IMD0043

BGP

CAMADA DE APLICAÇÃO

CAMADA DE TRANSPORTE

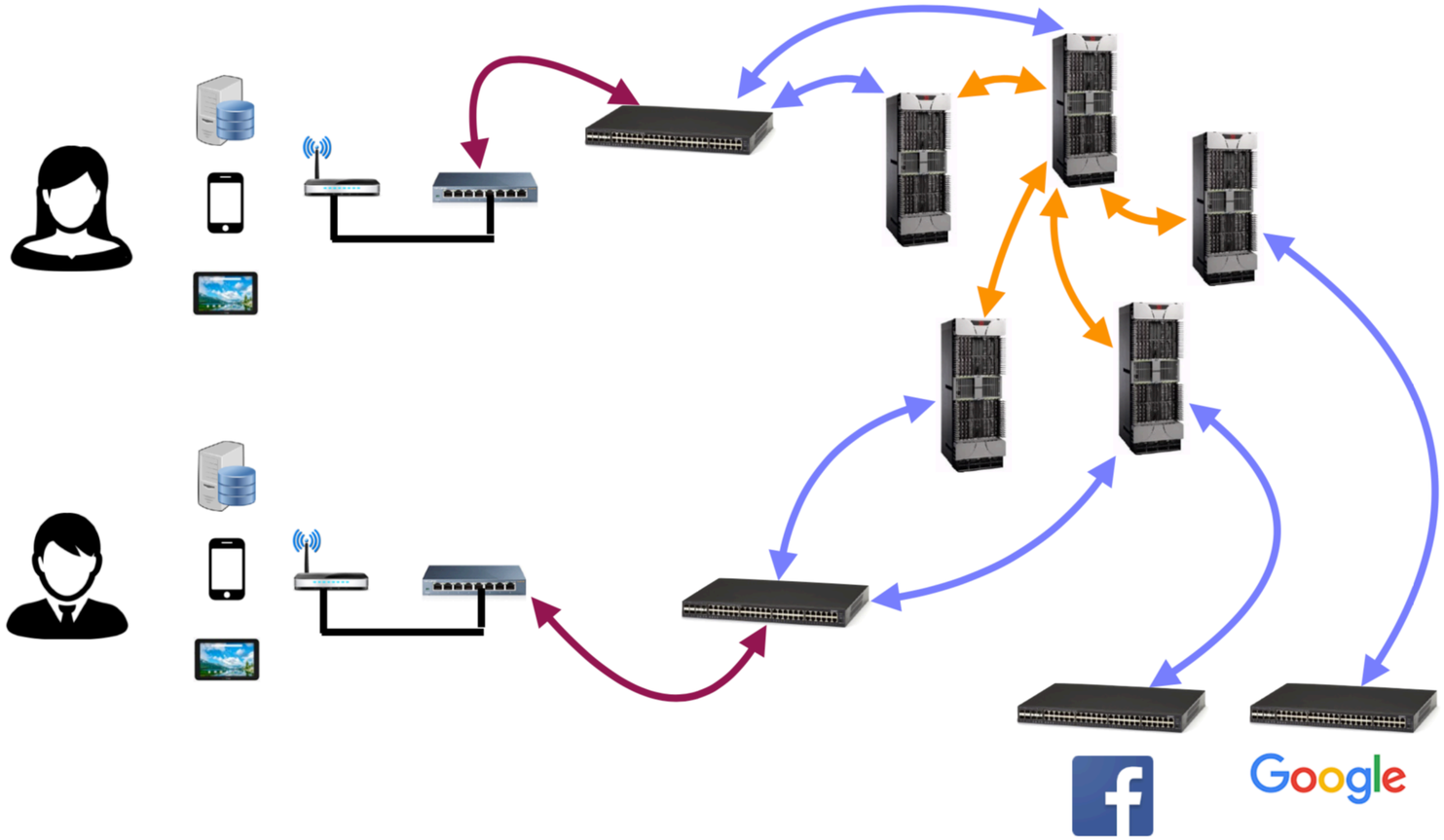
CAMADA DE REDE

CAMADA DE ENLACE

CAMADA FÍSICA

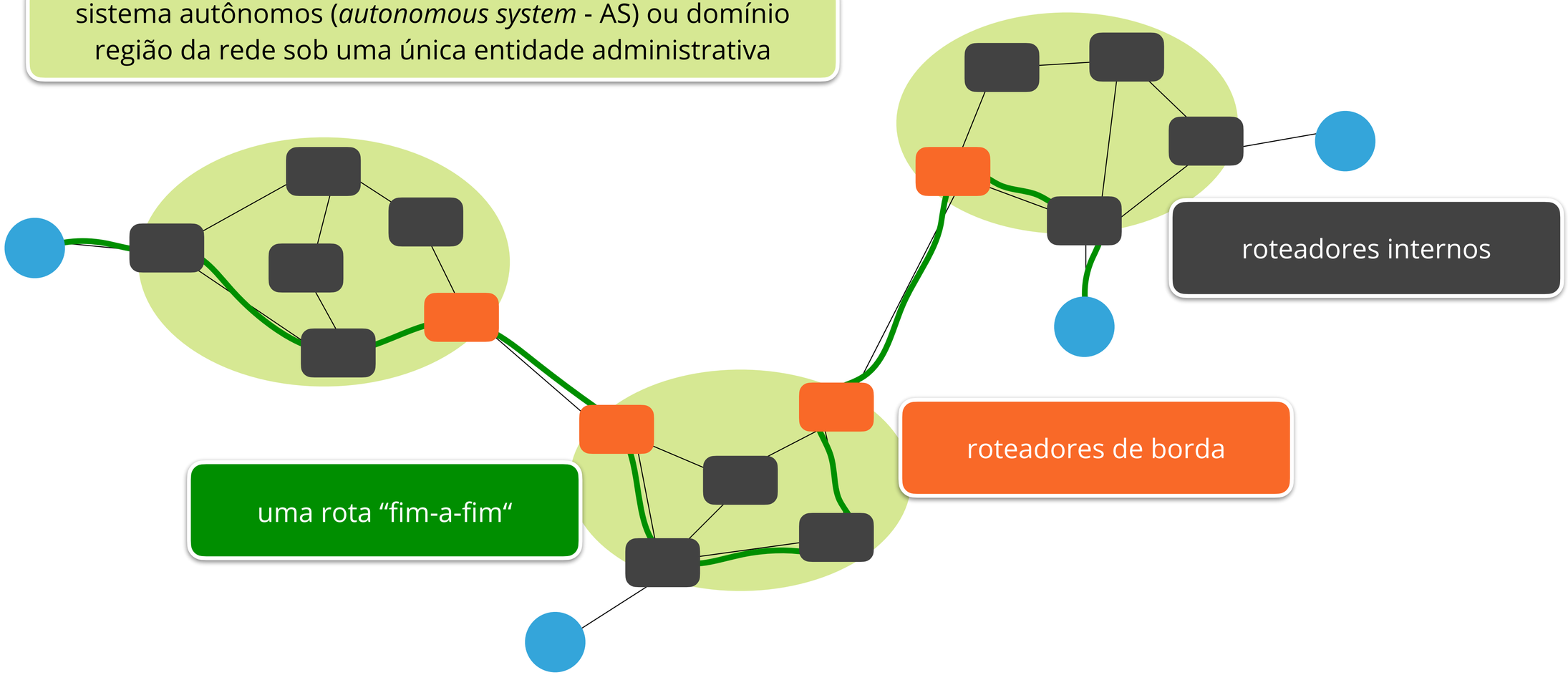
DE VOLTA AO BÁSICO: O QUE SÃO REDES DE COMPUTADORES?

Um conjunto de elementos de rede interconectados, que implementam um conjunto de protocolos com o objetivo de compartilhar recursos entre *hosts* finais

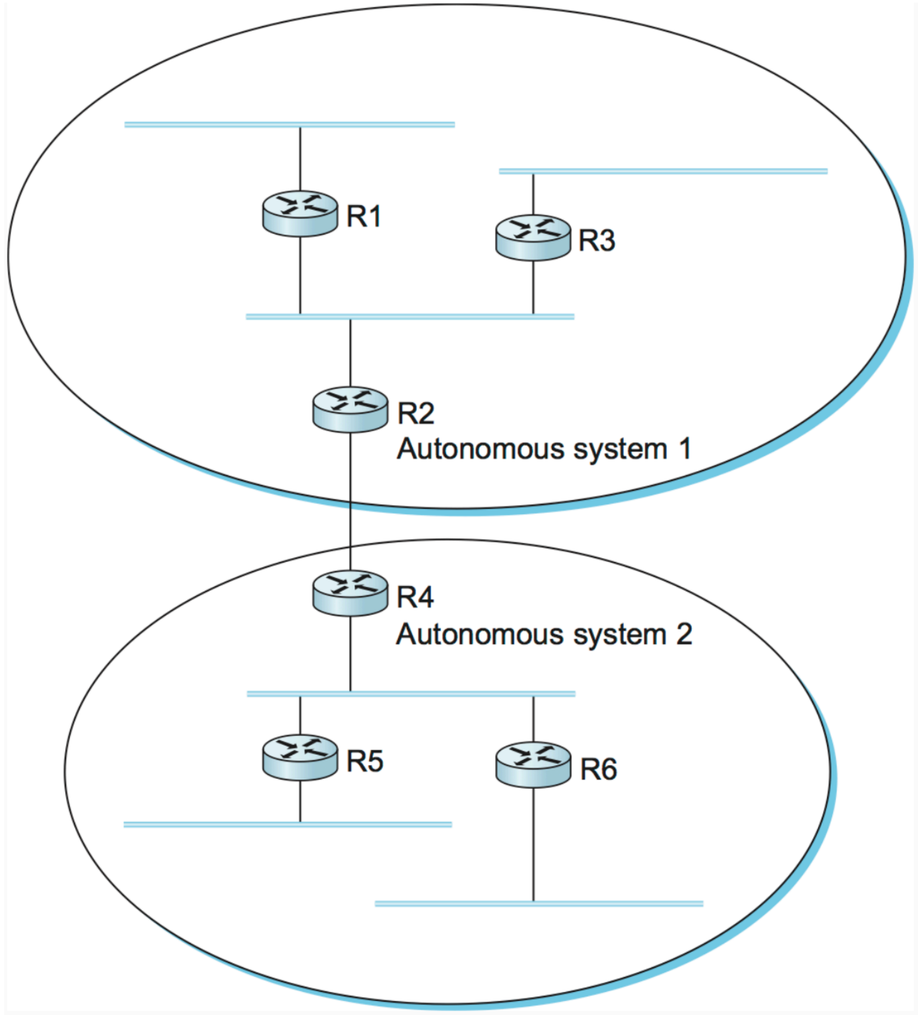


COMO SÃO (REALMENTE) AS REDE DE COMPUTADORES?

sistema autônomos (*autonomous system* - AS) ou domínio
região da rede sob uma única entidade administrativa



COMO SÃO (REALMENTE) AS REDE DE COMPUTADORES?



ISSO ATENDE NOSSOS REQUISITOS?

- Um AS é uma região sob um **único controle administrativo**
  - LACNIC > 11.000 e mundial > 90.000
  - Exemplo: IBM, Apple, Claro, Cabo Telecom, UFRN, etc.
  - Uma coleção de roteadores interconectando múltiplas Ethernets comutadas
  - E **interconexões** com ASs vizinhos
- Também chamados de **domínios**
- Para cada AS é atribuído um **identificador único**
  - ASN: Autonomous System Number (16 *bits* / 32 *bits*)
  - Ex: AS262857 (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

AS262857

HURRICANE ELECTRIC
INTERNET SERVICES

Search

AS262857 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Quick Links

- BGP Toolkit Home
- BGP Prefix Report
- BGP Peer Report
- Exchange Report
- Bogon Routes
- World Report
- Multi Origin Routes
- DNS Report
- Top Host Report
- Internet Statistics
- Looking Glass
- Network Tools App
- Free IPv6 Tunnel
- IPv6 Certification
- IPv6 Progress
- Going Native
- Contact Us

AS Info | Graph v4 | Graph v6 | Prefixes v4 | Prefixes v6 | Peers v4 | Peers v6 | Whois | IRR | IX

Country of Origin: Brazil

Internet Exchanges: 1

Prefixes Originated (all): 2
Prefixes Originated (v4): 1
Prefixes Originated (v6): 1

BGP Peers Observed (all): 2
BGP Peers Observed (v4): 2
BGP Peers Observed (v6): 1

Average AS Path Length (all): 4.471
Average AS Path Length (v4): 4.854
Average AS Path Length (v6): 4.047

Prefixes Announced (all): 2
Prefixes Announced (v4): 1
Prefixes Announced (v6): 1

IPs Originated (v4): 8,192
AS Paths Observed (v4): 466
AS Paths Observed (v6): 422

AS262857 IPv4 Peers

ASN	Name
AS1916	Associaï¿½ï¿½o Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
AS28184	Interjato Serviï¿½os de Telecomunicaï¿½ï¿½es

AS262857

https://ipinfo.io/AS262857

AS262857 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

DOMAIN
ufrn.br

COUNTRY
Brazil

ALLOCATED
2010-12-15

REGISTRY
lacnic

IP ADDRESSES
8,192

TYPE
education

Network Speed

18.18
MBPS

VIEW DETAILS

Hosted Domains

There are 24 domain names hosted across 22 IP addresses on this ASN.

Hosted Domains

There are 24 domain names hosted across 22 IP addresses on this ASN. Checkout our API to access full domain hosting information.

IP Address	Domain	Domains on this IP
177.20.147.141	www.bioinformatics-brazil.org	2
177.20.146.30	sigeduc.rn.gov.br	2
177.20.144.12	calidadsalud.org	2
177.20.148.126	gamedu.net	1

IP Address Ranges

IPv4 Ranges | IPv6 Ranges

Netblock	Description	Num IPs
177.20.128.0/19	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	8,192

Peers

There are 2 peers for this ASN.

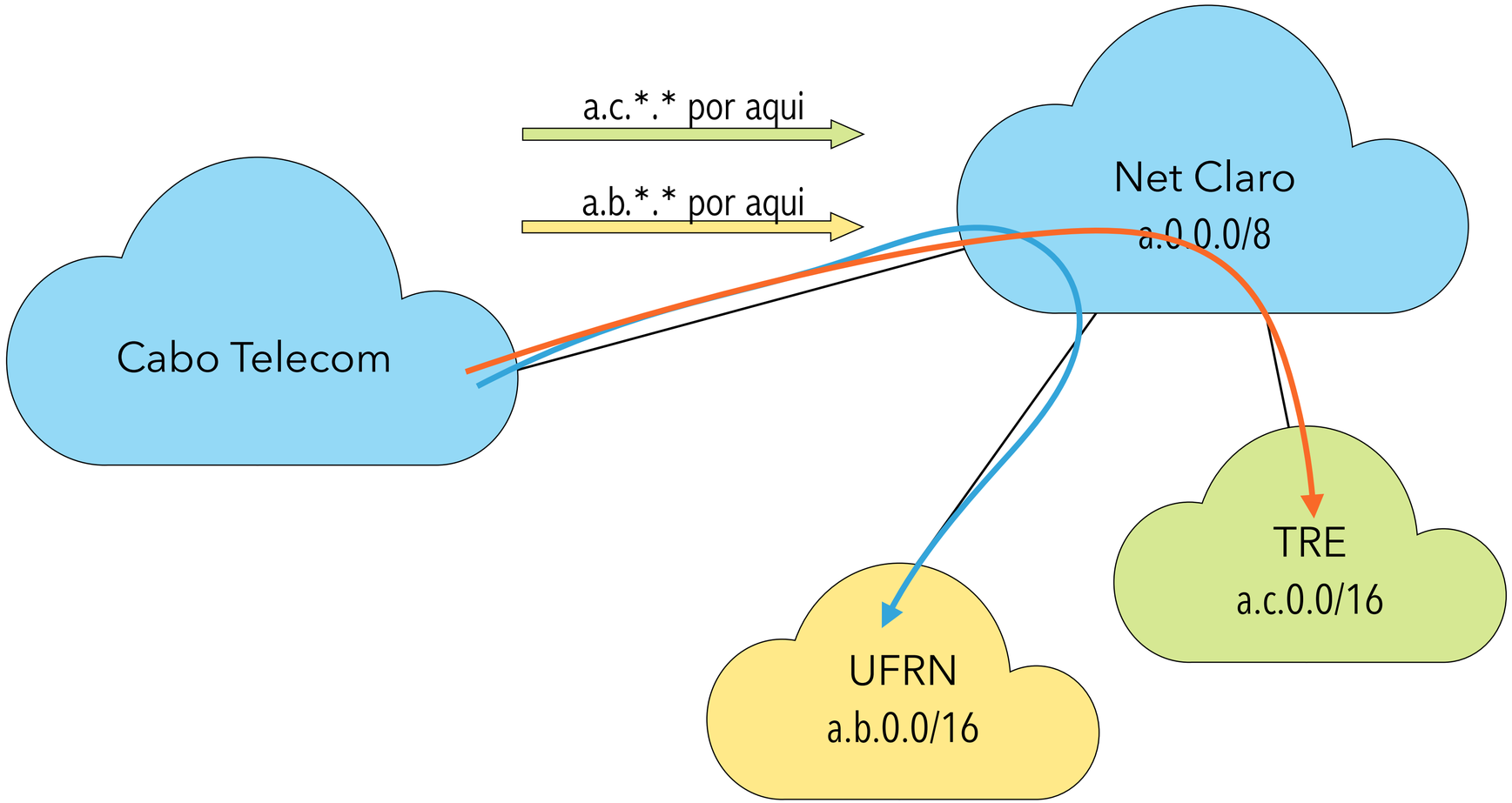
Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
AS1916

Interjato Serviços de Telecomunicações Ltda.
AS28184

Whois Details

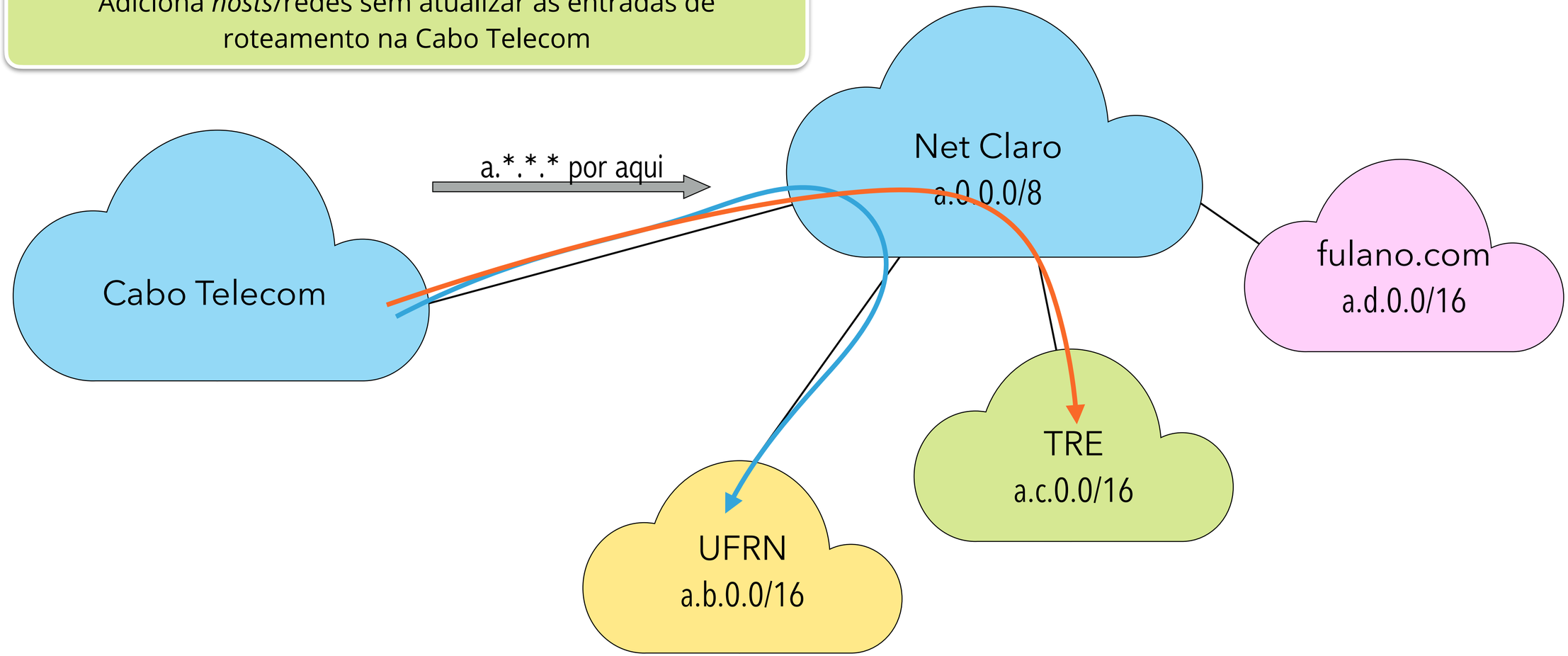
```
aut-num:     AS262857
owner:       UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
ownerid:     24.365.710/0001-83
responsible: MARCOS CESAR MADRUGA ALVES PINHEIRO
country:     BR
owner-c:     GBS8
routing-c:   GBS8
abuse-c:     GBS8
created:     20101215
```

ENDEREÇAMENTO IP => ROTEAMENTO ESCALÁVEL?



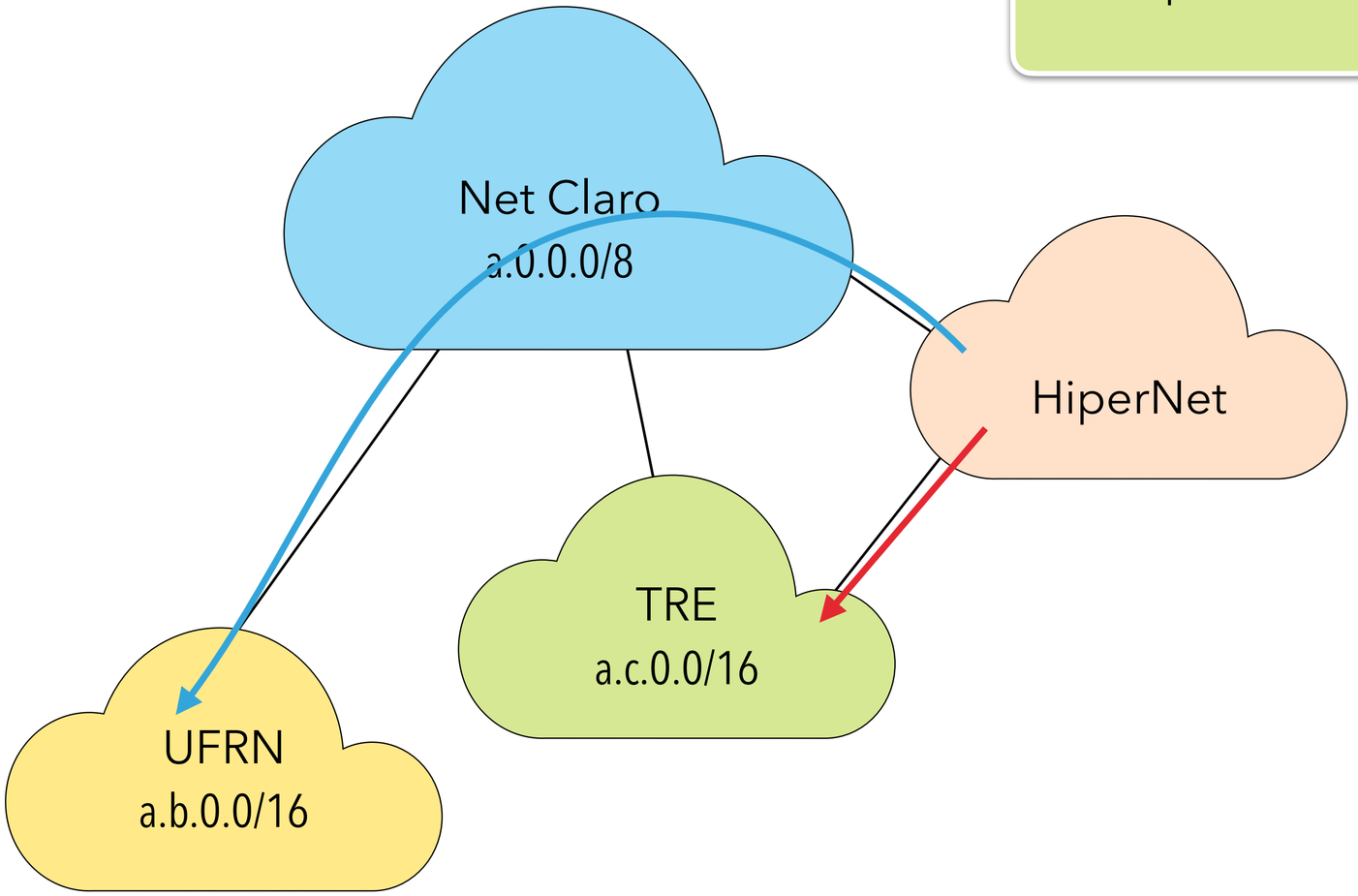
ENDEREÇAMENTO IP => ROTEAMENTO ESCALÁVEL?

Adiciona *hosts*/redes sem atualizar as entradas de roteamento na Cabo Telecom



ENDEREÇAMENTO IP => ROTEAMENTO ESCALÁVEL?

HiperNet deve manter informações de roteamento para **a.*.*.*** e **a.c.*.***



ESTRUTURA ADMINISTRATIVA DEFINE O ROTEAMENTO INTERDOMÍNIO

ASs querem liberdade em selecionar rotas baseado em políticas

- *"Meu tráfego não pode ser transportado pela rede do meu concorrente!"*
- *"Eu não quero transportar o tráfego de X através da minha rede!"*

ASs querem autonomia

- Querem escolher seu próprio protocolo de roteamento interno
- Querem definir sua própria política

ASs querem privacidade

- Escolha de topologia de rede, políticas de roteamento, etc.

ESCOLHA DO ALGORITMO DO ROTEAMENTO

LS (*link-state*) *vs.* DV (*distance vector*)

- LS não oferece privacidade (*broadcast* de toda informação)
- LS limita a autonomia (precisa de consenso na métrica e no algoritmo)

- DV é um bom ponto de partida
  - Atualizações por destino nos nós intermediários
  - Mas não implementa rotas baseadas em políticas

O BGP (*Border Gateway Protocol*) estende o vetor de distâncias para incorporar políticas de roteamento

RELAÇÕES COMERCIAIS MOLDAM A TOPOLOGIA E A POLÍTICA

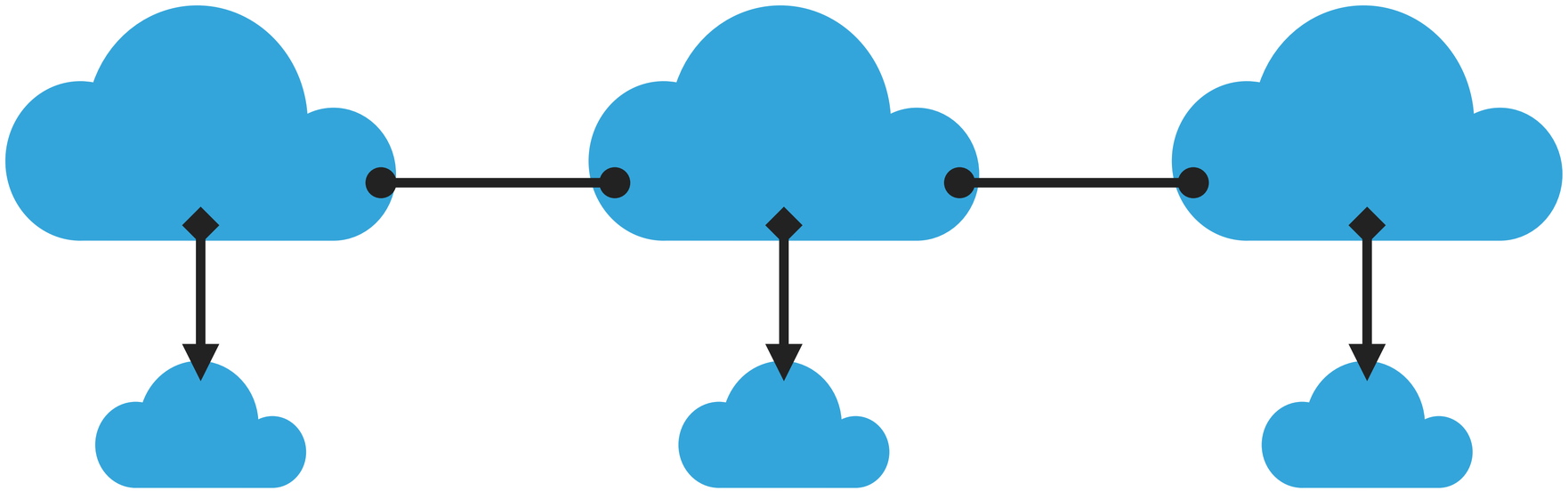
Três tipos básicos de relações entre ASs:

- AS A pode ser cliente da AS B
- AS A pode ser provedor da AS B
- AS A pode ser parceiro (*peer*) da AS B

Implicações comerciais:

- Cliente **paga** provedor
- Parceiros **não pagam** entre si (benefício mútuo)
  - Trocam praticamente o mesmo tráfego

RELAÇÕES COMERCIAIS

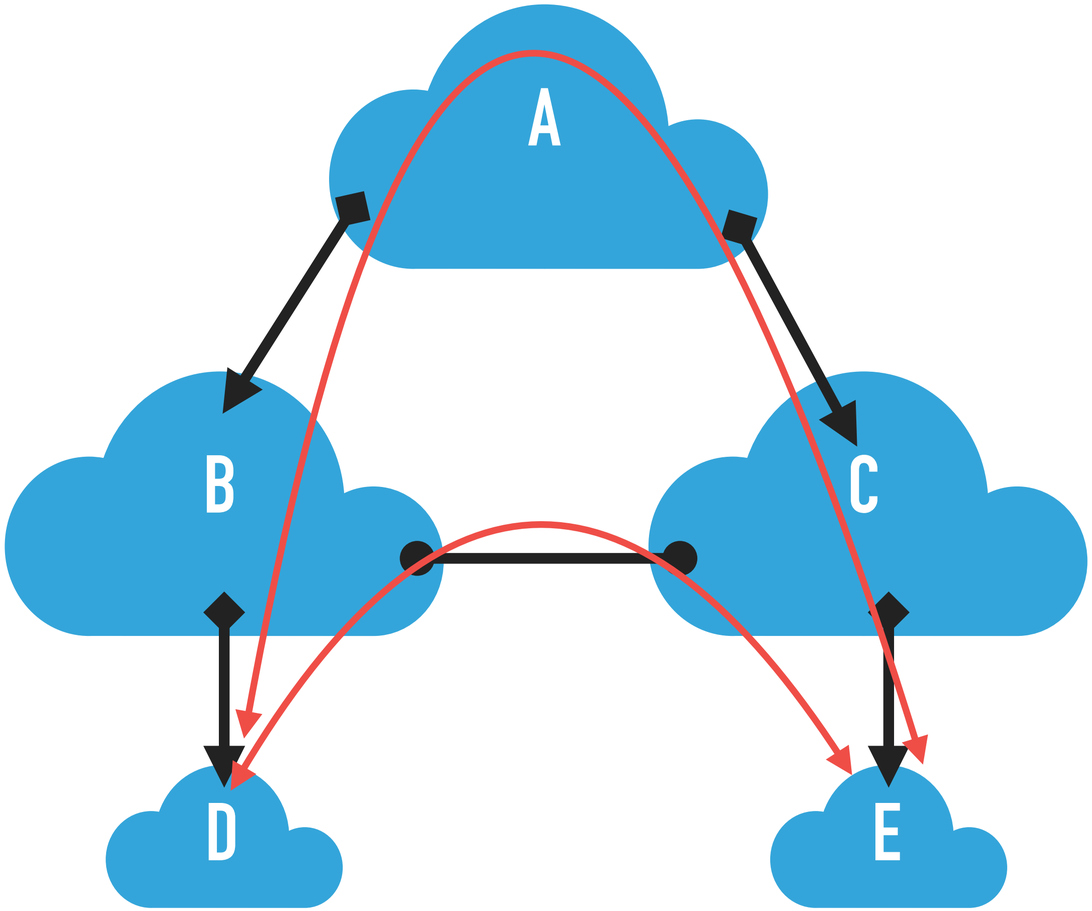


RELAÇÃO ENTRE AS'S

provedor ◆——▶ *cliente*

peer ●——● *peer*

POR QUE PARCEIROS (PEERS)?



RELAÇÃO ENTRE AS'S

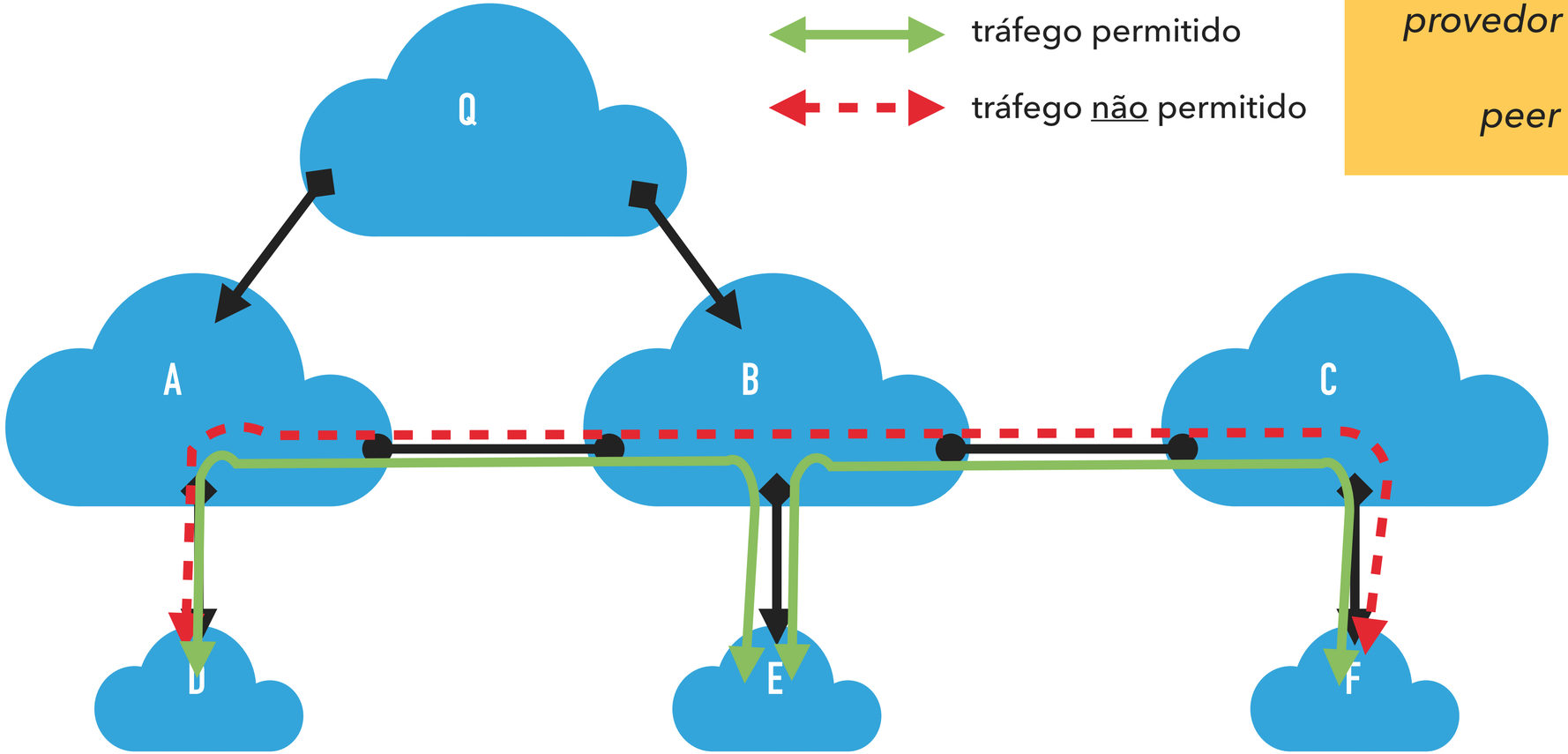
provedor ◆——▶ *cliente*

peer ●——● *peer*

Ex: D e E falam bastante

Parceria economiza dinheiro de B **e** C

ROTEAMENTO INTERDOMÍNIO VISA O LUCRO



RELAÇÃO ENTRE AS'S

provedor ◆——▶ *cliente*

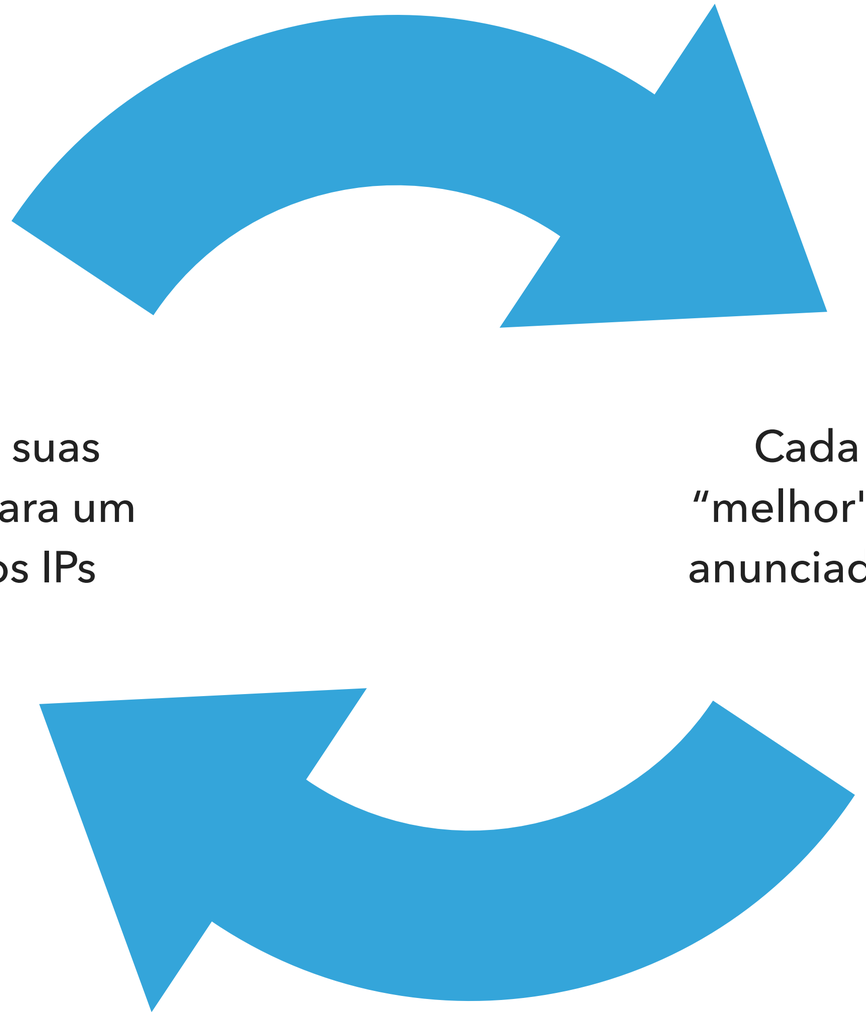
peer ●——● *peer*

- ASs oferecem "tráfego" entre seus clientes
- Parceiros não oferecem tráfego entre outros parceiros

CONFIGURAÇÃO DO ROTEAMENTO INTERDOMÍNIO

- Destinos são prefixos IPs (ex: 12.0.0.0/8)
- Nós são sistemas autônomos (ASs)
  - Detalhes internos de cada AS são ocultados
- *Links* representam *links* físicos e relações comerciais
- **BGP é o protocolo de roteamento interdomínio**
  - Implementado pelos roteadores de borda

BGP

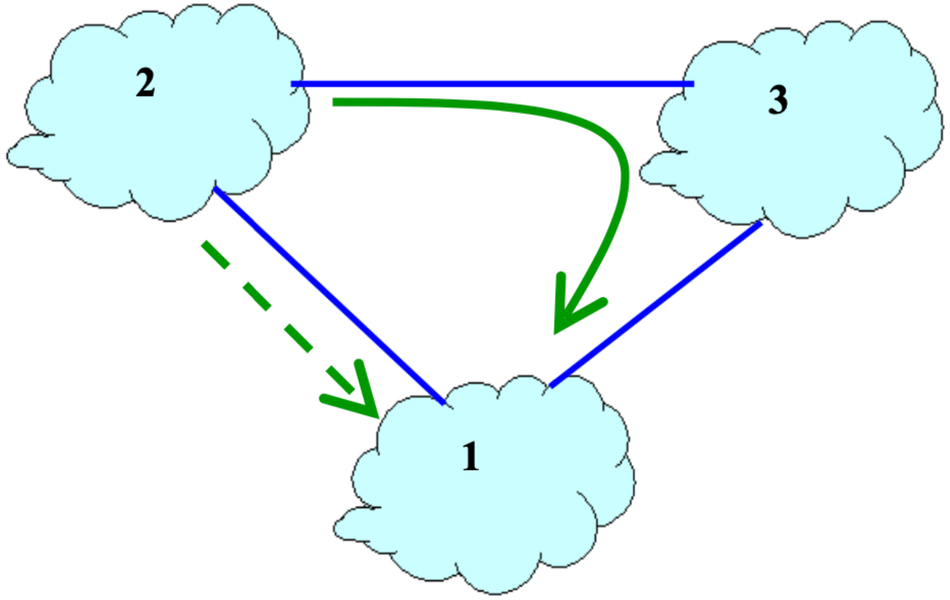


parece familiar?

BGP INSPIRADO PELO VETOR DE DISTÂNCIAS

- Anúncios de rota por destino
- Sem compartilhamento global de topologia de rede
- Convergência de caminhos iterativa e distribuída
- Mas, algumas diferenças…

BGP VS. DV



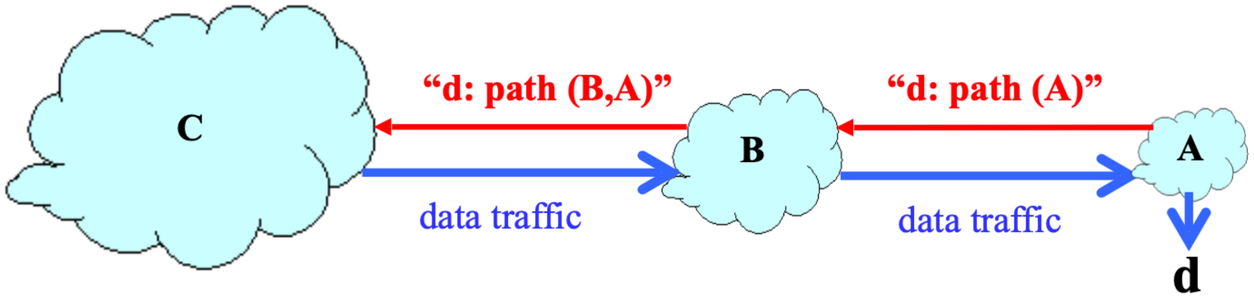
(1) BGP não escolhe os menores caminhos

- BGP seleciona rotas baseada em políticas, e não em menor custo/distância
- Nó #2 pode preferir 2-3-1 ao invés de 2-1
- Como evitar *loops*?

BGP VS. DV

(2) Roteamento por vetor de caminhos

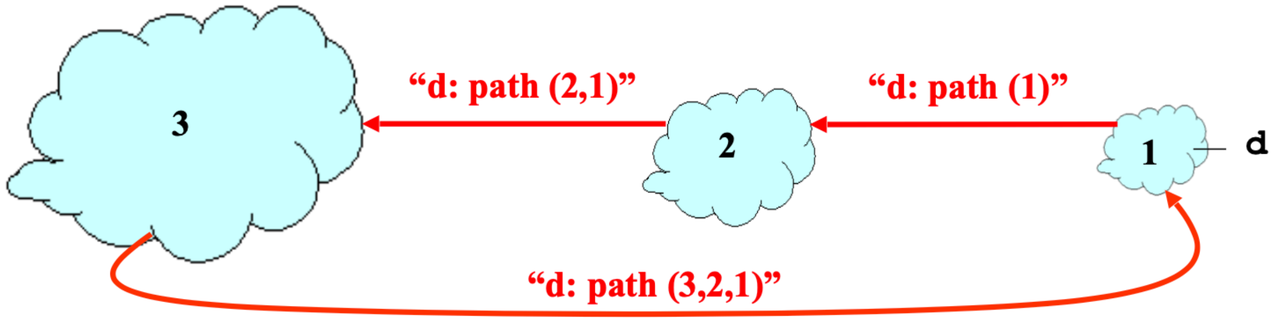
- Ideia: Anunciar o caminho completo
  - DV: Enviar a distância/custo por destino *d*
  - PV: Enviar o caminho completo por destino *d*



BGP VS. DV

(2) Roteamento por vetor de caminhos

- Nó pode facilmente detectar um *loop*
  - Basta buscar pelo **seu próprio identificador** no caminho
- Nó pode simplesmente descartar caminhos com *loops*
  - Ex: Nó #1 identifica o seu ID no caminho 3-2-1



BGP VS. DV

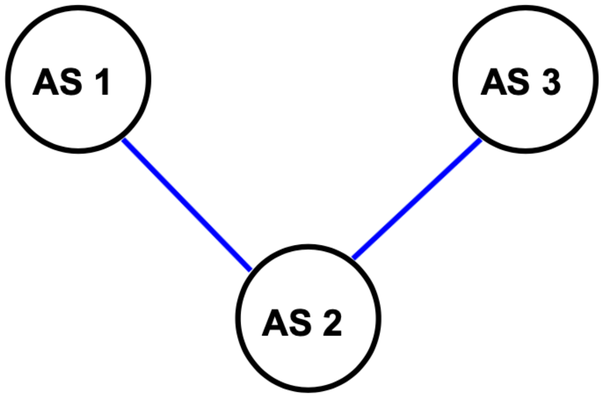
(2) Roteamento por vetor de caminhos

- Ideia: Anunciar o caminho completo
  - DV: Enviar a distância/custo por destino *d*
  - PV: Enviar o caminho completo por destino *d*
- Benefícios:
  - Fácil de evitar *loops*
  - Políticas flexíveis baseadas em todo o caminho

BGP VS. DV

(3) Anúncio seletivo de rotas

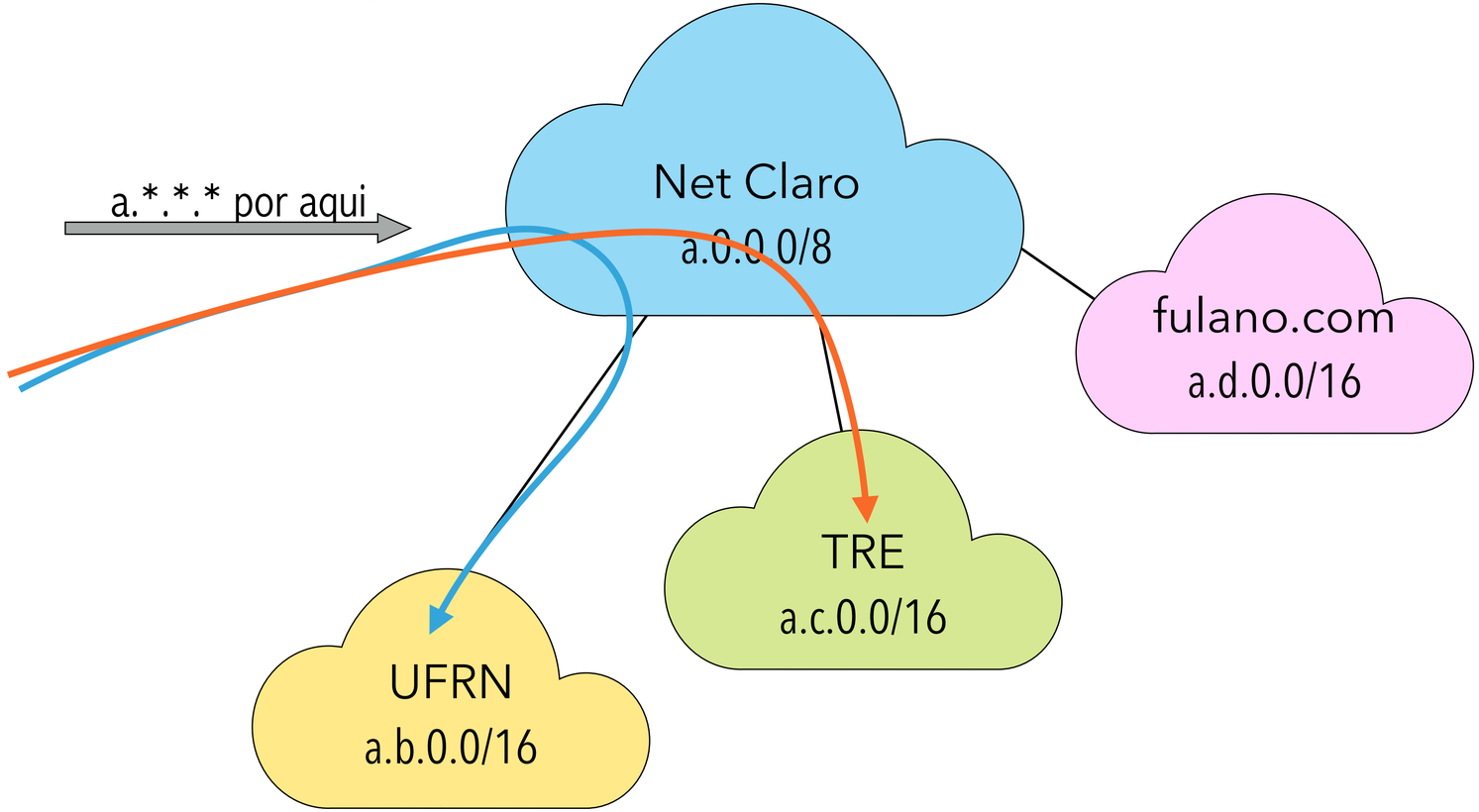
- Devido a razões políticas, um AS pode escolher não anunciar uma rota a determinado destino
- Como resultado, a acessibilidade não é garantida, mesmo se o gráfico estiver conectado
  - Ex: AS#2 não quer transportar tráfego entre AS#1 e AS#3



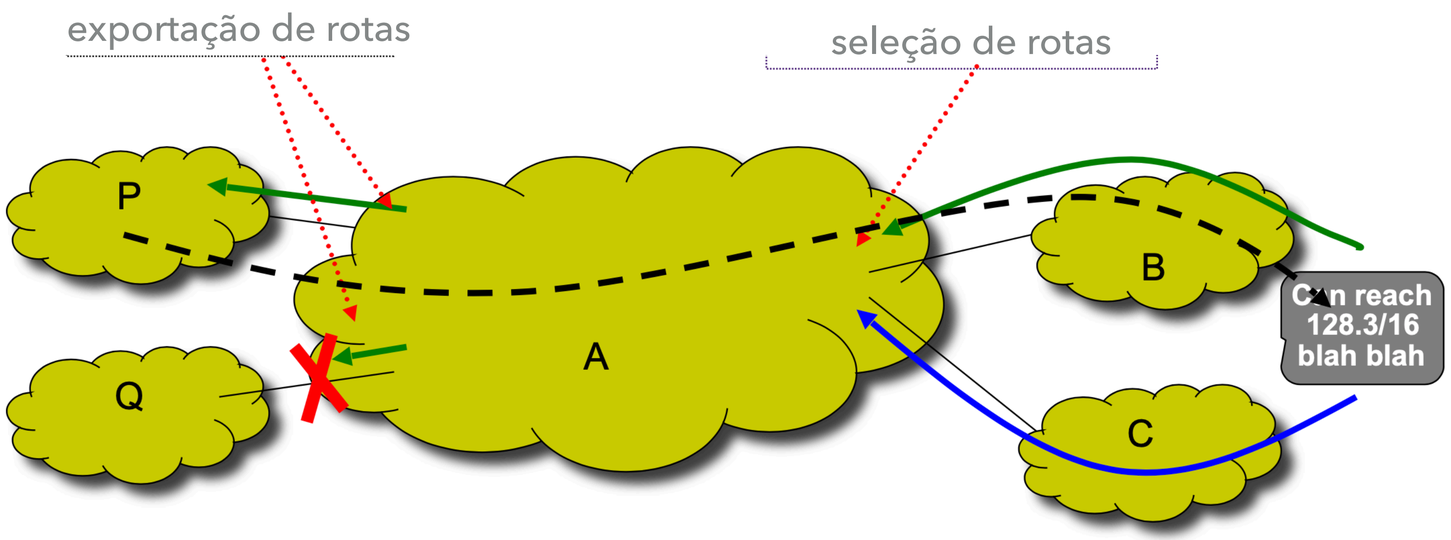
BGP VS. DV

(4) BGP pode agregar rotas

- Para escalabilidade, BGP pode agregar rotas para prefixos diferentes



POLÍTICA: DEFINE COMO AS ROTAS SÃO SELECIONADAS E EXPORTADAS



- **Seleção**: Qual caminho usar
  - Controla se/como tráfego sai da rede
- **Exportação**: Qual caminho anunciar
  - Controlar se/como tráfego entra na rede

POLÍTICA TÍPICA DE SELEÇÃO

Em ordem decrescente de prioridade:

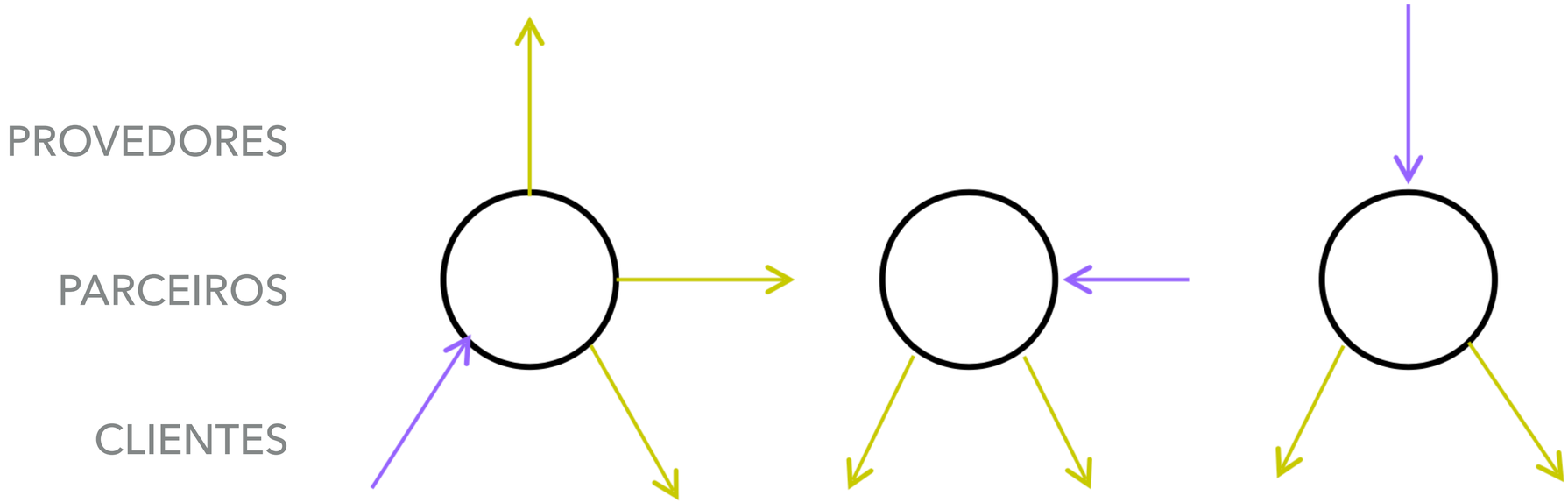
1. Fazer ou economizar dinheiro (enviar para cliente > parceiro > provedor)
2. Maximizar desempenho (menor caminho)
3. Minimizar o uso da largura de banda do AS
4. …

POLÍTICA TÍPICA DE SELEÇÃO

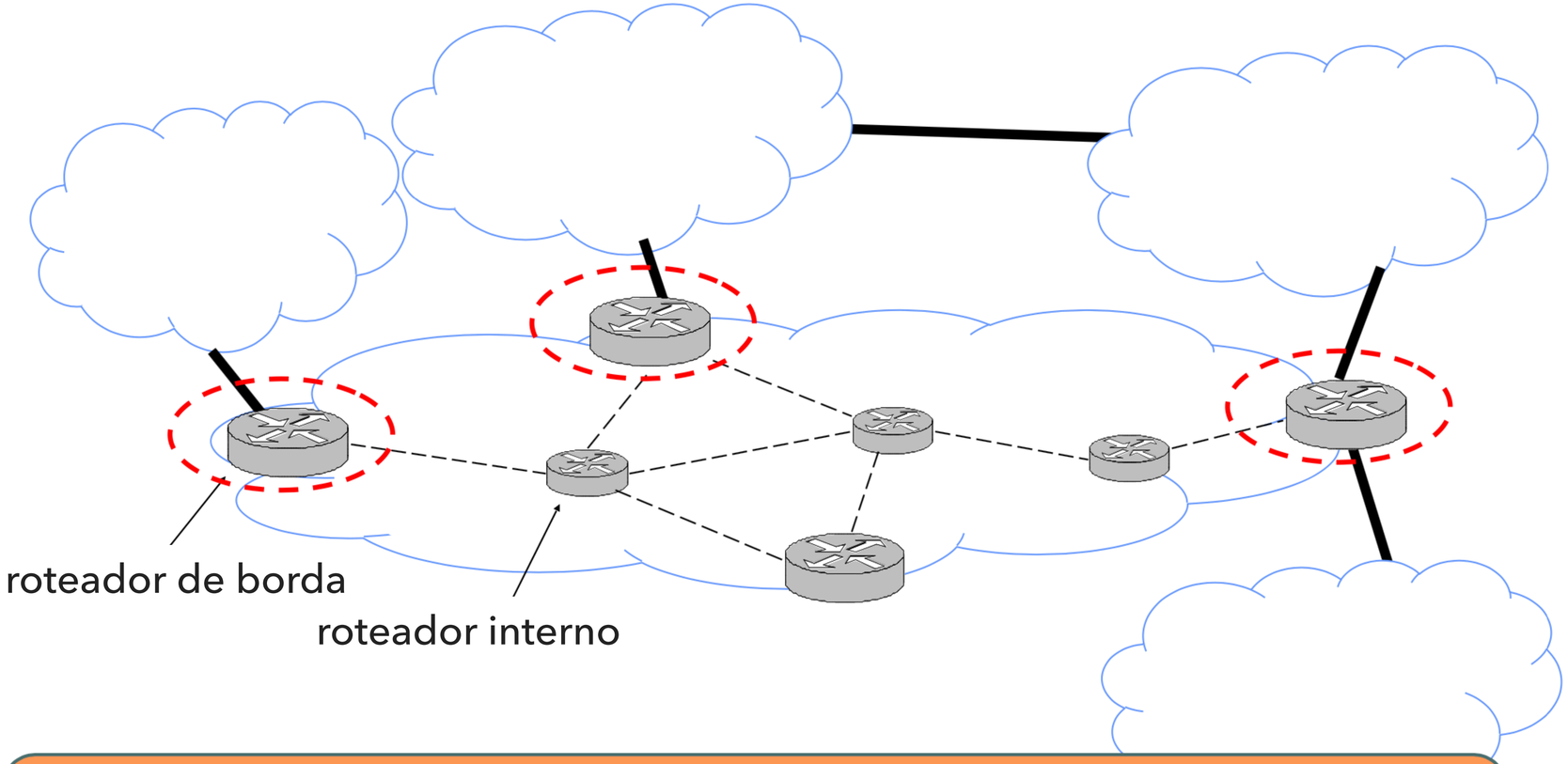
Prefixo do destino anunciado por...	Exporta rota para...
Cliente	Todos
Parceiro (*peer*)	Clientes
Provedor	Clientes

Conhecidas como as regras Gao-Rexford
Prática comum, mas não é regra

GAO-REXFORD

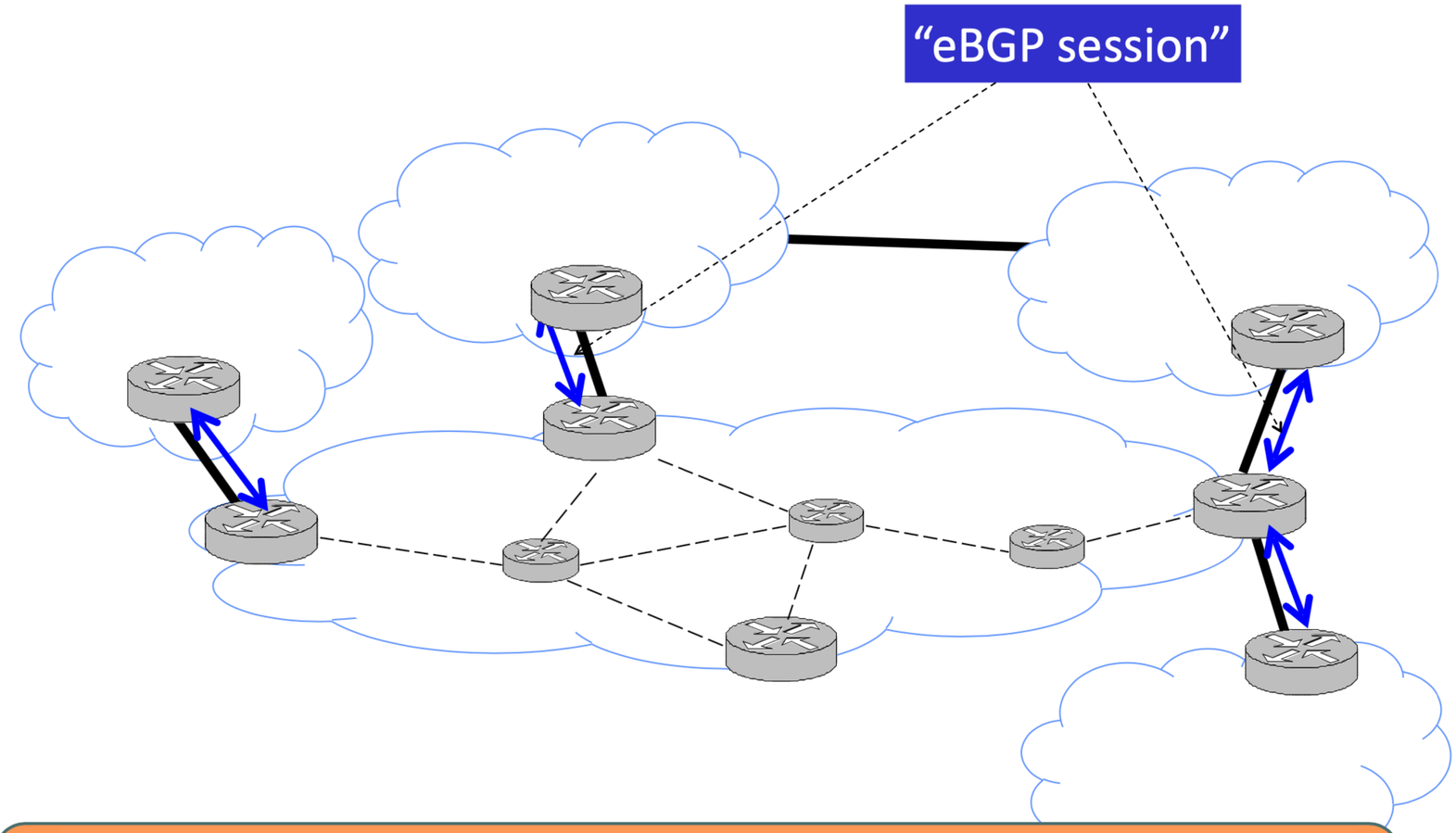


QUEM "FALA" BGP?



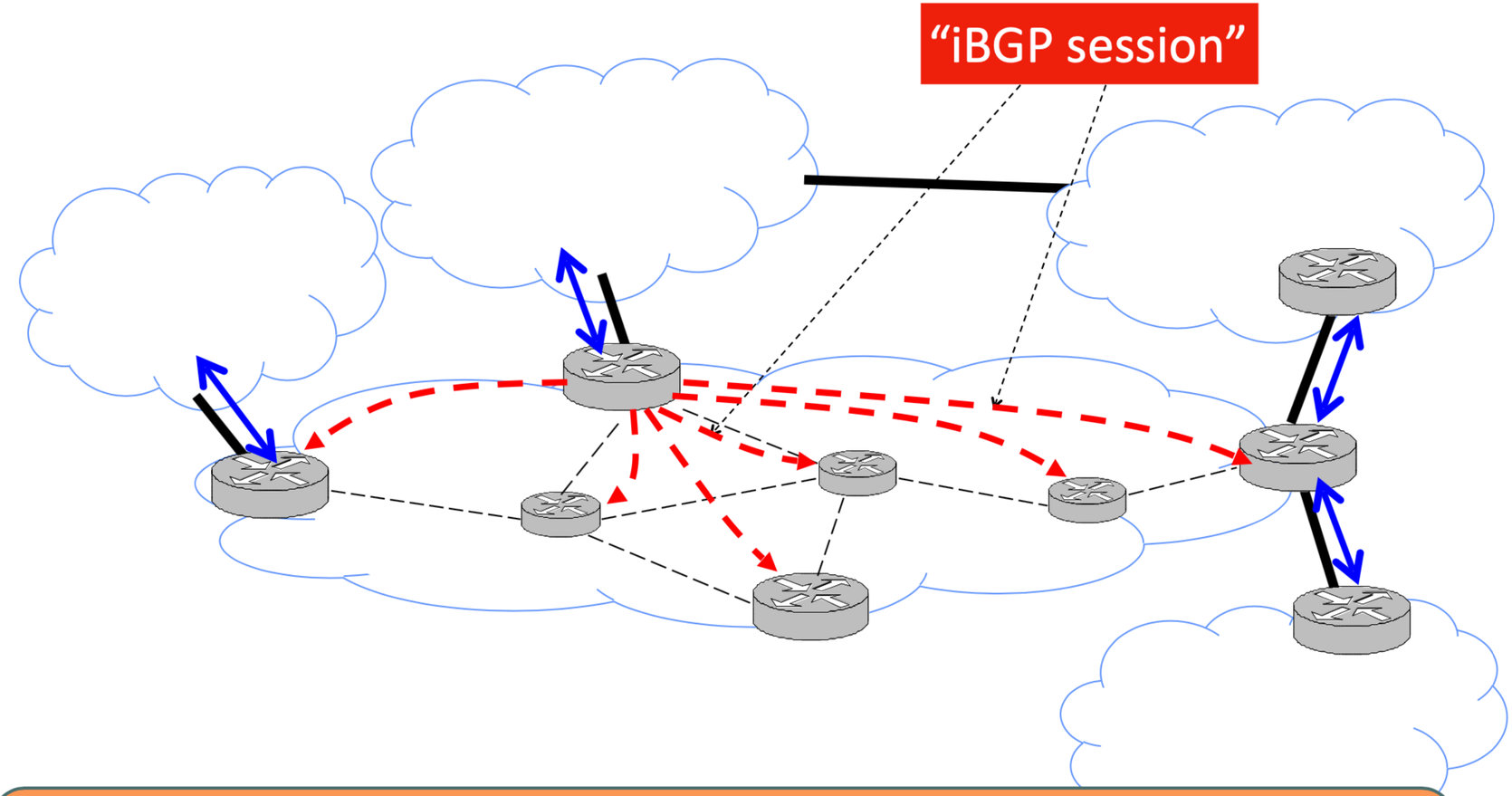
Roteadores de borda em um Sistema Autônomo

SESSÕES BGP



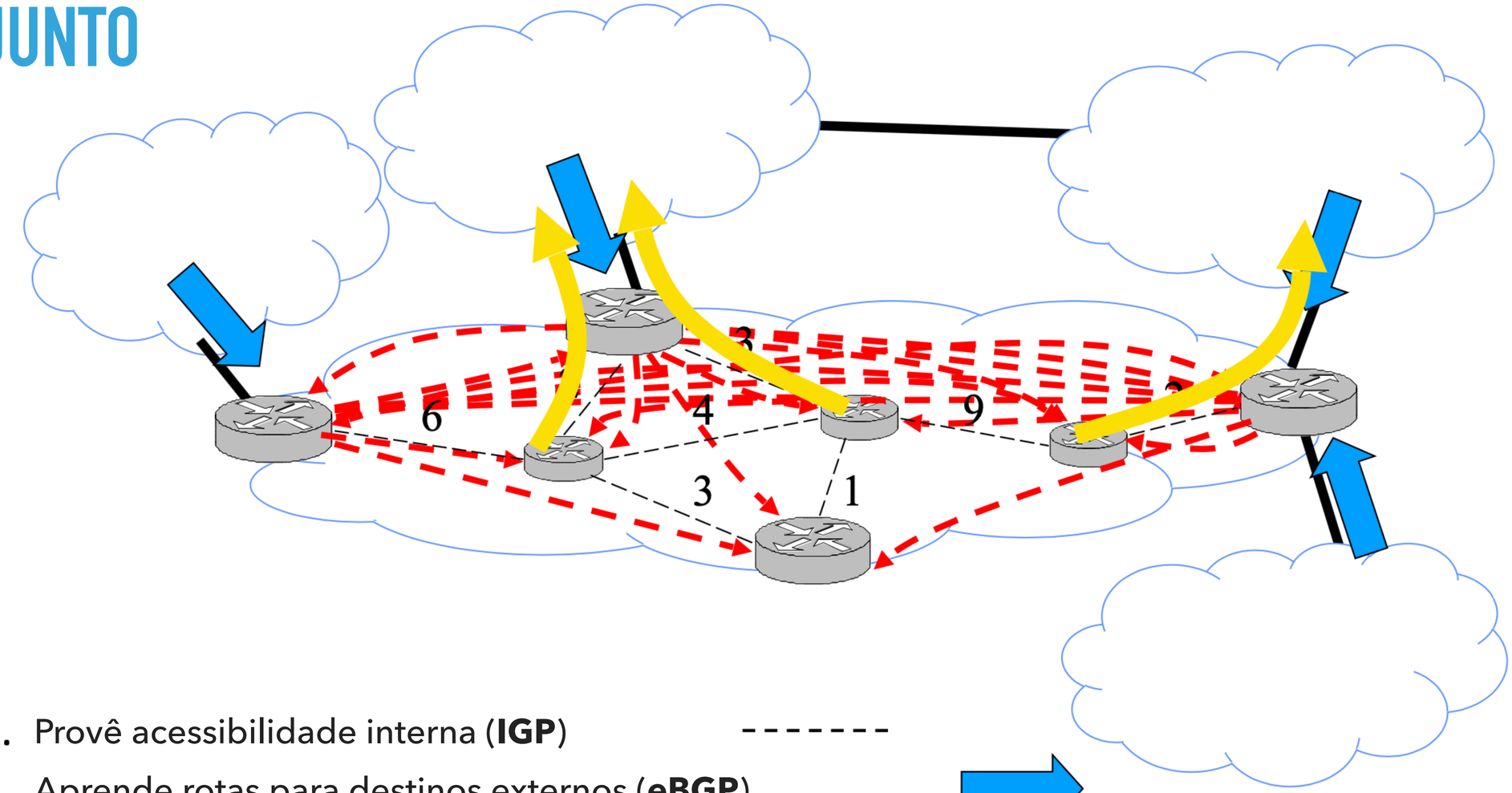
Um roteador de borda "fala" BGP com roteadores de borda de outros ASs

SESSÕES BGP



Um roteador de borda “fala” BGP com outros roteadores (internos e de borda) do seu próprio AS

TUDO JUNTO



1. Provê acessibilidade interna (**IGP**)
2. Aprende rotas para destinos externos (**eBGP**)
3. Distribui rotas externas aprendidas internamente (**iBGP**)
4. Encaminha pelo menor caminho para fora (**IGP**)