

Ponto de Troca de Tráfego na Internet **Projeto PTTmetro**

Oripide Cilento Filho

NIC.br

nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

Agenda

- Governança da Internet
 - O CGI.Br e o NIC.Br
- Internet – Arquitetura e Operação
 - Sistemas Autônomos
 - Princípios do protocolo BGP
 - Acordos entre provedores: Trânsito e *Peering*
- Ponto de Troca de Tráfego na Internet
 - Motivação para implantação de PTTs
- Projeto PTTmetro do CGI.br
- Detalhes técnicos do Projeto PTTmetro

Governança da Internet

Como a Internet é administrada ?

ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*)

- RIR(Registro Regional)

- RIPE
- AFRINIC
- APNIC
- ARIN
- LACNIC

LIR(Registro Local):
NIC.br



Sobre o CGI.br

Comitê Gestor da Internet no Brasil.

- Criado em maio de 1995 pela Portaria Interministerial Nº 147 de 31/05/1995, alterada pelo Decreto Presidencial Nº 4.829 de 03/09/2003
- Responsável pela coordenação e integração dos serviços Internet no país
- Modelo *multistakeholder* composto por membros do governo, e membros eleitos dos setores empresarial, terceiro setor e da comunidade acadêmica.
- **Não é órgão do governo**
- **Não tem personalidade jurídica**

Principais atribuições do CGI.br



Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

- Fomentar o desenvolvimento de serviços Internet no Brasil
- Recomendar padrões e procedimentos técnicos operacionais para a Internet no Brasil
- Coordenar a atribuição de endereços Internet (IPs) e o registro de nomes de domínios usando <.br>
- Coletar, organizar e disseminar informações sobre os serviços Internet – indicadores e estatísticas

Sobre o NIC.br

Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR

- Entidade civil, sem fins lucrativos, criada em 2003 e começando a atuar em 2005 (delegação do CGI.br)
- Conselho de Administração composto por 7 membros: 3 do governo, escolhidos entre os componentes do CGI.br; 4 do setor privado indicados pelo CGI.br.
- Assembléia Geral formada pelo pleno do CGI.br
- Braço executivo do Comitê Gestor da Internet no Brasil
- Coordena as atividades do Registro, do CERT, do CETIC e do CEPTRO.

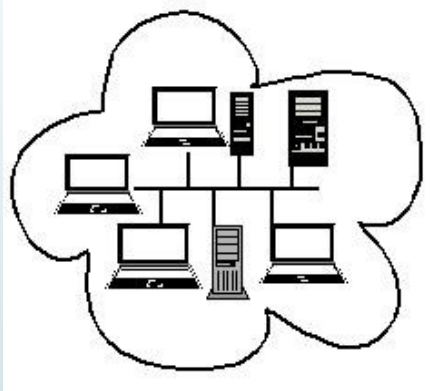


- 1 – Min. da Ciência e Tecnologia
- 2 – Min. das Comunicações
- 3 – Casa Civil da Presidência da República
- 4 – Min. do Planejamento, Orçamento e Gestão
- 5 – Min. do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
- 6 – Min. da Defesa
- 7 – Agência Nacional de Telecomunicações
- 8 – Conselho Nacional de Desenv. Científico e Tecnológico
- 9 – Conselho Nac. Secretários Estaduais p/ Assuntos de Ciência e Tecn.
- 10 – **Notório Saber**

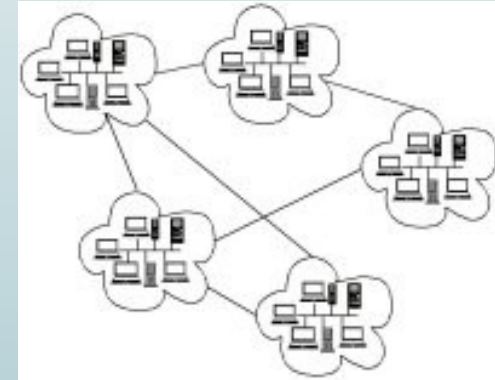
- 11 – Provedores de acesso e conteúdo
- 12 – Provedores de infra de telecom
- 13 – Indústria TICs e software
- 14 – Empresas usuárias
- 15 – Terceiro setor
- 16 – Terceiro setor
- 17 – Terceiro setor
- 18 – Terceiro setor
- 19 – Academia
- 20 – Academia
- 21 – Academia

Internet: Arquitetura e Operação

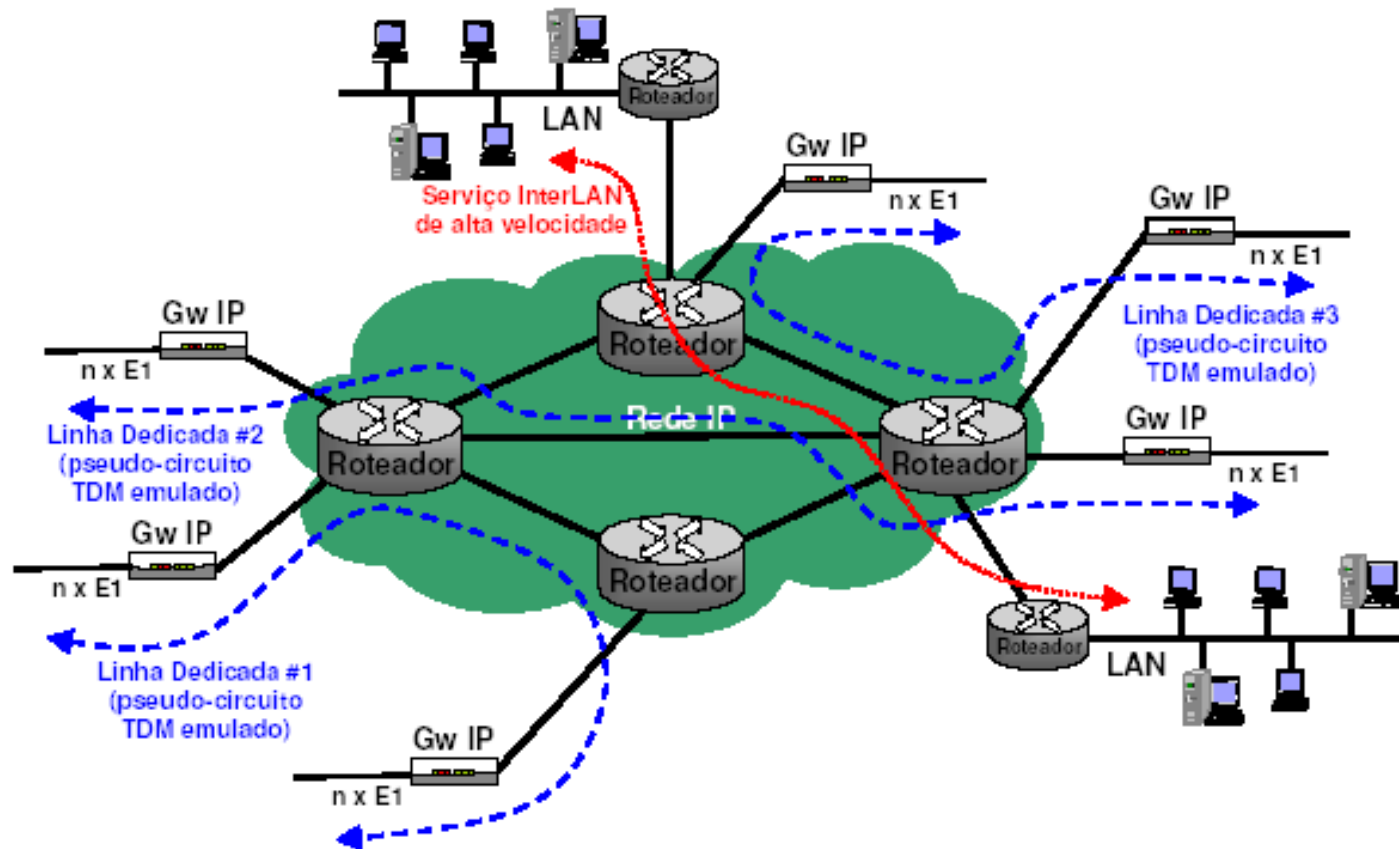
O que é a Internet? O que é o IP?



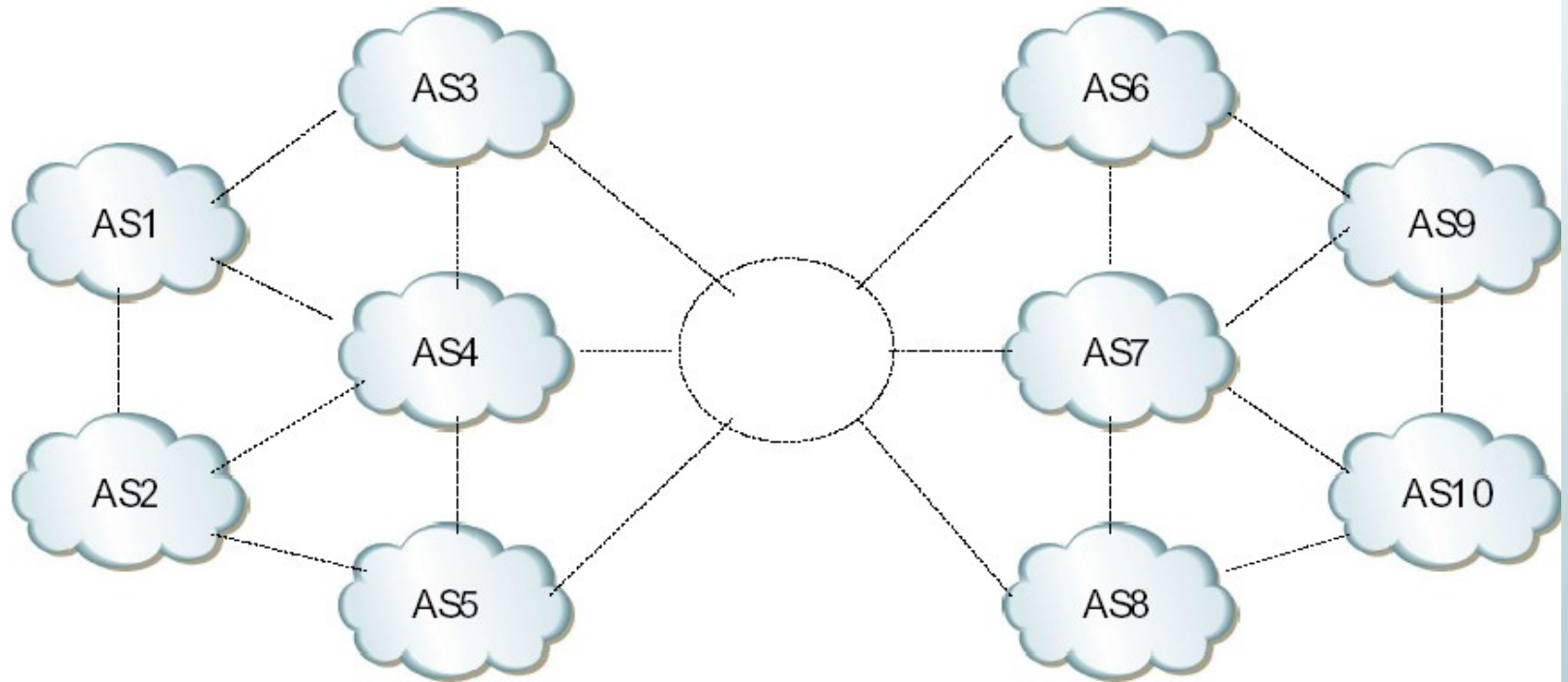
- Uma **rede** é formada por um conjunto de computadores interligados e que se comunicam, falando uma “linguagem” comum
- A essa “linguagem” chamamos **protocolo**.
- Uma **internet** é a interligação de **várias redes** de computadores.
 - Dentro delas, elas podem “falar” protocolos diversos.
 - Entre elas é usado o:
IP = Internet Protocol = Protocolo entre Redes.
 - Cada computador numa internet possui **um número**, que é **único** e o **identifica** dentro dela. É o **endereço IP**.



Detalhe de uma rede IP



Visão da Internet como um conjunto de sistemas autônomos (AS) interconectados



AS (Autonomous System)

De acordo com a RFC 1930:

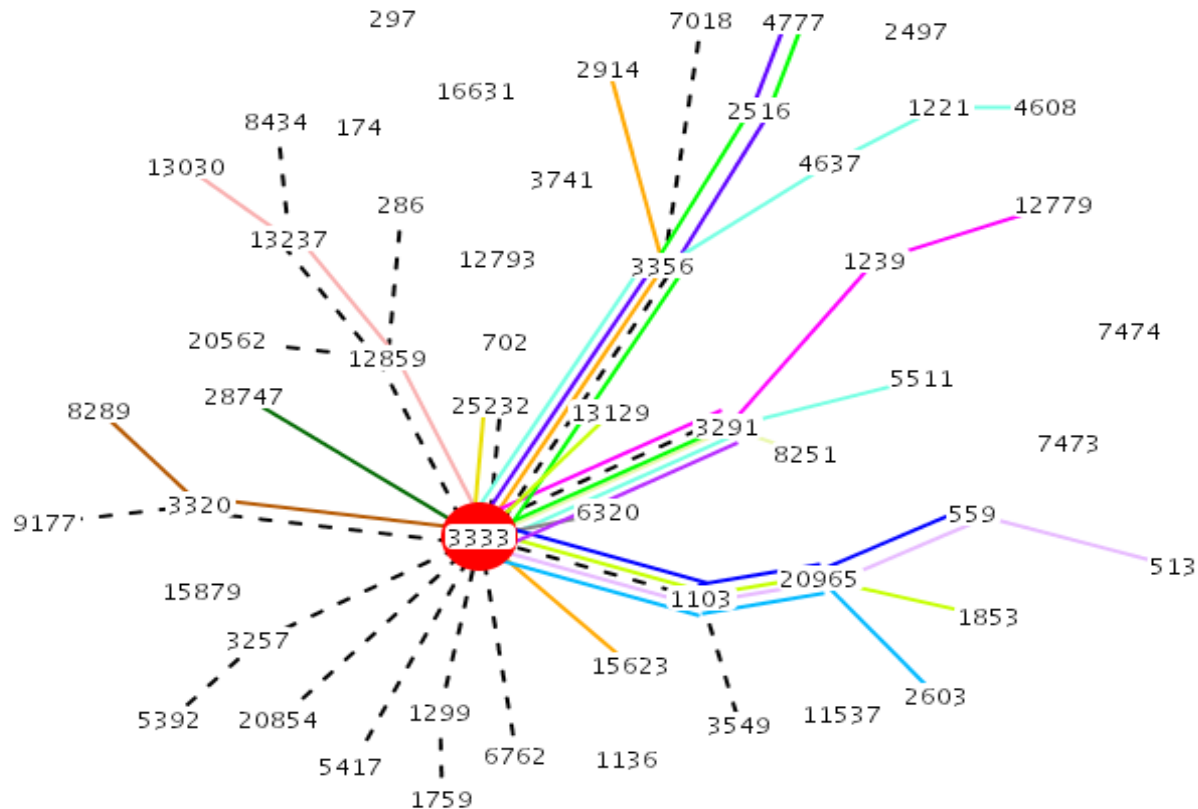
“ um sistema Autônomo (AS) é um grupo de redes IP gerenciados por uma ou mais operadoras de rede, que compartilham uma única e mesma política de roteamento.”

AS (Autonomous System)

Equivalências

- AS ----- > Passaporte (permite o intercambio)
- IP ----- > RG (primeira identificação)

Mapa de Topologia

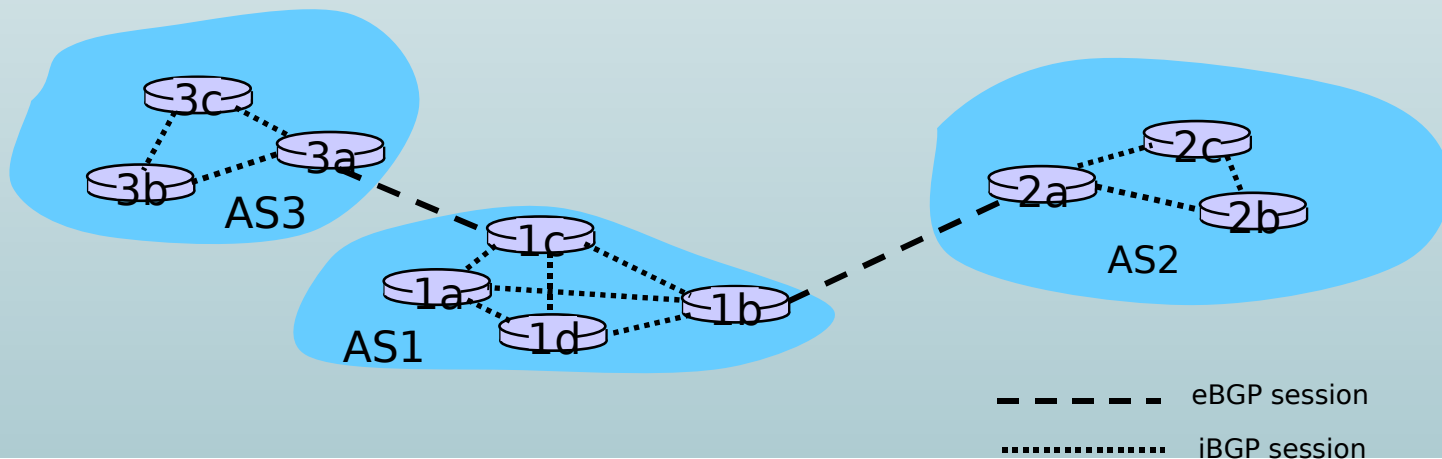


Roteamento inter-AS na Internet: BGP

- **BGP (*Border Gateway Protocol*)**: o padrão “de fato” para protocolo de roteamento exterior .
- BGP provê para cada AS meios de:
 - Obter informação de alcance de sub-redes (prefixos) a partir de ASs vizinhos.
 - Propagar informação de alcance para todos os roteadores internos ao AS .
 - Determinar “boas” rotas para sub-redes a partir de informação de alcance e políticas.
- Permite que uma sub-rede anuncie a sua existência para o resto da Internet: *“Estou aqui!”*

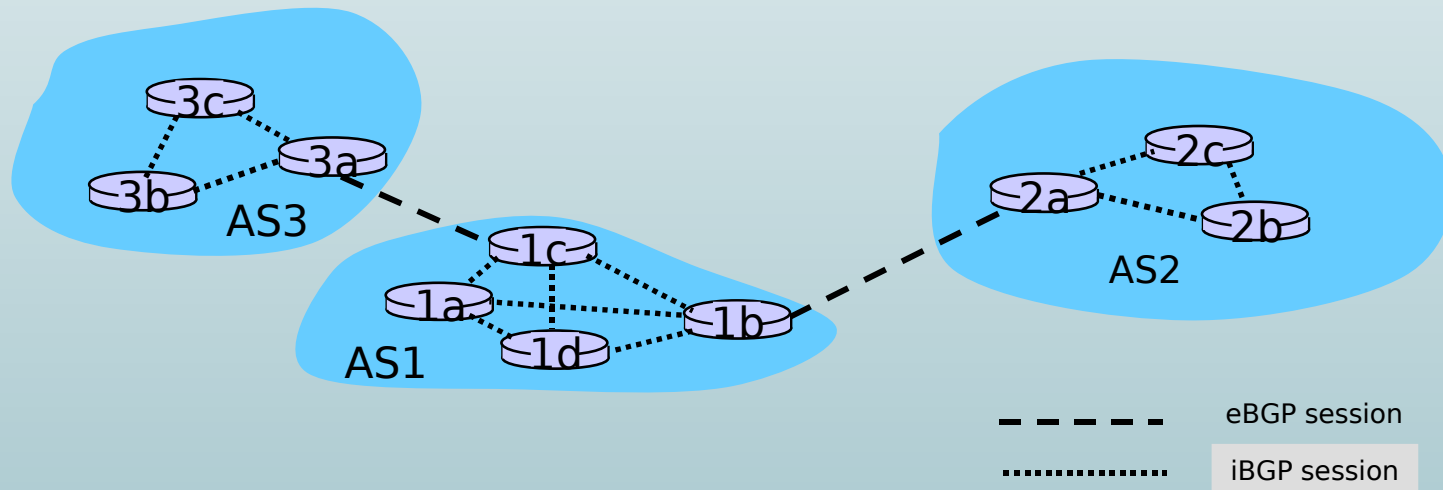
Fundamentos do BGP

- Par de roteadores (pares BGP) trocam informação de roteamento através de conexões TCP semi-permanentes: **sessões BGP**
- Notar que sessões BGP não correspondem a enlaces físicos.
- Quando um AS2 anuncia um prefixo para AS1, AS2 está **prometendo** que vai enviar à aquele prefixo **qualquer datagramas** destinados ao mesmo.
 - AS2 pode agregar prefixos nos seus anúncios
- Roteadores 3 a, 1c, 1b e 2 a são denominados “roteadores de borda”



Distribuindo informação de alcance

- Com a sessão eBGP **3a-para-1c**, AS3 envia informação de alcance de prefixos para AS1.
- Roteador **1c** pode usar iBGP ou outro protocolo interno (OSPF) para distribuir esta nova informação de alcance de prefixo para todos os roteadores em AS1.
- Roteador **1b** pode então re-anunciar a nova informação de alcance para AS2 através da sessão eBGP **1b-para-2a**.
- Quando um roteador aprende sobre um novo prefixo, ele cria uma entrada para o prefixo na sua tabela de encaminhamento.



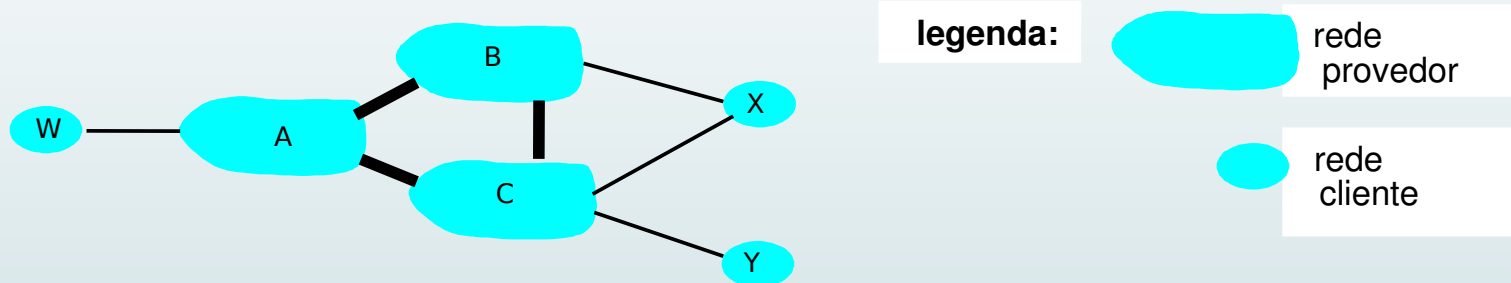
Atributos de caminho e rotas BGP

- Quando um prefixo é anunciado, o anúncio inclui atributos BGP.
 - **prefixo + atributos = “rota”**
- Dois atributos importantes:
 - **AS-PATH**: contém os ASs pelos quais o anúncio para o prefixo passou: AS 67, AS 17, AS 1916 etc..
 - **NEXT-HOP**: indica o roteador específico, interno ao AS, que leva ao AS do próximo salto. (Pode haver múltiplos enlaces do AS atual para o AS do próximo salto)
- Quando um roteador de borda recebe um anúncio de rota, usa a **política de importação** para aceitar/declinar.
- Quando um roteador de borda envia um anúncio de rota, usa a **política de exportação** para encaminhamento de um determinado prefixo por cada um dos seus provedores (ISP) .

Seleção de rota do BGP

- Roteador pode aprender sobre mais de uma rota para algum prefixo. Ele deve selecionar a rota.
- Regras de eliminação:
 - Valor do atributo *preferência local* associado à rota: decisão política
 - Menor AS-PATH (menor número de saltos)
 - Roteador NEXT-HOP mais próximo:
roteamento “batata quente”
 - Critérios adicionais

Políticas de roteamento BGP



- A,B,C são **redes de provedores**
- x,w,y são clientes (das redes de provedores)
- x com **duas interfaces** conectadas a duas redes
 - x não quer rotear de B para C
 - então x não vai anunciar para B a rota para C

Por quê há diferenças entre roteamento Intra- e Inter-AS?

Políticas:

- Inter-AS: administração quer controle sobre como tráfego roteado, quem transita através da sua rede.
- Intra-AS: administração única, logo são desnecessárias decisões políticas

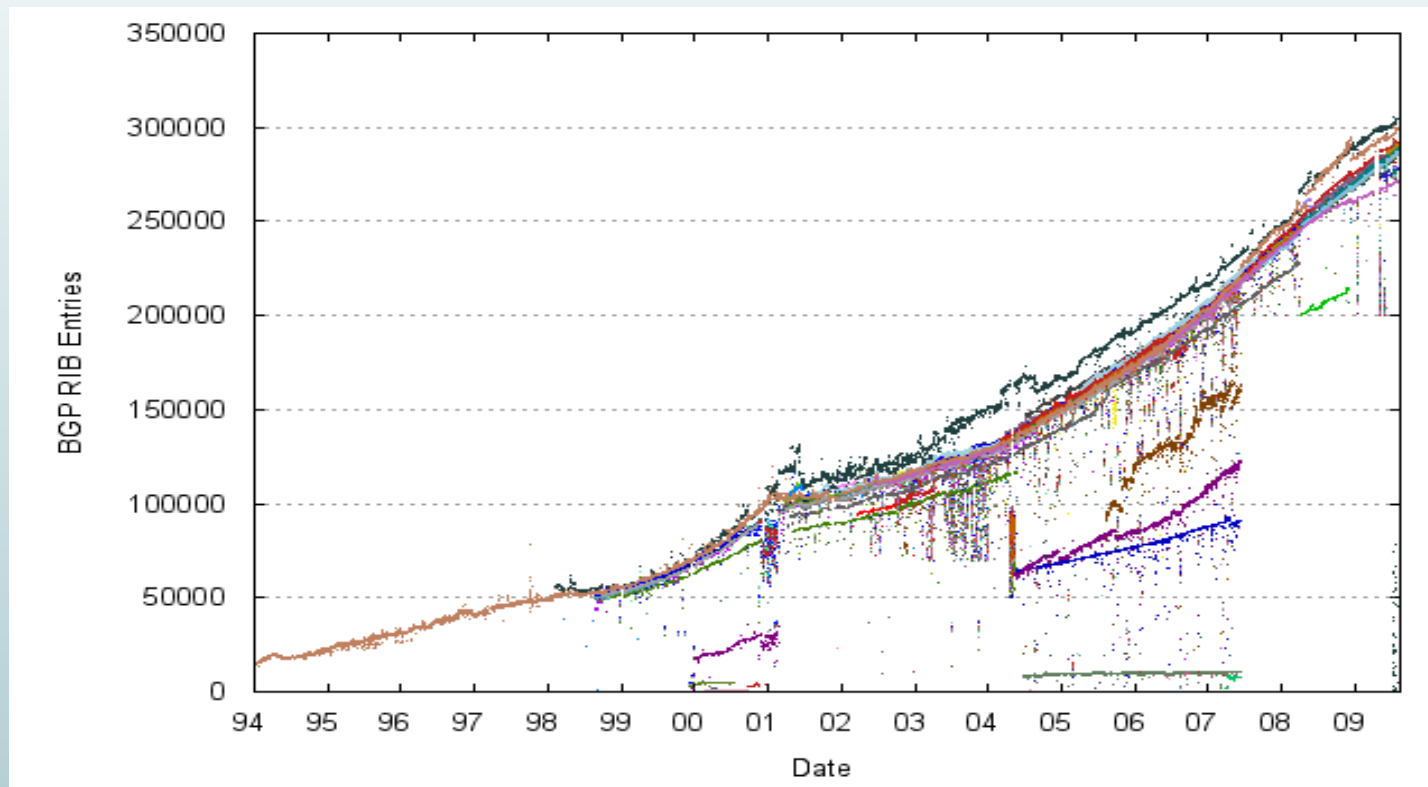
Escalabilidade:

- roteamento hierárquico economiza tamanho de tabela de rotas, reduz tráfego de atualização

Desempenho:

- Intra-AS: pode focar em desempenho
- Inter-AS: políticas podem ser mais importantes do que desempenho

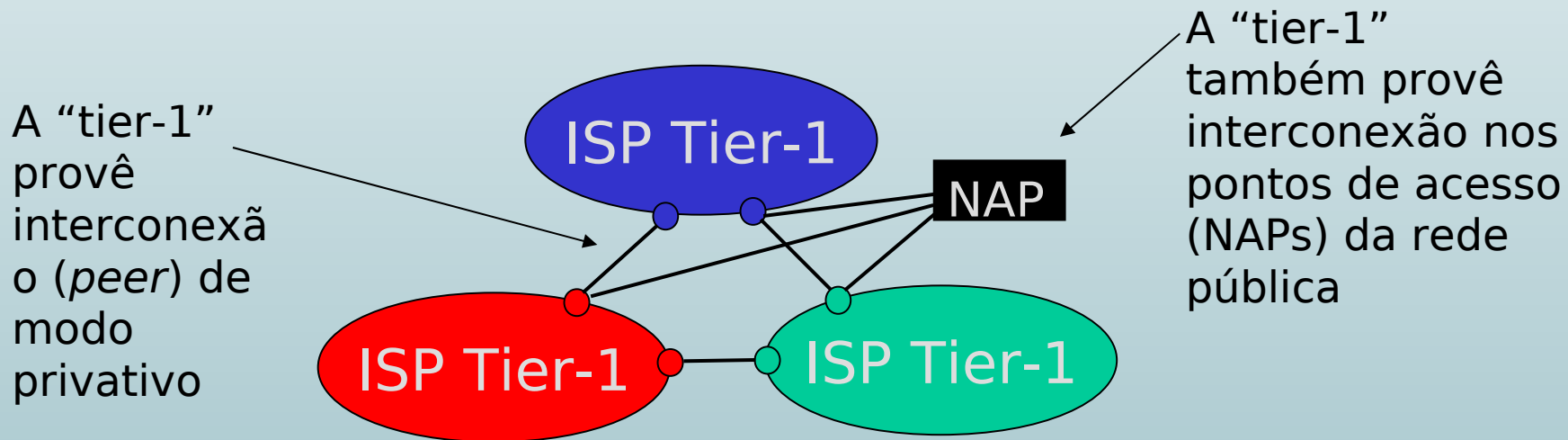
Evolução da tabela de roteamento na Internet



Fonte: <http://bgp.potaroo.net>

Arquitetura da Internet: rede de redes

- Parcialmente Hierárquica:
- **No centro: ISPs de Zona-1 ou “tier-1”** (AT&T, Sprint, Global Crossing, Level 3, NTT, QWEST, Verizon, TeliaSonera, Tata (Teleglobe)), cobertura internacional
 - Não compram “transito” de ninguém

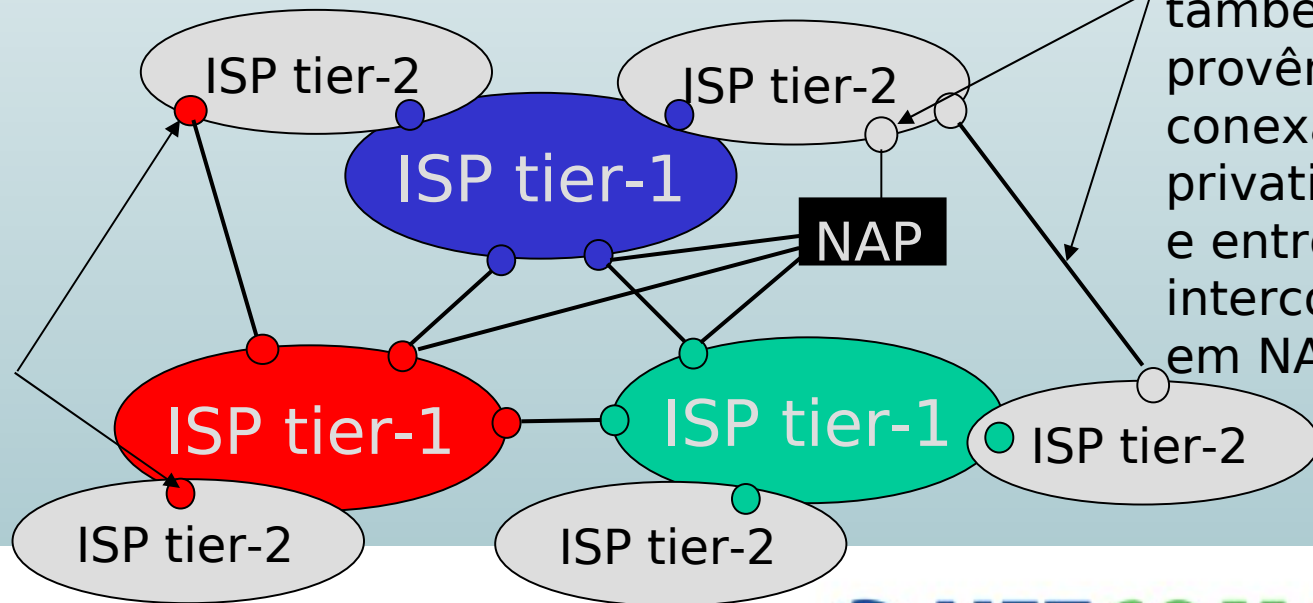


Estrutura da Internet: rede de redes

- ISPs "tier-2": ISPs menores (frequentemente regionais)
 - Conectam-se a um ou mais ISPs de tier-1, as vezes a outros ISPs de tier-2
 - Nossos principais ISPs (Embratel, Oi, Telefônica, Intelig, ...) estão nesta categoria

ISP de tier-2 paga ao ISP de tier-1 pela conectividade ao resto da Internet

- ISP de tier-2 é cliente do provedor de tier-1

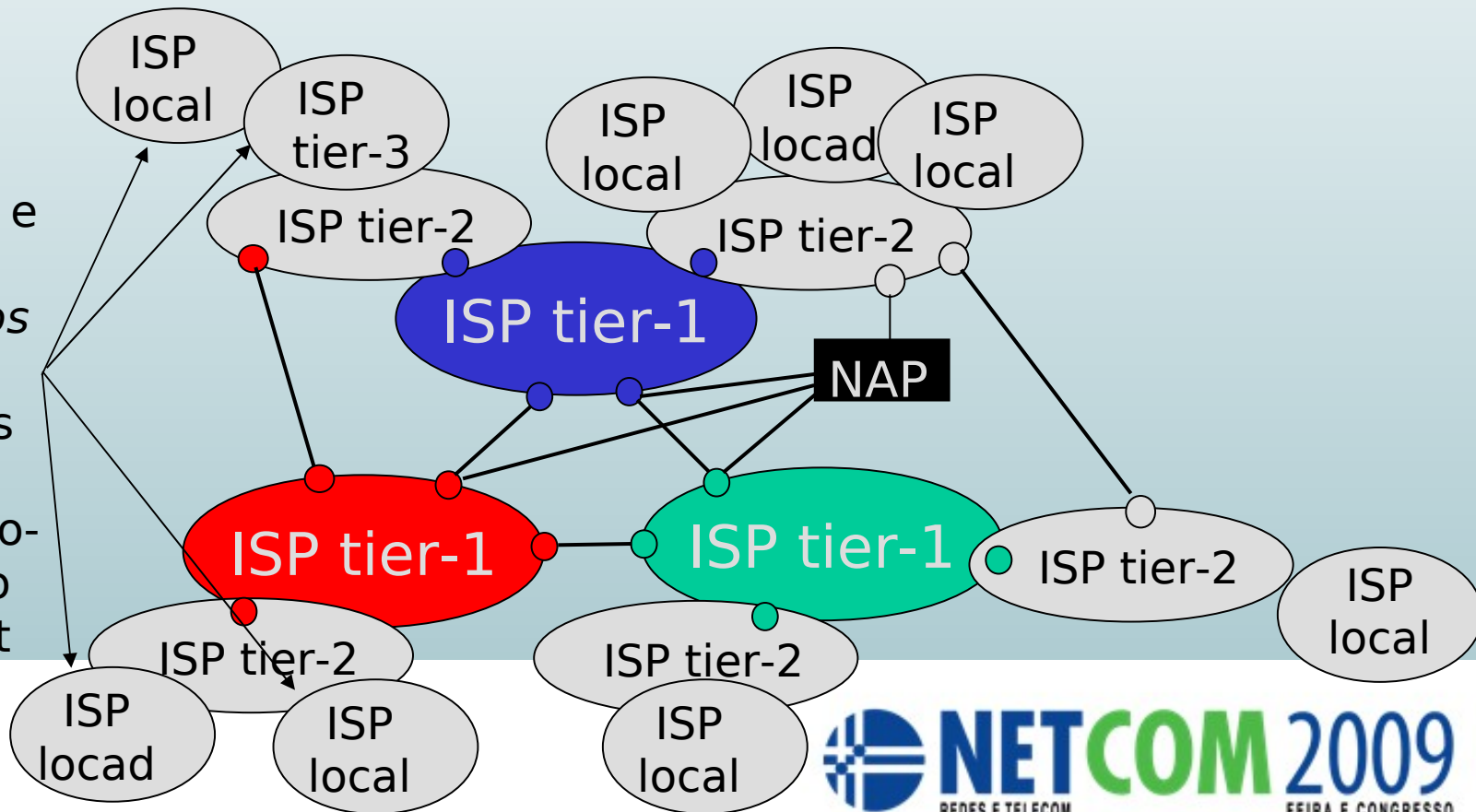


ISPs de tier-2 também provêm conexão privativamente e entre si, interconexão em NAP

Estrutura da Internet: rede de redes

- ISPs de "tier-3" e ISPs locais
 - Última rede de acesso ("hop") (mais próxima dos sistemas finais)
 - Nesta categoria encontra-se os provedores de conteúdo, empresas e pequenos provedores

ISPs locais e tier-3 são *clientes dos* ISPs de zonas mais altas conectando-os ao resto da Internet

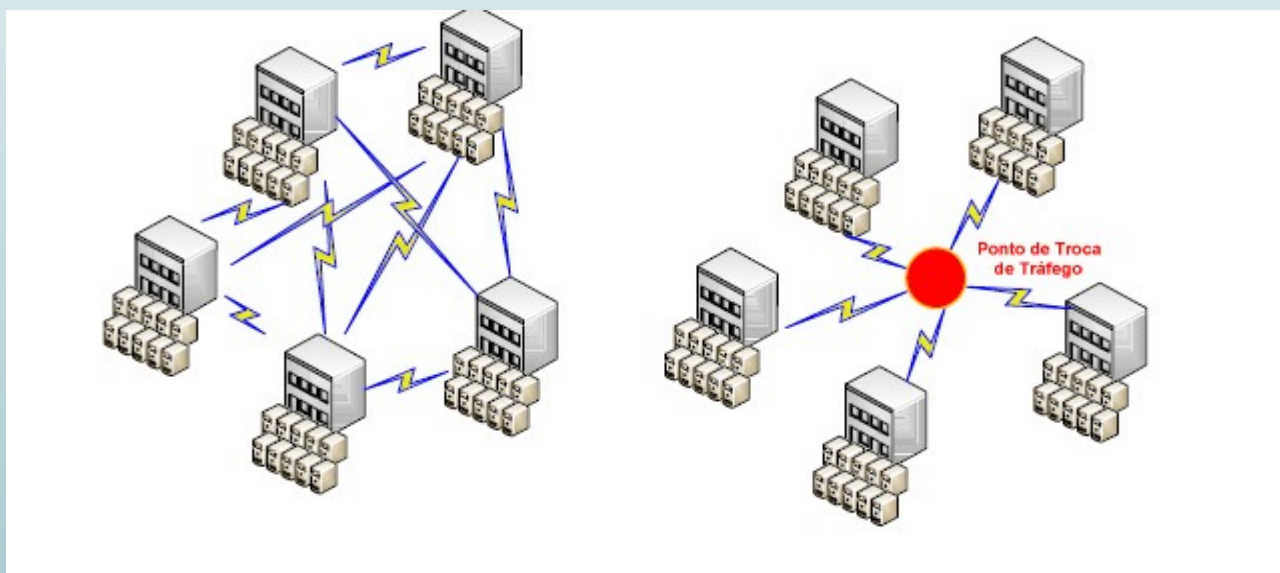


Pontos de Troca de Tráfego na Internet

Ponto de Troca de Tráfego (PTT)

O Ponto de Troca de Tráfego, é uma forma facilitada de se realizar a Troca de Tráfego entre múltiplas redes (AS).

Ao invés de vários enlaces a cada um dos outros Sistemas Autônomo , cada rede tem necessidade de apenas um.

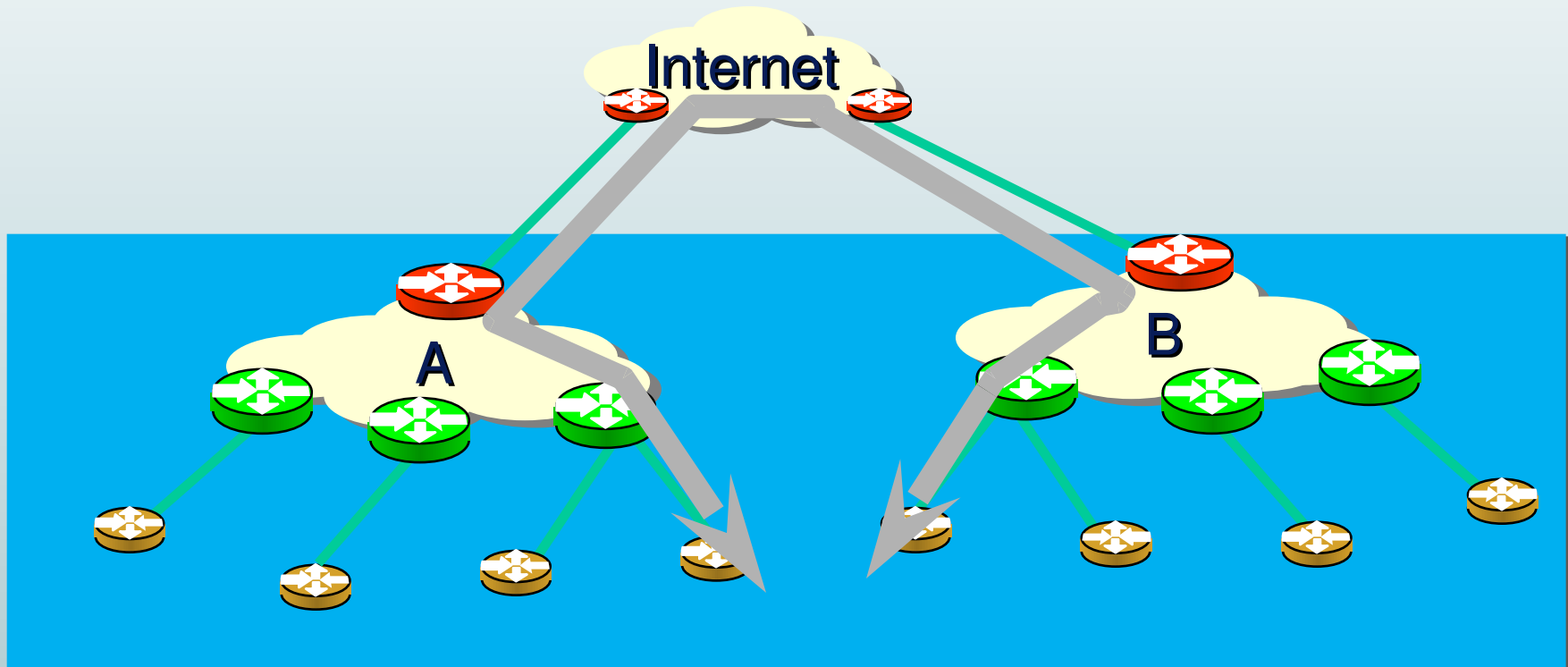


Ponto de Troca de Tráfego (PTT)

(IX-Internet Exchange Point ou NAP - Network Access Point)

- Considere uma região com um provedor (ISP)
 - Ele prove conectividade para a internet a seus clientes
 - Ele possui uma ou duas conexões internacionais
- Internet cresce, outro ISP se estabelece competindo
 - Ele prove conectividade para a internet a seus clientes
 - Ele possui uma ou duas conexões internacionais
- Como o tráfego de um cliente de um ISP chega até o cliente do outro ISP?
 - **Via conexão internacional !**

O tráfego entre dois clientes de dois ISPs diferentes sem uma interligação direta



Tipos de acordos entre provedores (ISPs - *Internet Services Providers*)

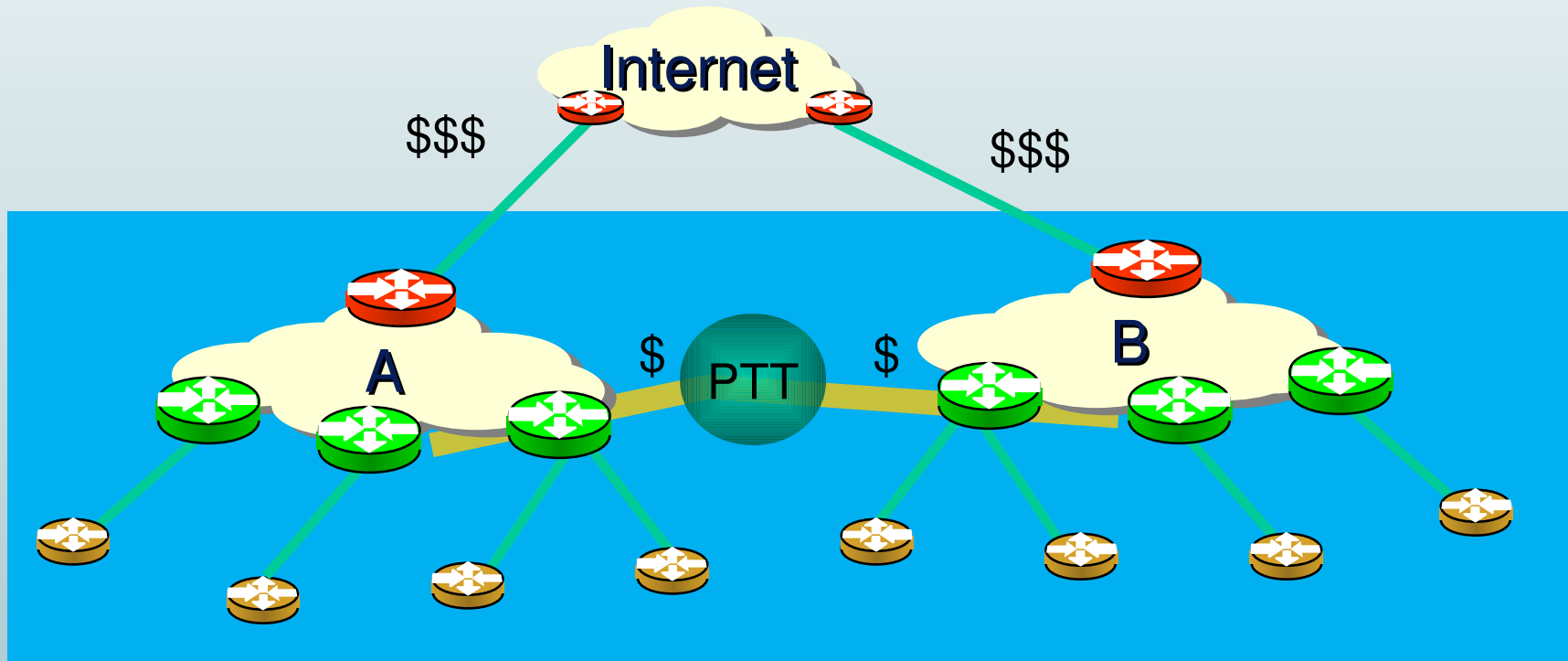
- **Parceria (*Peering*)**
 - acordo entre dois AS
 - aplica-se apenas quanto o tráfego originado de um usuário do AS 1 destina-se a um usuário do AS 2
 - normalmente, não existem ajustes financeiros entre os participantes do *peering*. Os custos restringem-se aos equipamentos de cada um e ao custo de trazer o tráfego de um local ao outro (Link) .
 - Os parceiros podem combinar de trocar tráfego em diversas localidades geográficas. Adota-se, normalmente, o *hot potato routing mechanism*, que consiste em repassar o pacote ao parceiro tão logo seja possível
 - *Peering*, de acordo com o IETF (*Internet Engineering Task Force*):
“Negociações de arranjos de interconexão recíprocos, de livre estabelecimento ou outra maneira, entre provedores de serviço operacionalmente independentes.”

Tipos de acordos entre ISPs (*Internet Services Providers*)

- **Trânsito**

- é um acordo entre dois AS
- quando o AS-1 oferece trânsito ao AS-2, os usuários do AS-2 poderão acessar **os usuários de todos os outros AS** com quem o AS-1 tem *peering*.
- um acordo de trânsito envolve, normalmente, o pagamento de taxa de transporte do AS-2 para AS-1
- neste acordo, todo o tráfego requisitado pelos usuários de um AS passa “por dentro” da rede de um outro AS para alcançar outros usuários .
- Os “outros usuários” podem ser, no limite, **toda a Internet !**

Um Ponto de Troca de Tráfego (PTT) possibilitou migrar o tráfego de “trânsito” para *peering*

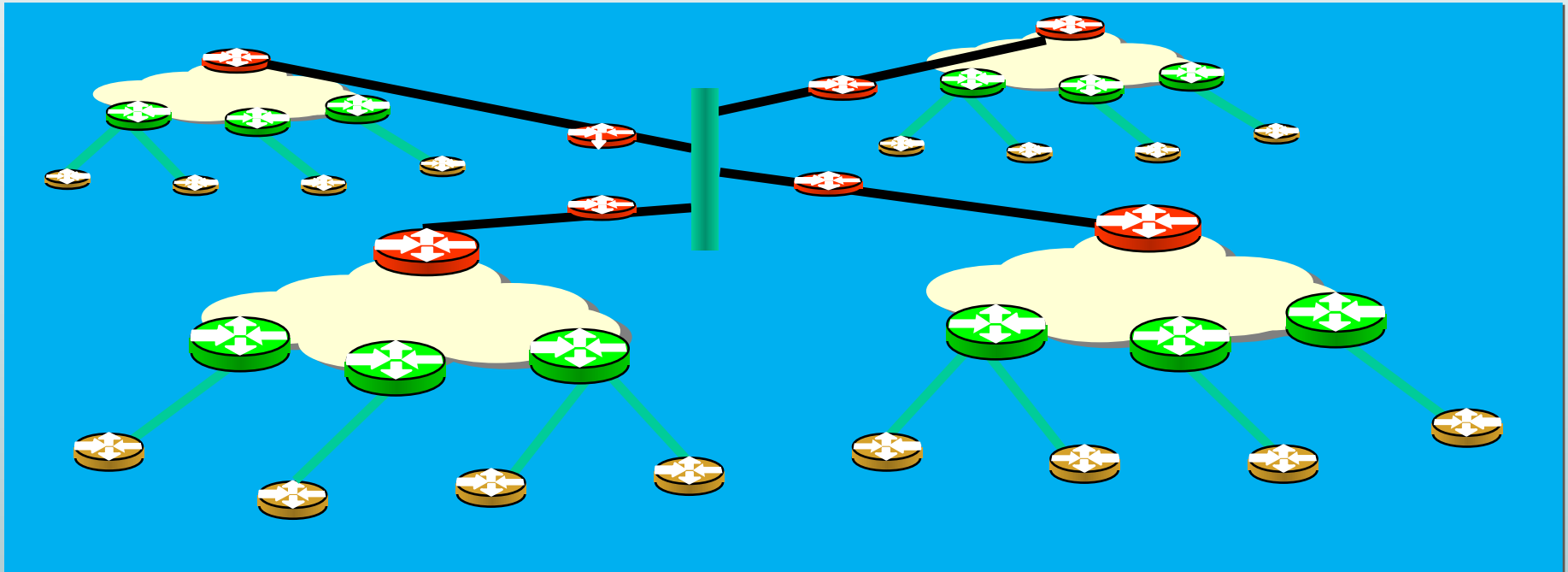


PTT

- Solução:
 - Cada provedor participa no ponto de troca
 - Custo é mínimo – um circuito local cobrindo o tráfego doméstico
 - Circuitos internacionais são utilizados sómente para o tráfego international e como uma redundância, caso o link local falhe
- Resulta :
 - Tráfego local permanece local
 - Considerações de QoS nos tráfego local deixa de ser um problema
 - RTTs (*Round Trip Time*) são tipicamente abaixo de 10ms
 - Economia na Internet local cresce rapidamente

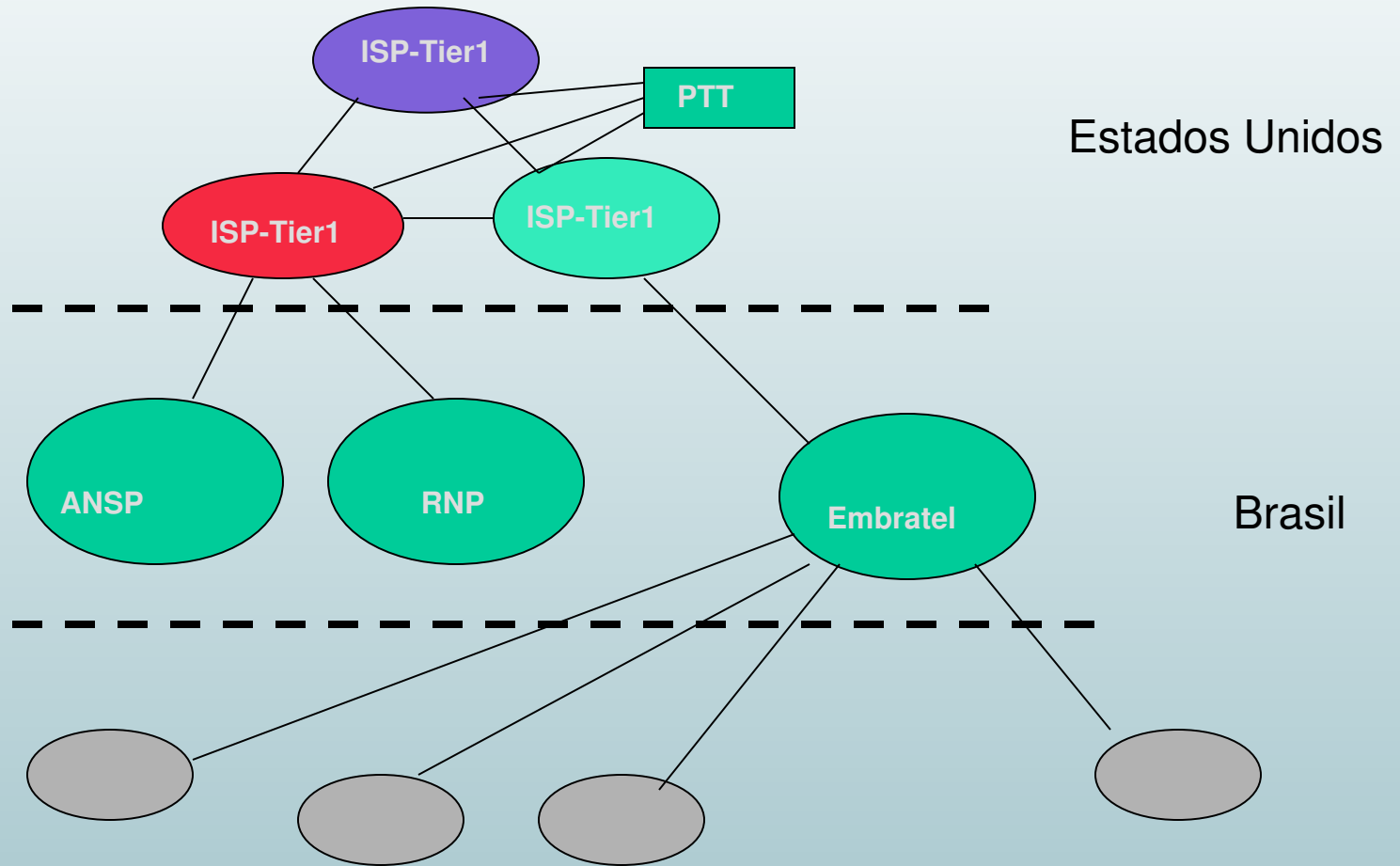
Como implementar um PTT ?

Ethernet switch entre os participantes

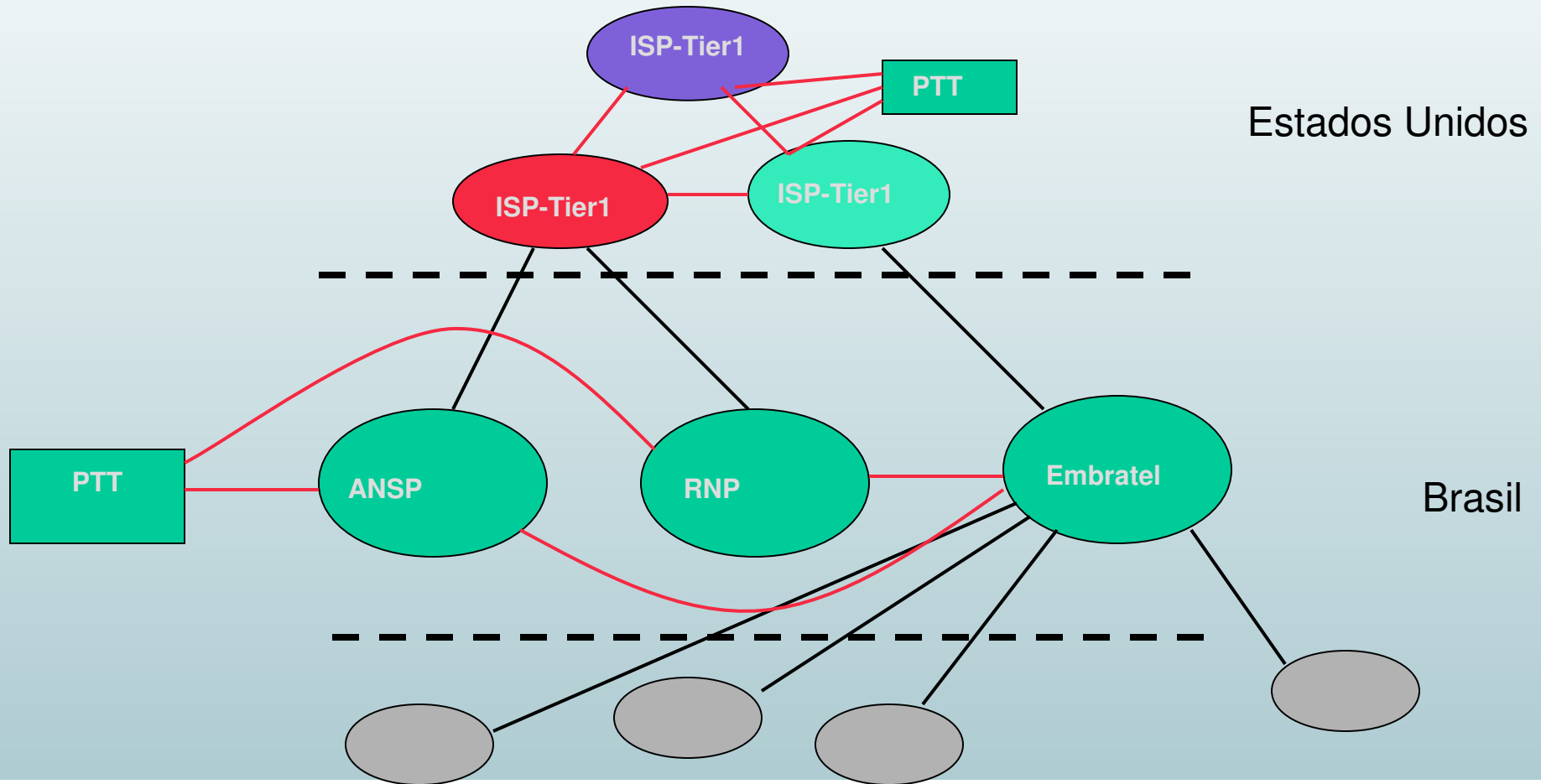


Projeto PTTmetro

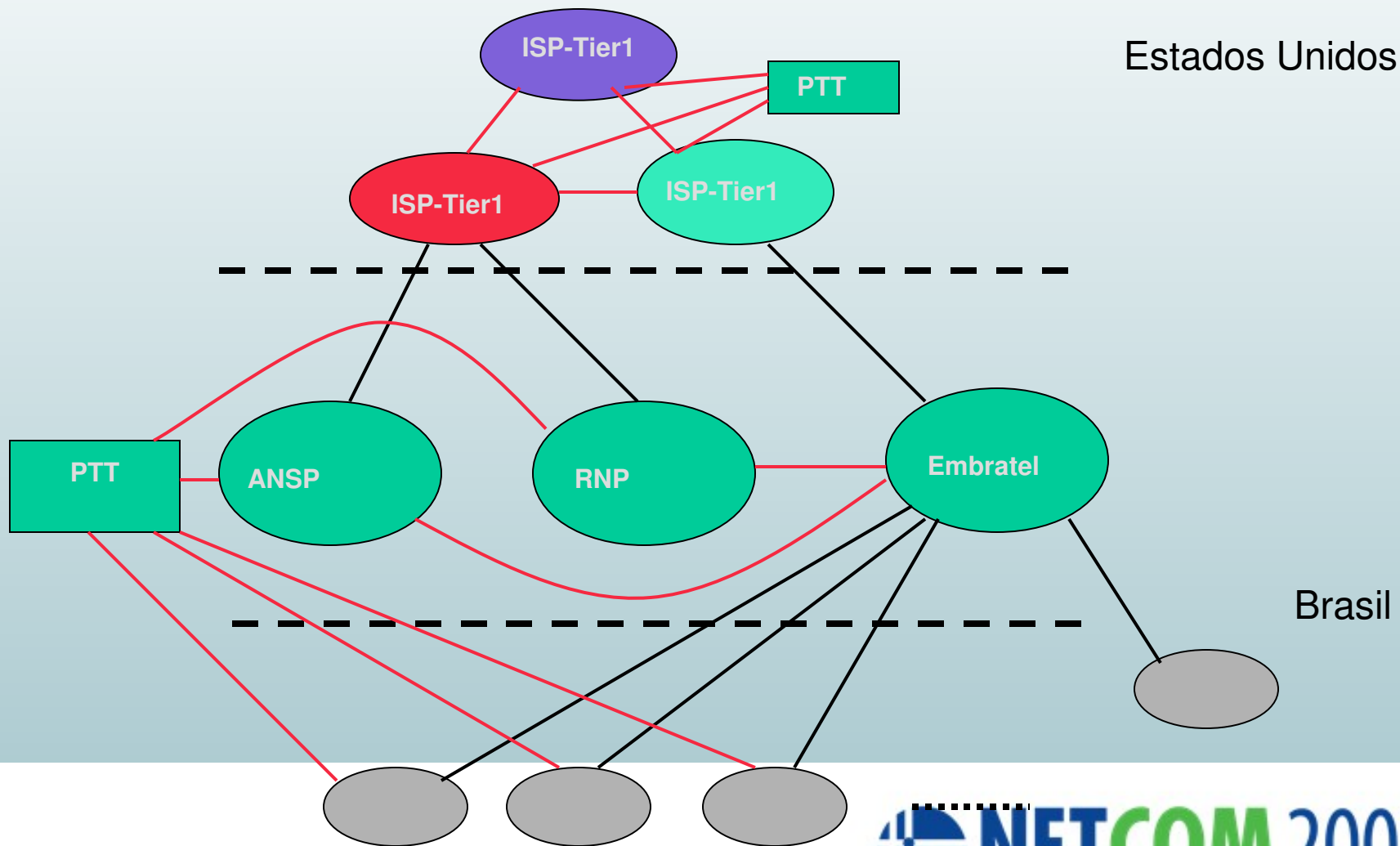
Motivação inicial: reduzir atraso e custo



Motivação inicial: reduzir atraso e custo



Motivação inicial: reduzir atraso e custo



PTTMetro

- PTTMetro é o nome dado ao projeto do Comitê Gestor da Internet no Brasil que promove e cria a infraestrutura necessária (Ponto de Troca de Tráfego – PTT) para a interconexão direta entre as redes ("Autonomous Systems" ASs) que compõem a Internet Brasileira. A atuação do PTTMetro volta-se às regiões metropolitanas no País que apresentam grande interesse de troca de tráfego Internet.
- Uma das principais vantagens deste modelo, é a racionalização dos custos, uma vez que os balanços de tráfego são resolvidos direta e localmente e não através de redes de terceiros, muitas vezes fisicamente distantes.
- Outra grande vantagem é o maior controle que uma rede pode ter com relação a entrega de seu tráfego o mais próximo possível do seu destino, o que em geral resulta em melhor desempenho e qualidade para seus clientes e operação mais eficiente da Internet como um todo.
- Um PTTMetro é, assim, uma interligação em área metropolitana de pontos de interconexão de redes (PIXes), comerciais e acadêmicos, sob uma gerência centralizada.

PTTMetro

- São características fundamentais para a implementação adequada de um PTTMetro:
 - Neutralidade - independência de provedores comerciais
 - Qualidade de troca de tráfego eficiente
 - Baixo custo das alternativas, com alta disponibilidade
 - Matriz de troca de tráfego regional única
- A coordenação do PTTMetro, a cargo do CGLbr, e sua operação por organizações tecnicamente habilitadas, mas sem fins lucrativos, que estabelecerão os requisitos de arquitetura e gerência das interconexões, garantem os dois primeiros tópicos.
- A hospedagem dos PIXes em instalações comerciais com elevado padrão de segurança e infraestrutura, agregandos e matrizes de tráfego já existentes, é condição para obtenção dos demais quesitos acima.

PTTMetro

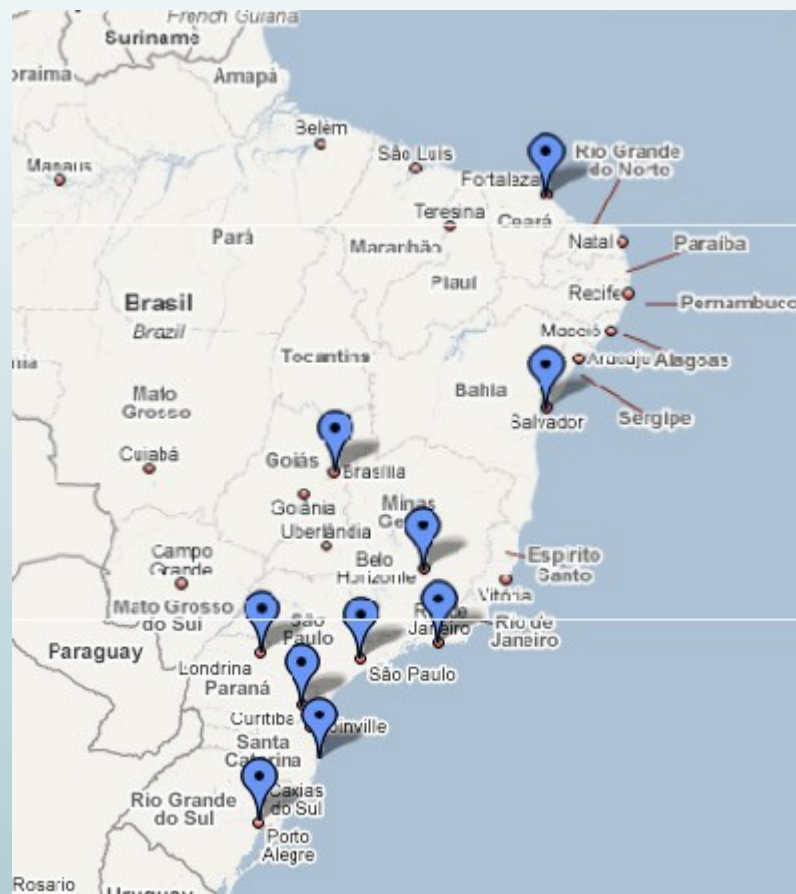
- Projeto arca com os equipamentos ativos (hardware), responsáveis pela transmissão intra e inter PIXes e pelas interfaces de conexão dos participantes.
- Não há repasse de custo para os participantes, sobre as suas interfaces de conexão, independente da capacidade (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet ou 10 Gigabit Ethernet), e mesmo considerando eventual redundância.
- Pontos de Interconexão (PIX):
 - Provêm ao projeto recursos de infraestrutura: espaço, alimentação elétrica, refrigeração
 - segurança física e um ou dois (preferência) pares de fibras ópticas apagadas até o PIX central.

PTTmetro - vantagens

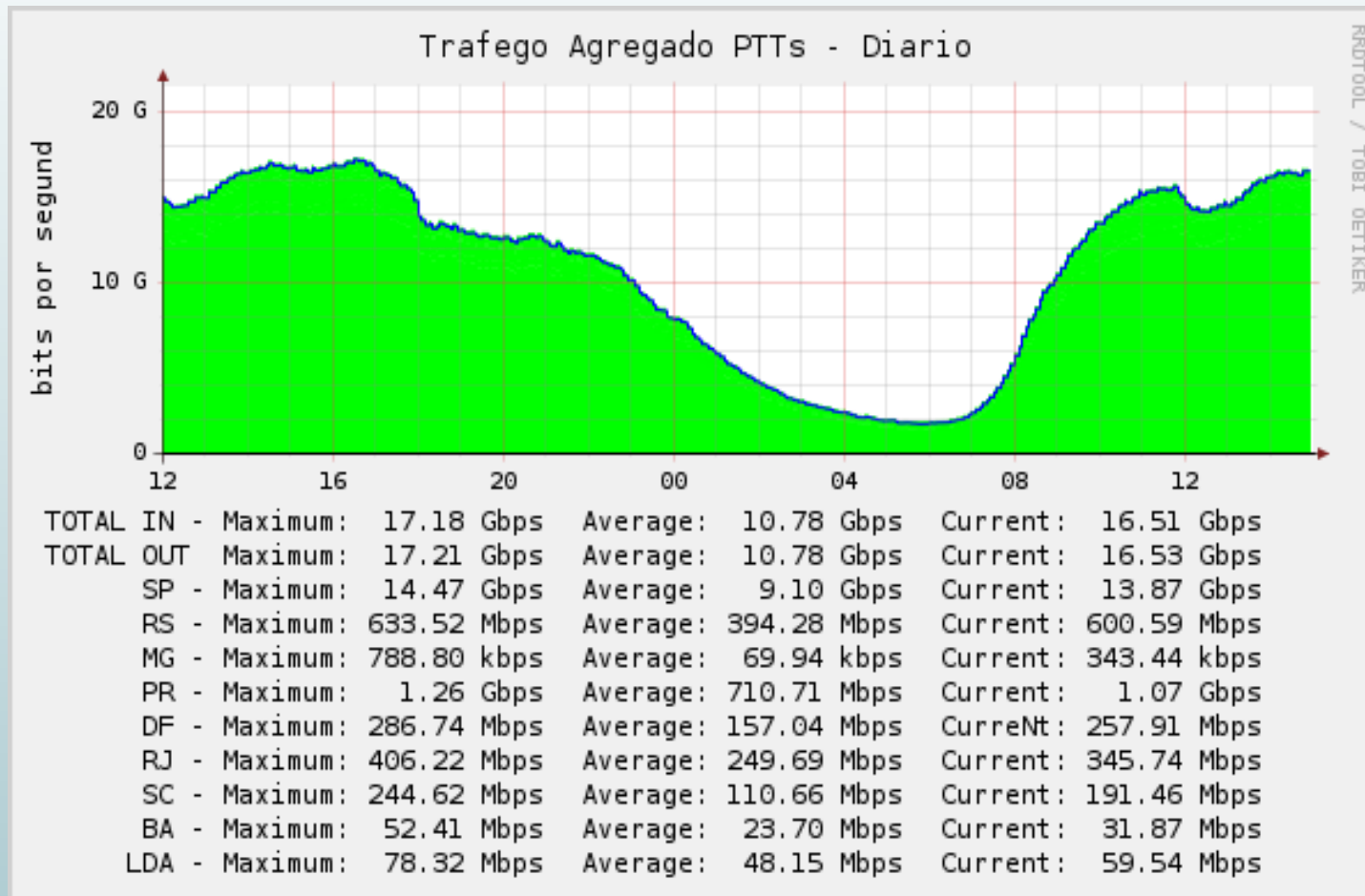
- Racionalização dos custos, uma vez que os balanços de tráfego são resolvidos direta e localmente e não através de redes de terceiros, muitas vezes fisicamente distantes.
- Para o usuário final também ficaria mais barato vários serviços na Internet como hospedagem de site, por exemplo.
- Outra grande vantagem é o maior controle que uma rede pode ter com relação a entrega de seu tráfego o mais próximo possível do seu destino, o que em geral resulta em melhor desempenho e qualidade para seus clientes e operação mais eficiente da Internet como um todo.
- Gerenciamento e operação do NIC.br
- **PTTMetro é um projeto aprovado pelo CGI.br e possui recursos constantes para a atualização tecnológica**
- Tem por finalidade criar Pontos de Troca de Tráfego em regiões metropolitanas que tenham ISPs interessados em trocar tráfego Internet

Projeto PTTMetro

- PTTMetro tem por projeto as seguintes características:
 - Neutralidade
 - Qualidade
 - Baixo custo das alternativas, com alta disponibilidade
 - Matriz de troca de tráfego regional única
 - Melhoria na interconexão das redes
- PTT's em funcionamento :
 - São Paulo
 - Brasília
 - Rio de Janeiro
 - Florianópolis
 - Londrina
 - Fortaleza
 - Curitiba
 - Porto Alegre
 - Belo Horizonte
 - Salvador

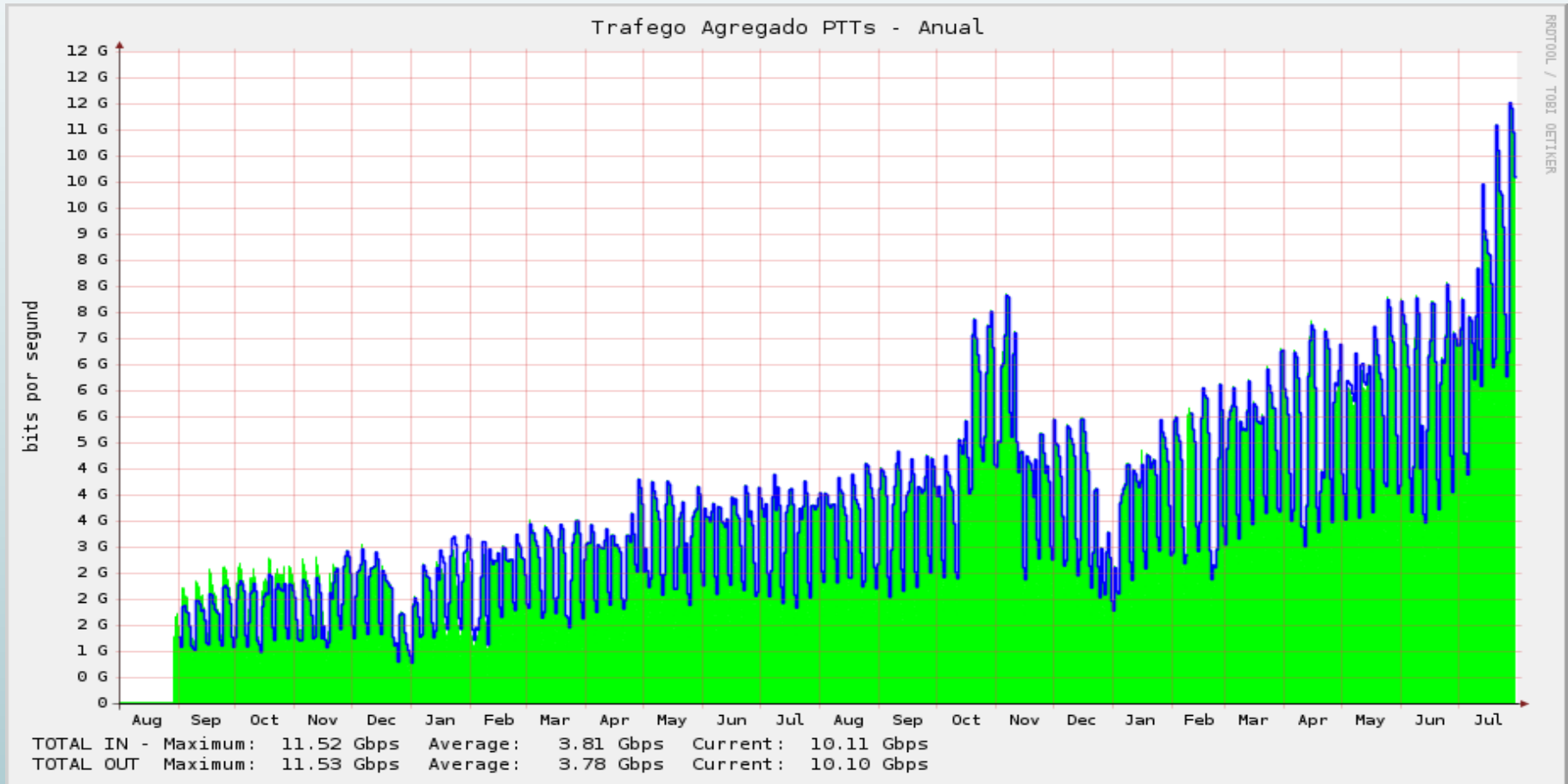


Projeto PTTMetro - Alguns números atuais



Projeto PTTMetro – Evolução do tráfego

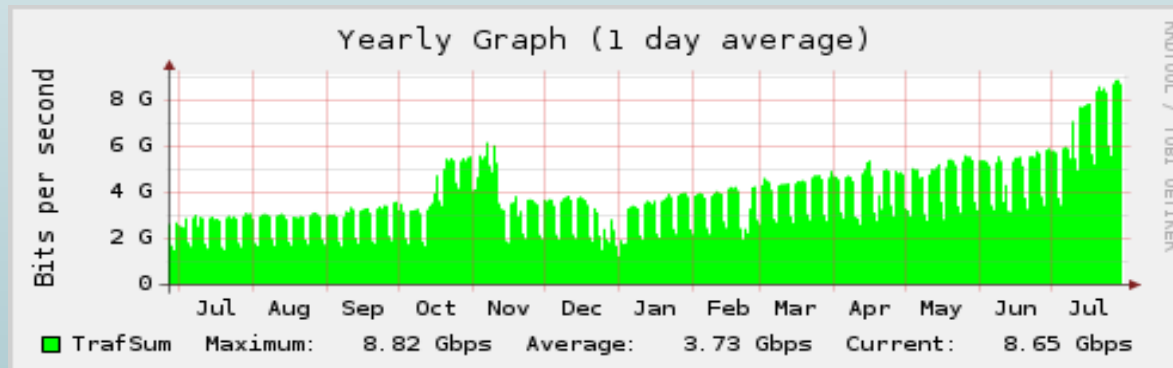
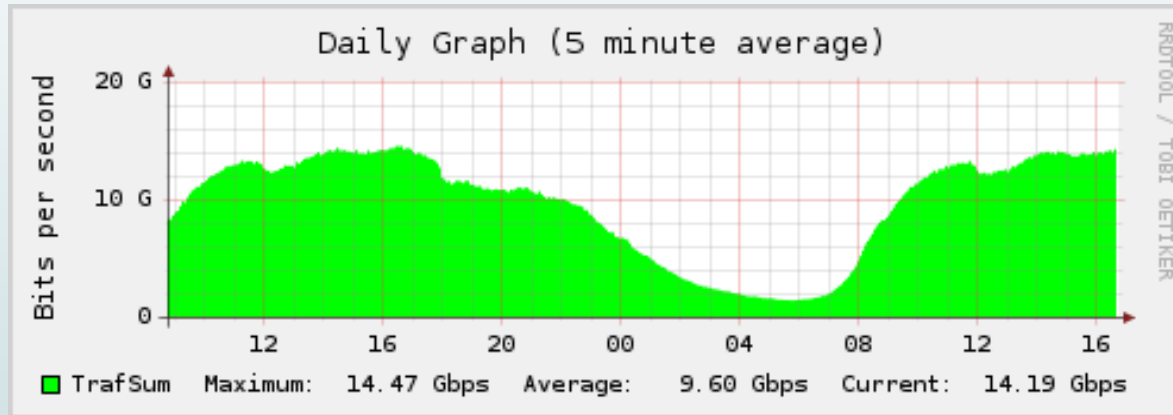
Total atual: 100 AS em todos os PTTs



Participantes do PTT-São Paulo (total atual: 64 AS)

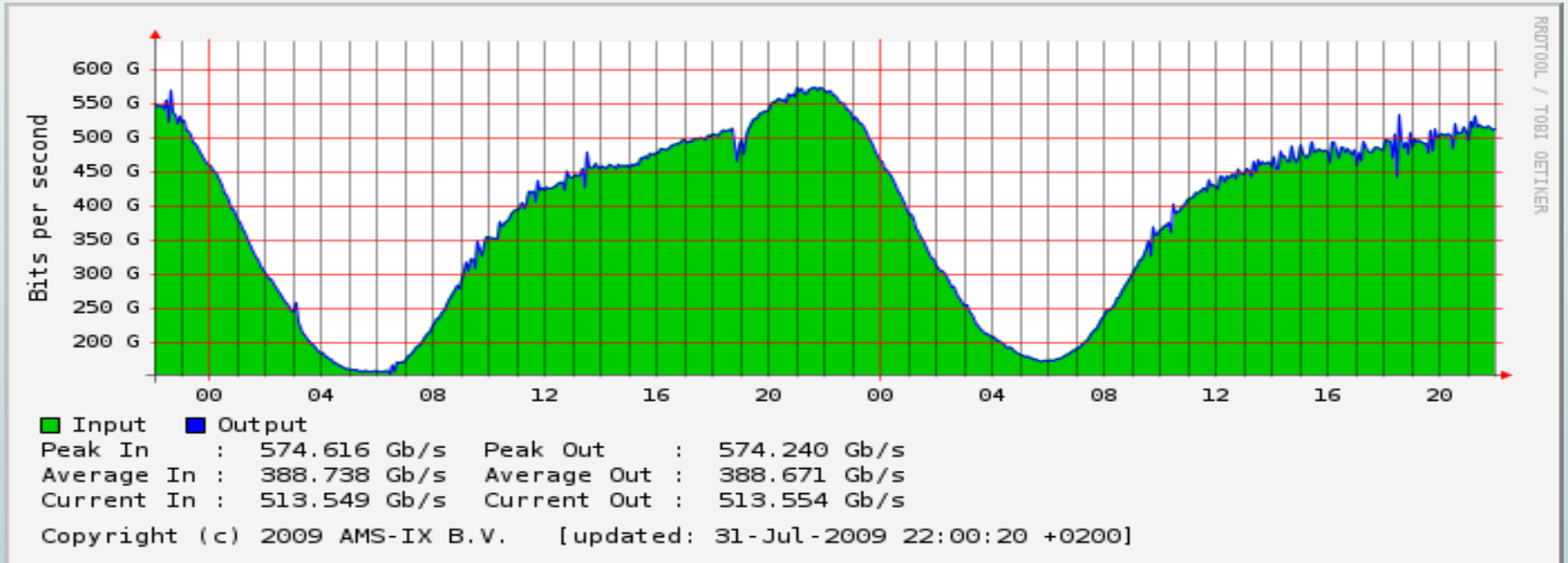
42 WoodyNet	12956 Telefonica International	21911 Dualtec
1916 RNP	13353 Telmex	22250 Abranet
2688 AT&T	13495 NTT	22356 Durand
3549 Global Crossing	14026 NIC.BR	22431 ABASE Telecom
3856 PCH	14204 AllNet	22548 Dualtec
6140 GBLX-Impsat	14282 Persis	26107 BSA Brasil
7738 Oi	14551 Verizon	26592 Alog-RJ
8055 Value4Net	15169 Google	27664 CTBC Multimidia
8167 Brasil Telecom	15201 UOL	27715 LocaWeb
10429 Telefonica	16397 Alog-SP	28001 LACNIC
10954 SERPRO	16685 Tivit	28135 ANID
11271 BT Latam	16735 CTBC	28204 Kerax
11706 Terra	17222 Mundivox	28205 Ibituruna TV
11835 Sul!Internet	18881 GVT	28206 Abril Digital
12654 RIPE NCC RIS Projec	19089 DH&C	28220 Cabo Telecom
31529 Denic	28671 Conecta	28669 America-Net

PTTMetro São Paulo - Evolução do tráfego



AMS-IX

Amsterdam Internet Exchange



Principais Pontos de Troca de Tráfego (*Internet Exchange*)

#	Short name	Name	City	Country	Established	Members	Throughput (Gbit/s) maximum	Throughput (Gbit/s) average
1	DE-CIX	Deutscher Commercial Internet Exchange [1]	Frankfurt am Main	Germany	1995	280	900	372
2	AMS-IX	Amsterdam Internet Exchange [2]	Amsterdam	Netherlands	1997	312	655	425
3	LINX	London Internet Exchange [3]	London	United Kingdom	1994	323	458 [1]	284 [1]
4	JPNAP	Japan Network Access Point [4]	Tokyo and Osaka	Japan	2001	44 [2]	248 [2]	170 [2]
5	JPIX	Japan Internet Exchange [5]	Tokyo	Japan	1997	113	132	88
6	Netnod	Netnod Internet Exchange in Sweden [6]	Stockholm, Malmö, Sundsvall, Gothenburg, Luleå	Sweden	1997	50 [3]	128 [3]	100 [3]
7	ESPAIX	Spain Internet Exchange [7]	Madrid	Spain	1997	45	117	86
8	BIX	Budapest Internet Exchange [8]	Budapest	Hungary	1996	46	115	63
9	HKIX	Hong Kong Internet eXchange [9]	Hong Kong	China	1995	76 [24]	87	52
10	NIX.CZ	Neutral Internet eXchange of the Czech Republic [10]	Prague	Czech Republic	1996	91	86	53
11	MSK-IX	Moscow Internet Exchange [11]	Moscow	Russia	1995	254	84	52
12	Any2	Any2 Exchange [12]	Los Angeles, San Jose, Miami, Washington DC, Boston, Chicago, Reston, New York	USA	2005	165	80+	??
13	NYIIX	New York International Internet eXchange [13]	New York	USA	1996	102	72	52

Detalhes técnicos do projeto

Detalhes do Projeto

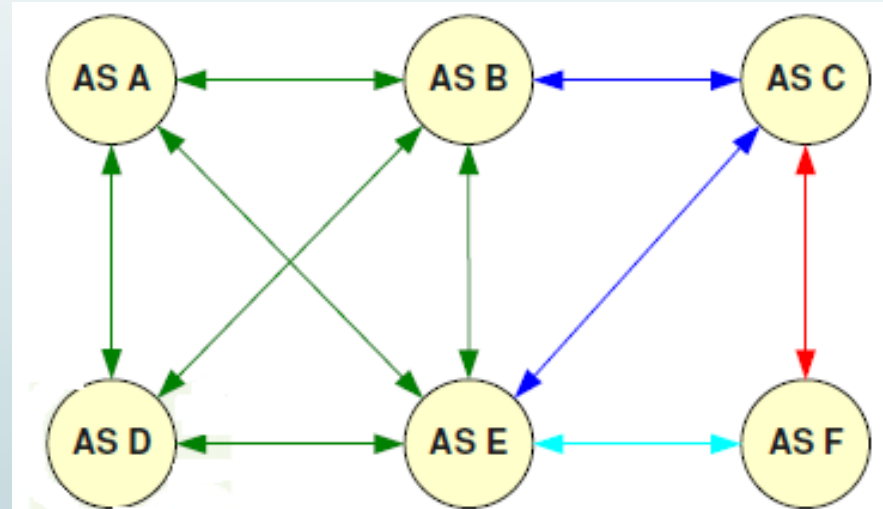
- *Switches* metro ethernet L2 por PIX (Ponto de Interconexão) com:
 - VLAN para tráfego de *peering* IPv4
 - VLAN para tráfego de *peering* IPV6
 - **VLANs dedicadas para venda de transito entre participantes**
 - VLAN Gerência
- 4 servidores (S.O FreeBSD 6):
 - Estação de gerência e site
 - 2 *Route Servers* (*quagga* com suporte MD5)
 - *Looking Glass* (*quagga* com suporte MD5)
- Prefixos IPv4 e IPv6 exclusivos para cada localidade e não roteável globalmente (200.219.x.y/24)
- Prefixos IPv4 públicos para o *site* e *looking glass*
- Prefixo reservados (RFC 1918) para rede de gerência

Detalhes do Projeto

- **Tipos de Acordos existentes:**
- **Multilateral (ATM)**
 - Troca de tráfego entre todos os participantes.
 - Sessões BGP são estabelecidas entre participantes e servidores de rotas.
 - Participantes podem se conectar em modo acesso.
- **Bilateral**
- **Modo VLAN Compartilhada**
 - Troca de tráfego apenas entre participantes.
 - Participantes podem se conectar em modo acesso.
 - Mesmo domínio de broadcast do acordo multilateral (ATM).
- **Modo VLAN Dedicada**
 - Troca de tráfego apenas entre participantes (e.g. venda de trânsito).
 - Utiliza VLAN dedicada apenas entre os participantes

Modelos de Operação

- Os ASes **A**, **B** e **D** podem se conectar em modo de acesso na VLAN compartilhada, os demais AS devem se conectar em modo *tagging* ou *trunk* (802.1Q).
- Nesse exemplo, os AS **C** e **F** possuem apenas acordos bilaterais, sendo que AS **F** possui apenas VLANs dedicadas e os AS **B** e **E** possuem ambos tipos de acordos

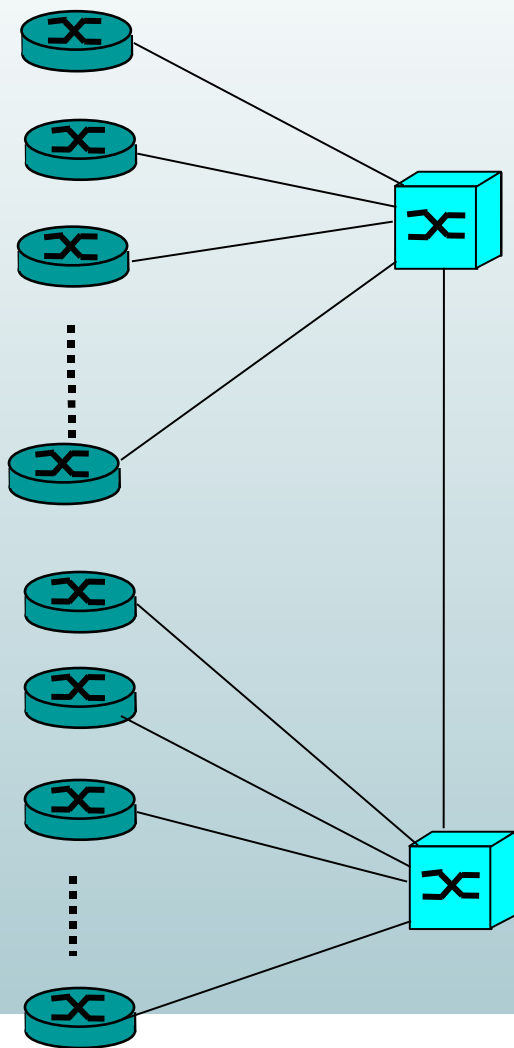


VLAN compartilhada Acordo Multilateral - Todos ASes trocam tráfego entre si

VLANs dedicadas de Acordos Bilaterais - Pares de ASes trocam tráfego entre si

Bilateral – Pares de ASes trocam tráfego entre si

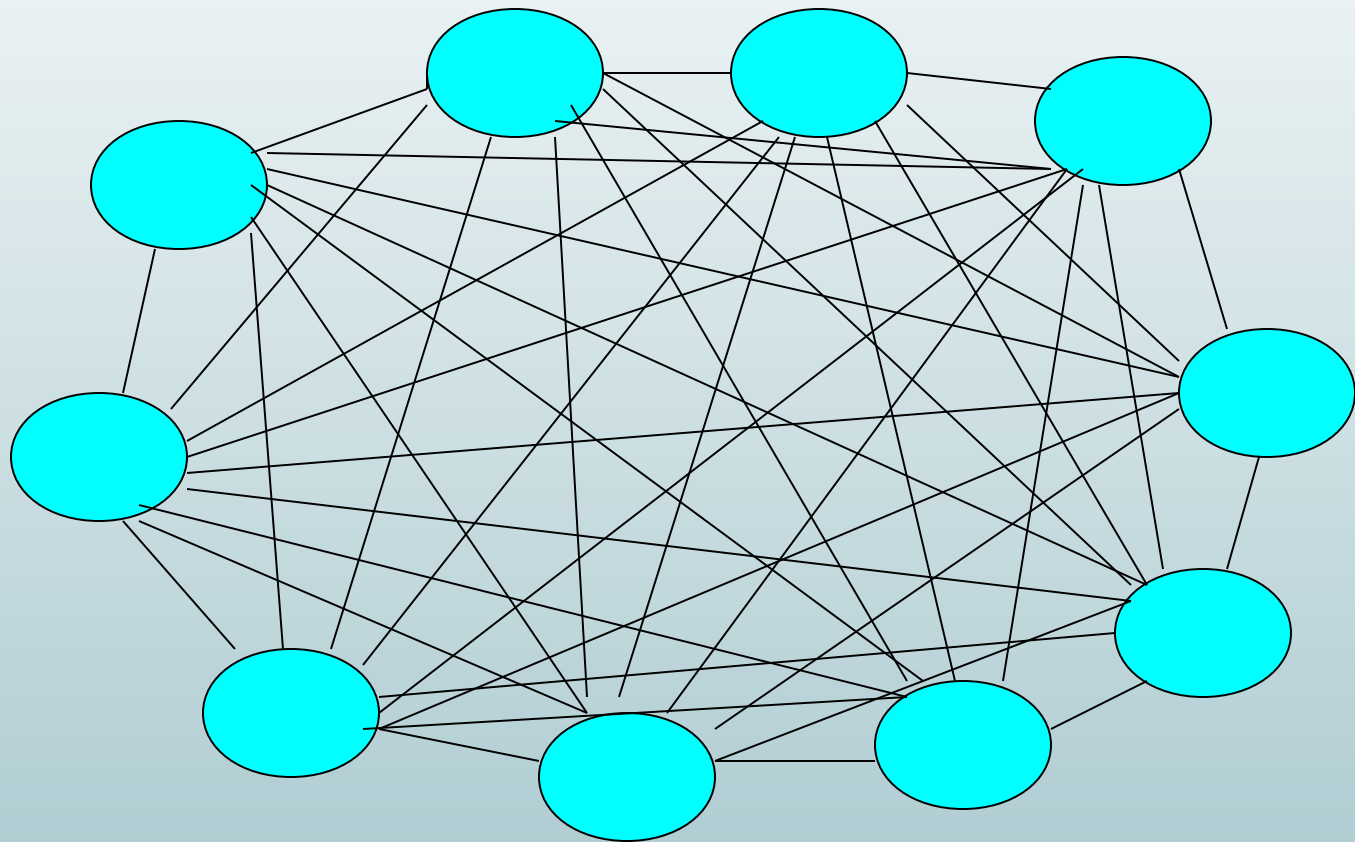
PTTMetro – Arquitetura



- Conecta todos os PIXs através de fibra óptica apagada
- Arquitetura – Switch Ethernet L 2
- VLAN (IPv4, IPv6, Multicast, ...)
- AS Válido:
 - AS 26162 para os *route servers*
 - AS 20121 para o *looking glass*

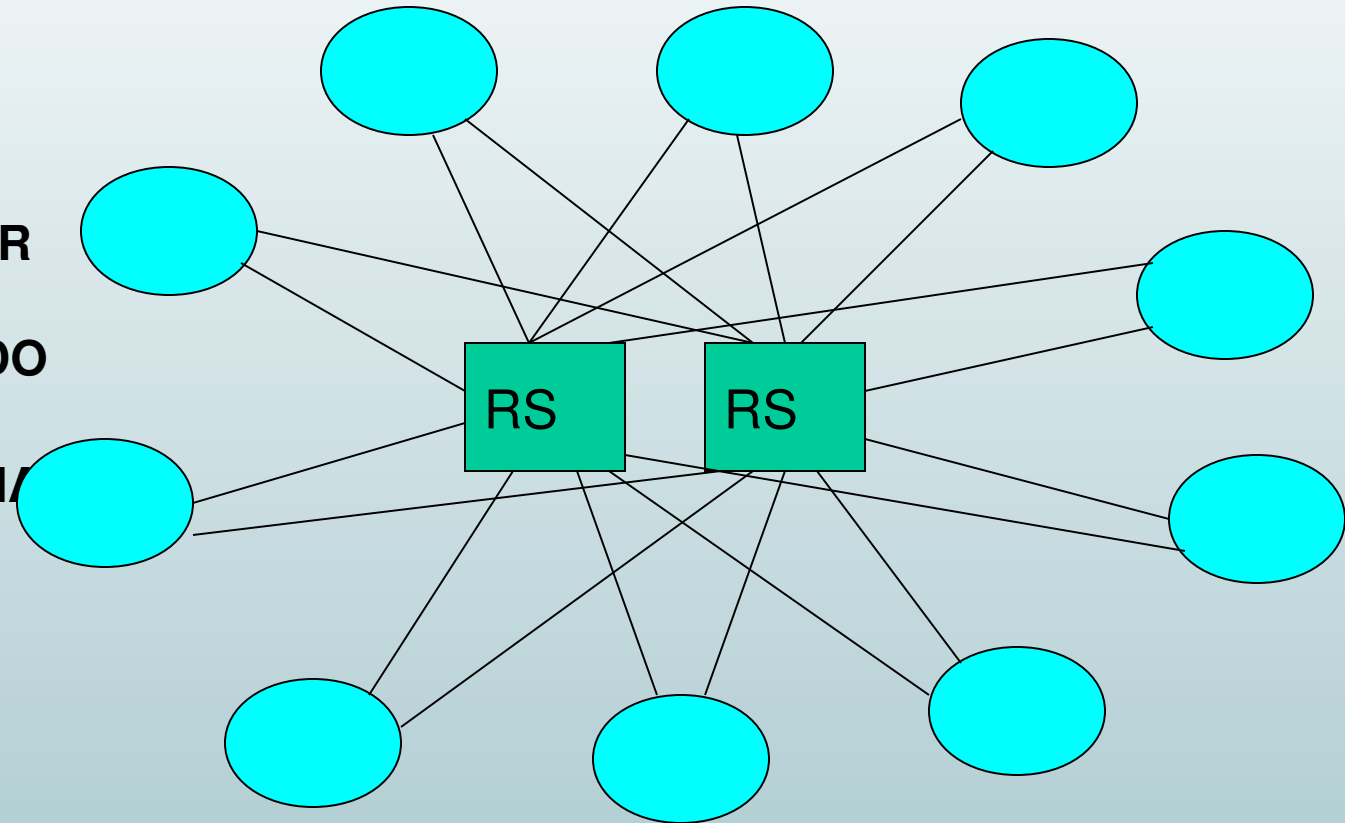
Acordo ATM – Router Servers

- Para a troca de tráfego, cada AS deveria abrir uma sessão BGP com cada outro participante do acordo ATM (Acordo de Tráfego Multilateral)
- A cada entrada de um novo participante todos os demais deveriam estabelecer novas sessões BGP
- **NÃO ESCALA !**



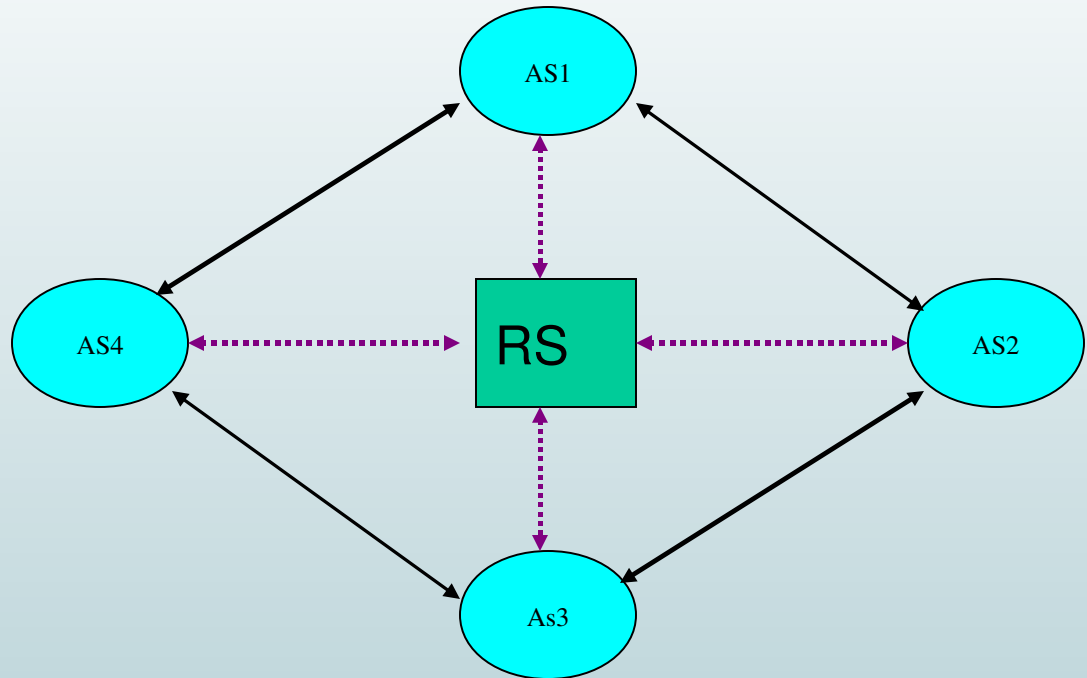
Acordo ATM – Router Servers

- **SOMENTE DUAS SESSÕES BGP SÃO ESTABELECIDAS POR PARTICIPANTE QUE OPTAR PELO ACORDO ATM**
- **FACILITA A GERENCIA DE SESSÕES E A POLÍTICA DE ROTEAMENTO**



Router Servers - Fluxos

- Somente as informações de roteamento utilizam os RS (*Router Servers*)
- O tráfego dos dados ocorre entre os roteadores dos participantes diretamente



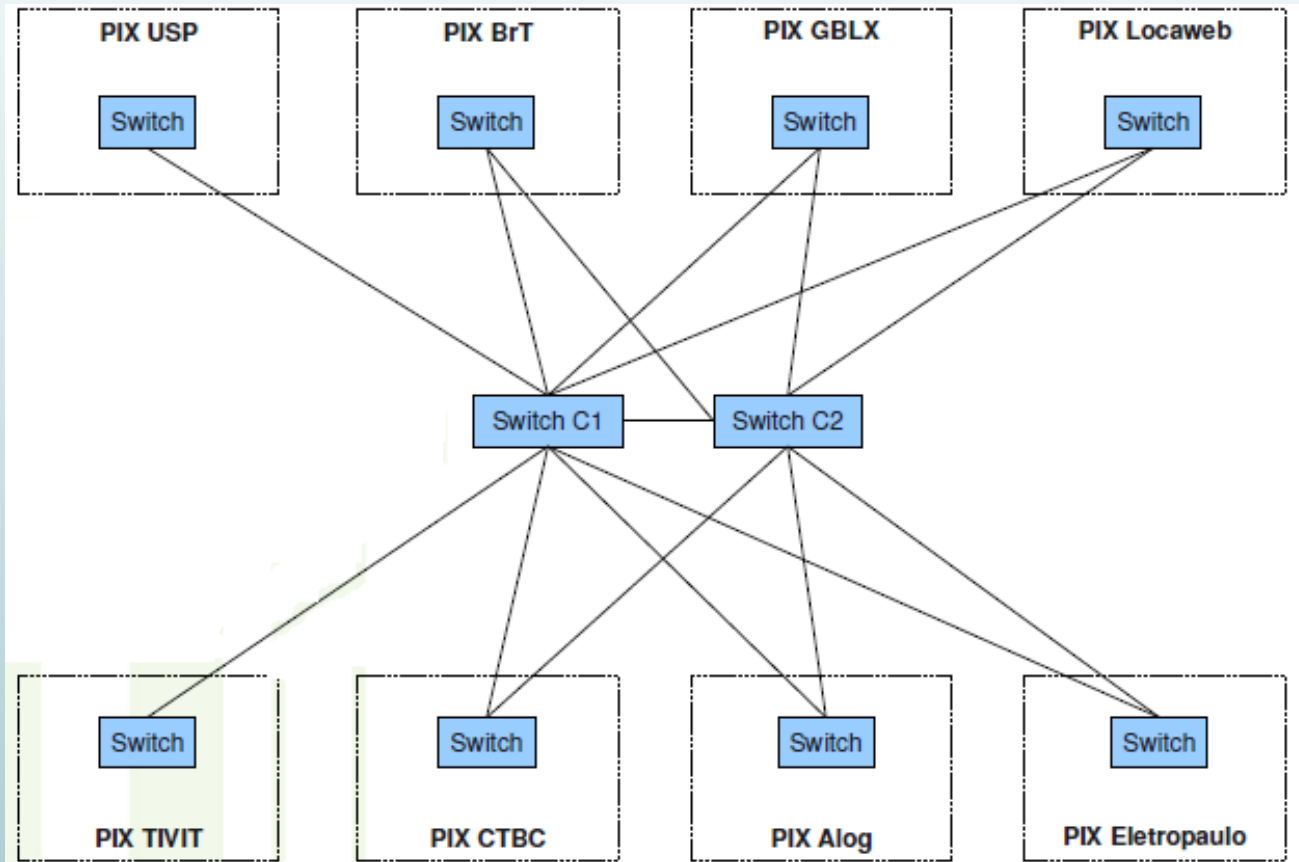
FLUXO DO TRÁFEGO

FLUXO DE INFORMAÇÃO DE ROTEAMENTO

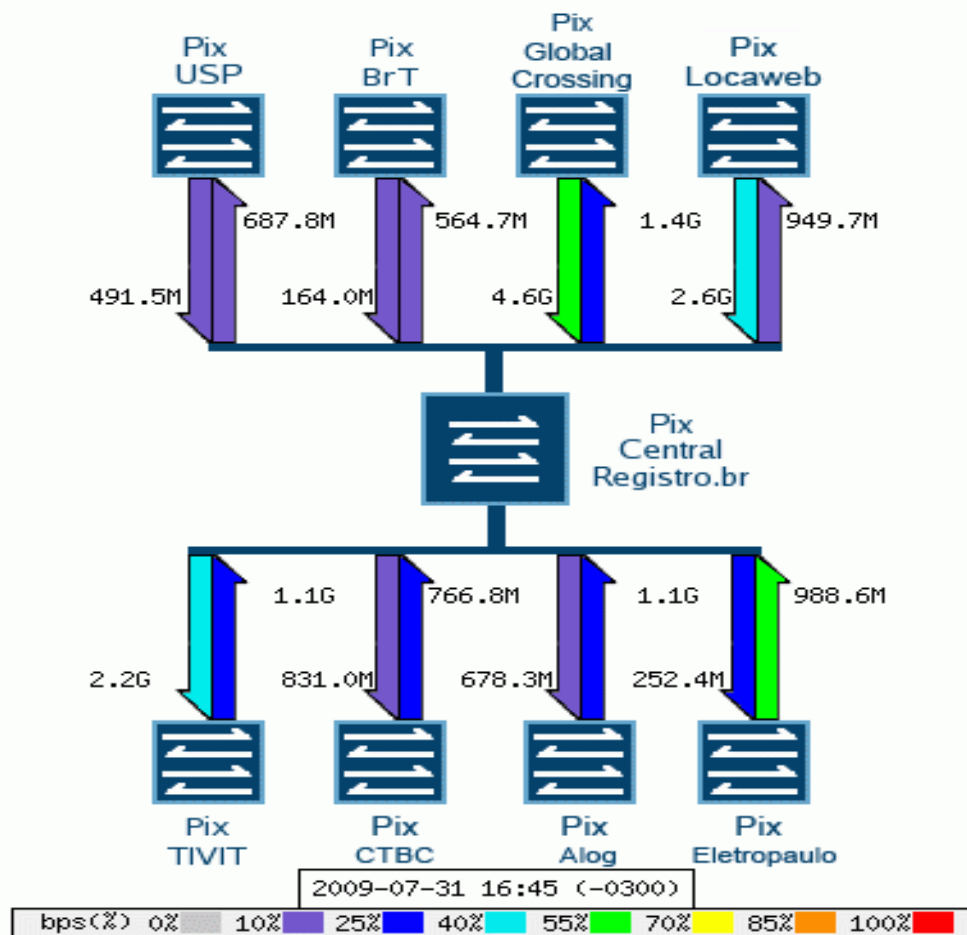
Looking Glass

- Um servidor onde os participantes estabelecem uma sessão BGP e que permite a consulta das rotas para diagnósticos de problemas na rede .
- Pode ser aberto ao público em geral ou sómente acessível aos membros do PTT.

PTTMetro – SPO Arquitetura



PTTMetro – SPO Tráfego entre os PIXes



Regras técnicas para adesão

- ASN - possuir e operar um sistema autônomo.
- Acordo multilateral de tráfego (ATM) via RS, ou relações bilaterais diretas. Estabelecer acordos de troca de tráfego com outros participantes.
- Conexão a um único PIX por localidade.
- BGP4
- Caso anuncie prefixos de outros participantes é obrigatório marcar NEXT_HOP_SELF;
- Tráfego Broadcast deve estar limitado exclusivamente a resolução ARP;
- Participantes não podem apontar rota default ou se utilizar de recursos de outros sem a devida autorização.

Referências

- Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.br <http://www.cgi.br>
- Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR – <http://www.nic.br>
- Ponto de Troca de Tráfego – <http://www.ptt.br>
- AMS –IX – <http://ams-ix.net>
- LINX <http://www.linx.net/>

OBRIGADO !

oripide@nic.br

nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR