uma rota previamente anunciada deixou de estar disponível.

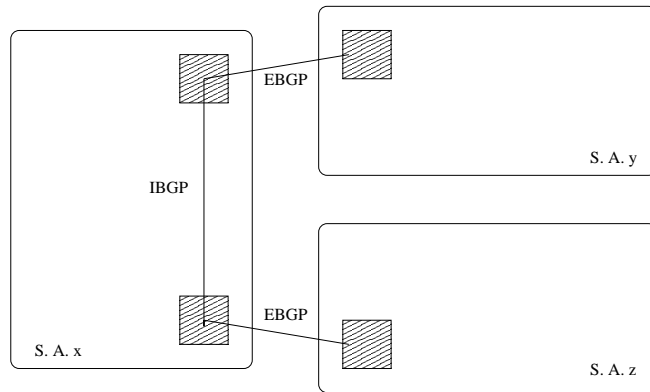


## BGP: vizinhos interiores e exteriores

- ▶ Um encaminhador fronteira troca informação com os seus vizinhos:
  - ▶ Exteriores (pertencentes a outros sistemas autónomos).
  - ▶ Interiores (pertencentes ao mesmo sistema autónomo).



# BGP: ligações internas



# Formato das mensagens

- ▶ Marcador de 16 octetos, seguido de um campo de dois octetos para o comprimento e outro de 1 octeto indicando o tipo de pacote.
  - ▶ Os dados são os campos seguintes.
  - ▶ KEEPALIVE não possui campo de dados.
  - ▶ O marcador é usado para trocar informação de autenticação.



# Teste de actividade

- ▶ Vizinhos trocam mensagens "KEEPALIVE" periodicamente.
  - ▶ Estas mensagens permitem detectar falhas dos vizinhos.



# Estabelecimento de vizinhos

- ▶ Criar uma ligação TCP/IP.
- ▶ Negociar parâmetros como o intervalo entre KEEPALIVES.
  - ▶ Cada encaminhador propõe um valor e o menor é escolhido.



# Pacote OPEN

Version	
My autonomous system	
Hold time	
BGP Identifier	
Opt Len	
Optional parameters	



## Estabelecimento de ligação

- ▶ Podem ocorrer erros ao tentar estabelecer a ligação TCP ou posteriormente na troca de pacotes OPEN.
- ▶ Caso ocorra um erro é gerada uma NOTIFICATION e a ligação é cortada.
  - ▶ Exemplos de erros: sistema autónomo não autorizado, expirar do Hold time.



# Parâmetros do OPEN

- ▶ **Versão:**
  - ▶ Qual a versão do protocolo (actual BGP4).
- ▶ **My autonomous system:**
  - ▶ Identificador do sistema autónomo a que o encaminhador pertence.
- ▶ **Hold time:**
  - ▶ Tempo entre KEEPALIVE ou UPDATE.
- ▶ **Identifier:**
  - ▶ Identificador do encaminhador.
- ▶ **Opções:**
  - ▶ Como por exemplo, parâmetros usados para autenticação.



## Anúncios

- ▶ Troca de pacotes designados por UPDATEs.
- ▶ Cada UPDATE possui:
  - ▶ Quais as redes acessíveis.
  - ▶ Lista de atributos do caminho para essas redes (nomeadamente, quais os sistemas atravessados).
  - ▶ Quais as redes inacessíveis.



- ▶ Cada rede anunciada ou retirada (withdrawn) é definida por um par:
  - ▶  $\langle$  comprimento do prefixo (1 octeto), prefixo (tamanho variável)  $\rangle$

- ▶ Cada atributo possui três campos:
  - ▶ Tipo de atributo (dois octetos).
  - ▶ Comprimento do atributo.
  - ▶ Valor (comprimento variável).

## Tipo de atributo

- ▶ Por sua vez inclui dois campos:
  - ▶ Flags de controlo.
  - ▶ Tipo de atributo.
- ▶ “Flags” :
  - ▶ Opcional ou “well-known”.
  - ▶ Transitivo ou não-transitivo.

## Tipos de atributos

- ▶ Well-known mandatory:
  - ▶ Tem de estar presente em todos os anúncios e deve ser reconhecido por qualquer encaminhador.
- ▶ Well-known discretionary:
  - ▶ Deve ser reconhecido por qualquer encaminhador embora possa ser omitido.

# Tipos de atributos

- ▶ Optional transitive:
  - ▶ Deve ser propagado em anúncios para outros sistemas, mesmo que o encaminhador não o reconheça.
- ▶ Optional nontransitive:
  - ▶ Deve ser descartado se não for reconhecido.



# Tipos de atributos

- ▶ 1-ORIGIN: well-known mandatory.
- ▶ 2-AS\_path: well-known mandatory.
- ▶ 3-NEXT\_HOP: well-known mandatory.
- ▶ 4-MULTI\_EXIT\_DISC: optional nontransitive.
- ▶ 5-LOCAL\_PREF: well-known discretionary.
- ▶ ...



# Internal BGP

- ▶ Usado entre encaminhadores do mesmo sistema autónomo, para trocarem entre si rotas adquiridas *do exterior*.
- ▶ Um encaminhador não propaga para outros encaminhadores do mesmo sistema rotas anunciadas por vizinhos IBGP.
  - ▶ Todos os encaminhadores do sistema autónomo devem estabelecer relações de vizinhança mútuas.
  - ▶ A explosão de ligações pode ser evitada usando “reflectores de rotas”.



# BGP: Interligação com o IGP

- ▶ As rotas obtidas através de BGP devem ser divulgadas dentro do sistema autónomo.
- ▶ Por exemplo, se for usado OSPF, são divulgadas como rotas externas.
- ▶ Se um sistema autónomo fizer trânsito, não deve anunciar rotas que não sejam reconhecidas pelo IGP.
  - ▶ Pode obter esta informação consultado as tabelas do IGP.



# Injectar rotas externas no IGP

- ▶ As rotas externas representam um enorme volume, pelo que se deve tentar evitar a sua propagação.
  - ▶ Encaminhamento para o exterior por omissão.
  - ▶ Outro modo: colocar todos os routers internos a correr também IBGP.

## Filtragem

- ▶ É necessário filtrar endereços privados ou endereços com prefixos que não correspondam às políticas de agregação válidas.
- ▶ Rotas injectadas do exterior também não podem ser anunciadas como originando do AS (nota: isto é trivial no OSPF, que distingue as rotas externas).

# Fontes de actualizações no BGP

- ▶ Todas as rotas internas:
  - ▶ Nos encaminhadores Cisco, uma configuração conhecida por “dinâmica pura”.
- ▶ Rotas seleccionadas:
  - ▶ O encaminhador é configurado com os prefixos a anunciar.

## O problema da instabilidade

- ▶ Um encaminhador anuncia que uma rota fica indisponível:
  - ▶ Isto pode gerar uma cadeia de anúncios.
- ▶ Um router pode ficar sobrecarregado a processar estes anúncios e é marcado com “em baixo”.
  - ▶ Isto gera mais anúncios, etc.

# Resultados da instabilidade

- ▶ Diminuição drástica na largura de banda e conectividade.
- ▶ Numa certa altura, foram trocados mais de 30 milhões de actualizações num único dia entre os principais encaminhadores da Internet (core routers).



# Medidas correctivas: route-flap damping

- ▶ Mecanismo que permite configurar o encaminhador de modo a ignorar actualizações referentes a oscilações entre anúncio e remoção.
- ▶ Se um limite de pares anúncio/remoção é excedido num curto período, os anúncios passam a ser ignorados por um dado intervalo.



# Medidas correctivas

- ▶ Foram identificados "bugs" no software de alguns fabricantes que entretanto foram corrigidos.
- ▶ Inseriram-se mecanismos de correcção.



# Injecção estática

- ▶ Consiste em anunciar rotas definidas estaticamente, independentemente da conectividade real.
- ▶ Evita problemas de instabilidade.
  - ▶ Se só existir um caminho, é eficiente.
  - ▶ Se existirem diversos caminhos pode gerar um "buraco-negro" (dado que o outro caminho pode nunca ser escolhido).





# Processamento de rotas

- ▶ Um encaminhador recebe rotas dos seus vizinhos.
- ▶ Estas rotas são filtradas, podendo decidir não considerar algumas.
- ▶ As melhores rotas são escolhidas, a partir do resultado da filtragem.
  - ▶ Estas são usadas pelo encaminhador e possivelmente anunciadas.
- ▶ Um segundo processo de filtragem escolhe quais as rotas a anunciar.

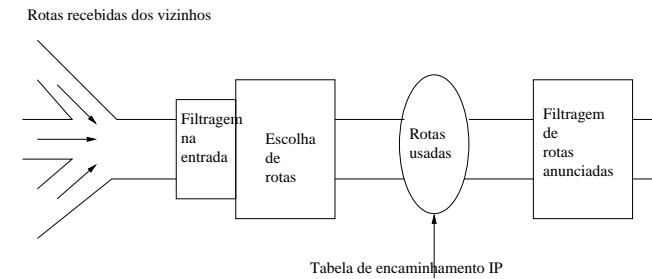


# Agregação e rotas específicas

- ▶ Quando um SA anuncia as rotas internas deve fazer agregação.
- ▶ Em certos casos, pode anunciar rotas específicas para além do agregado.
- ▶ Isto é importante em sistemas “multi-homed” para controlar a entrada do tráfego..



# Processamento das rotas

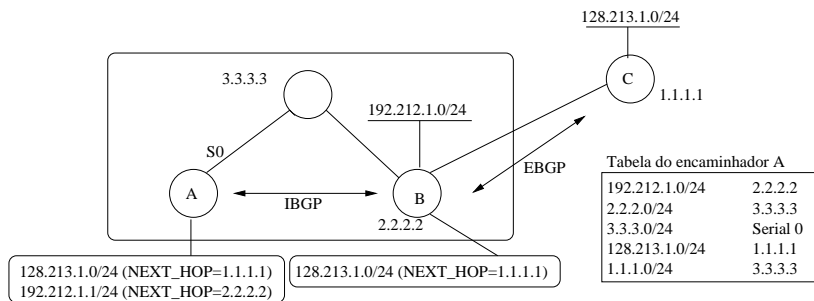


# Atributo NEXT\_HOP

- ▶ Campo que indica qual o encaminhador através do qual uma rota foi conhecida.
  - ▶ Uma rota injectada do exterior, mantém como NEXT\_HOP o encaminhador exterior que a anunciou para o sistema autónomo.
  - ▶ Para chegar ao NEXT\_HOP pode ser necessário passar por nós intermédios.



# Propagação do NEXT\_HOP



# Atributo AS\_path

- ▶ Lista de sistemas autónomos que é necessário atravessar para chegar ao destino.
- ▶ Sempre que um sistema re-anuncia uma rota, acrescenta o seu sistema autónomo à cabeça da lista.
  - ▶ A lista é usada para escolher percursos.
  - ▶ Uma lista mais curta é sempre preferida.

# NEXT\_HOP em meios multi-acesso

- ▶ O NEXT\_HOP deve ser sempre usado em meios multi-acesso, de modo a evitar saltos desnecessários.
- ▶ Em alguns casos pode ser útil forçar o campo NEXT\_HOP a um determinado valor, para garantir que a rota passa por um dado encaminhador.
  - ▶ Por exemplo, ao tentar atingir uma rede na fronteira, para forçar o uso de uma rota interna ao sistema e não um caminho através de outros sistemas.

# Identificadores de sistemas autónomos privados

- ▶ Se uma organização só possui um fornecedor de acesso, é encorajada a usar identificadores privados para o seu sistema autónomo.
  - ▶ Valores entre 64512 e 65535.
- ▶ Estes números são trocados com o fornecedor mas não podem ser propagados na Internet.

# Agregação de endereços

- ▶ Quando se faz agregação de anúncios, cria-se uma nova rota cuja origem é o encaminhador que faz a agregação.
  - ▶ Problema: perde-se informação acerca dos sistemas autónomos já atravessados.
- ▶ Define-se uma AS\_list:
  - ▶ Semelhante a um AS\_path, sem ordem, obtido através da união de diversos AS\_path ou AS\_list.



# Atributo Local Preference

- ▶ Valor associado a uma saída do sistema autónomo.
- ▶ Trocado por IBGP entre as diversas saídas para escolher o caminho para o tráfego que sai do S.A.



# Manipulação do AS\_path

- ▶ É possível inserir várias vezes o próprio sistema autónomo no AS\_path ao anunciar uma rota.
  - ▶ Método expedito de aumentar artificialmente o “custo” de uma rota para dar preferência a outra rota.



# Atributo MULTI\_EXIT\_DISC (MED)

- ▶ Custo local associado a uma entrada no sistema autónomo.
  - ▶ Trocado com os vizinhos mas não propagado para o resto da rede.



# Atributo Community

- ▶ Grupo de redes que partilham propriedades.
- ▶ Algumas são predefinidas, outras podem ser definidas entre sistemas autónomos.
- ▶ Exemplos:
  - ▶ NO\_EXPORT (só anunciar no sistema autónomo (ou na confederação)).
  - ▶ NO\_ADVERTISE (nunca propagar para outro encaminhador).



# Atributo ORIGIN

- ▶ Indica qual a fonte de uma dada rota.
  - ▶ IGP: a rota é interna ao S.A.
  - ▶ EGP: a rota foi adquirida por BGP.
  - ▶ INCOMPLETE: tudo o resto.



# Atributos ATOMIC\_AGGREGATE e AGGREGATOR

- ▶ Quando um encaminhador faz agregação de várias anúncios, é possível que se perca informação contida nos atributos das rotas que deram origem ao agregado.
- ▶ O atributo ATOMIC\_AGGREGATE indica que a rota foi obtida por agregação.
- ▶ O atributo AGGREGATOR indica quem fez a agregação.



# Resumo

- ▶ Mecanismos do BGP.

