

The background of the slide is a dark grey circuit board pattern with white lines representing traces and components. In the center, there is a white horizontal band containing text and logos.

nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

cgi.br

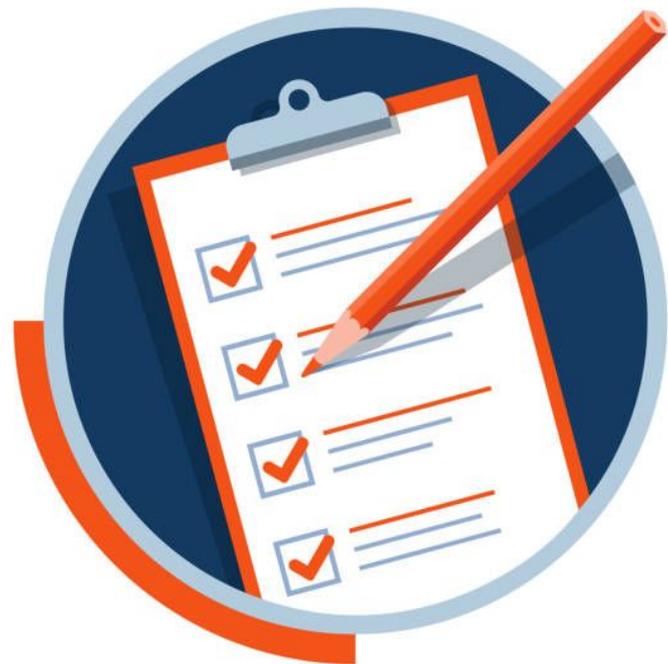
Comitê Gestor da
Internet no Brasil

IPv6 em ambientes corporativos

registro.br **cert.br** **cetic.br** **ceptro.br** **ceweb.br** **ix.br**

Agenda

- Conceitos básicos de IPv6
- **3 cenários** para implantação do IPv6
 - **Cenário 1:** Empresa **pequena**
 - Um provedor e fazendo NAT IPV4
 - **Cenário 2:** Empresa **média**
 - Dois provedores e não é um AS
 - Balanceamento de carga
 - Uma conexão principal e uma redundante
 - **Cenário 3:** Empresa **grande**
 - Dois provedores e se tornando um AS



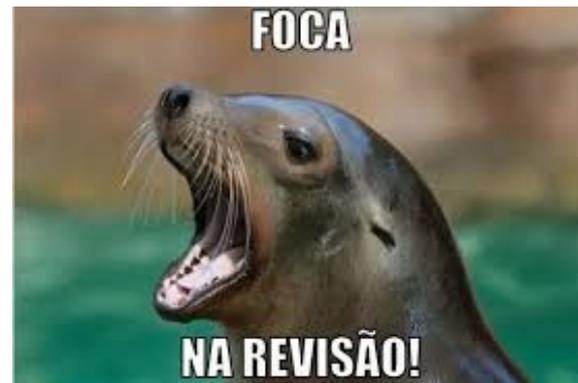
Conceitos básicos

ceptro.br nic.br cgi.br

Vamos entender o endereço IPv6

2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:FOCA:84C1

- São **8 campos** separados por ":"
- **Cada campo** é composto de **4 números hexadecimais**
- **Cada hexadecimal** é composto por **4 bits**
 - Cada bit possui um valor posicional



Vamos entender o endereço IPv6

2001 :db8 : : /32

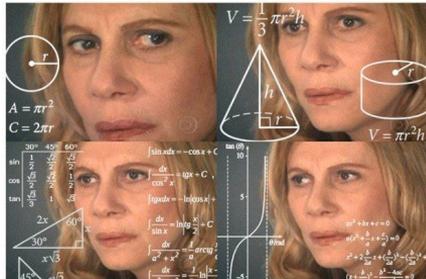
Posição Bit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Bits	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>											
Valor	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1

2

0

0

1



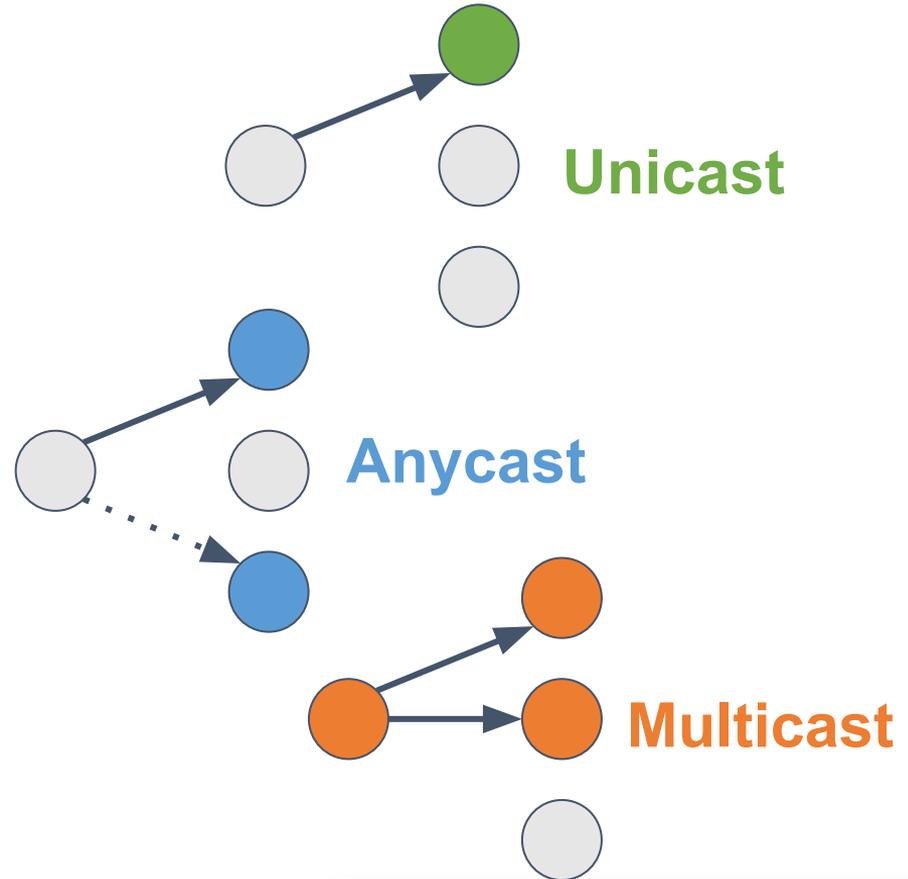
Regras de Abreviação

- **Primeira regra:** Omitir os zeros à esquerda
 - **Antes:** 2001:**0DB8**:0000:BEBA:0000:0000:0000:COCA
 - **Depois:** 2001:**DB8**:0000:BEBA:0000:0000:0000:COCA
- **Segunda regra:** Grupo formado por zeros pode virar um 0
 - **Antes:** 2001:0DB8:**0000**:BEBA:**0000:0000:0000**:COCA
 - **Depois:** 2001:0DB8:**0**:BEBA:**0:0:0**:COCA
- **Terceira regra:** Representar dois ou mais campos formados por zeros contínuos por “::”. **Só pode ser utilizado uma vez!**
 - **Antes:** 2001:0DB8:0000:BEBA:**0000:0000:0000**:COCA
 - **Depois:** 2001:0DB8:0000:BEBA::**COCA**

Tipos de endereço IPv6

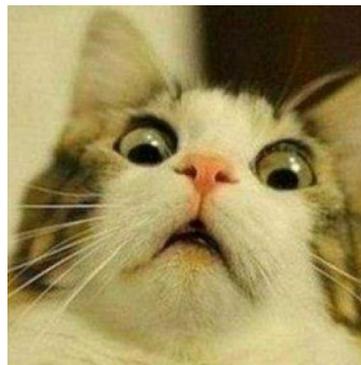
- **Unicast** → Identificação Individual
- **Anycast** → Identificação Seletiva
- **Multicast** → Identificação em Grupo

Não existe Broadcast!!!



Unicast Global

- Prefixo **2000::/3**
- **Globalmente roteável** (similar aos endereços públicos IPv4);
- 13% do total de endereços possíveis;
- $2^{45} = 35.184.372.088.832$ redes /48 distintas.



Unicast Documentação

- Prefixos reservados

- 2001:db8::/32
- 3fff::/20

- Endereço utilizado para

montar documentos, guias, laboratórios e etc...

- Evita problemas, caso alguém copie.

looking for documentation: making documentation:



Unicast Link local

- Faixa do **FE80::/64**
- Deve ser utilizado apenas localmente.
- Participa das principais comunicações do enlace.
- Atribuído automaticamente nas interfaces (autoconfiguração stateless);



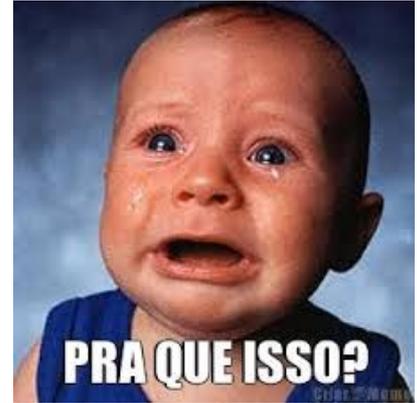
Unicast Unique local

- Faixa do **FC00::/7**
- Parte da faixa é reservada. O que é realmente utilizado é o **FD00::/8**
- Utilizado apenas na comunicação dentro de um enlace ou entre um conjunto limitado de enlaces - Privado
- Não é esperado que seja roteado na Internet



Anycast

- Identifica **um grupo de interfaces**
- **Entrega o pacote apenas para a interface mais perto da origem.**
- Atribuídos a partir de endereços unicast
- Possíveis utilizações:
 - Serviços na rede (DNS, proxy HTTP, etc.);
 - Balanceamento de carga



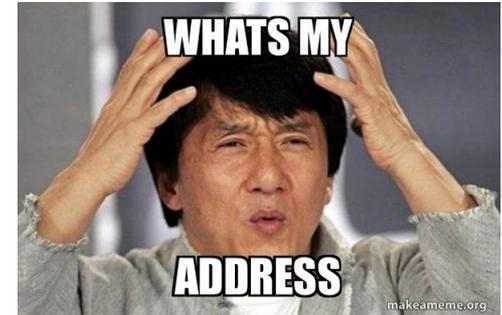
Multicast

- Faixa do FF00::
- Identifica um grupo de interfaces.
- O suporte a multicast é obrigatório em todos os nós IPv6.
- Usado para funções que antes eram do broadcast.



Detalhes do IPv6

- Do mesmo modo que no IPv4, os endereços IPv6 são atribuídos a interfaces físicas e não aos nós.
- Com o IPv6 é possível atribuir a **uma única interface múltiplos endereços**, independentemente do seu tipo.
 - Link local
 - Unique local
 - Global

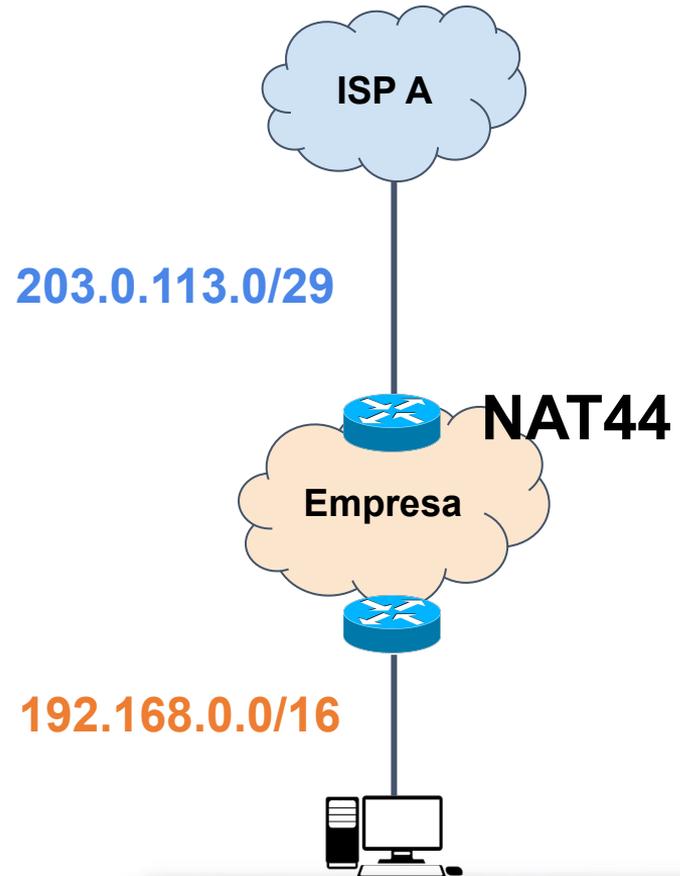


Cenário 1: Empresa pequena - Um provedor e fazendo NAT IPV4

ceptro.br nic.br cgi.br

Compreendendo o cenário

- Um provedor de Internet de saída
 - Recebe um bloco pequeno de IPv4
 - Público
 - Privado - **100.64.0.0/10**
- Normalmente faz NAT em IPv4
- Distribui endereços IPv4 privado internamente
 - Normalmente via DHCP
 - 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 ou 192.168.0.0/16



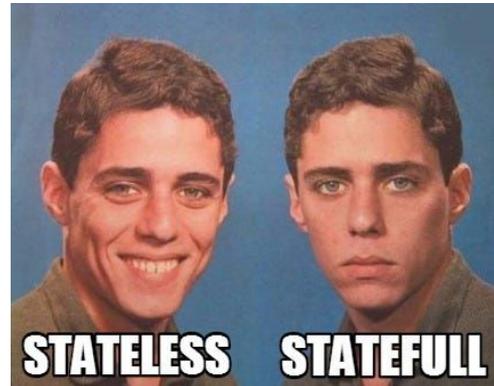
Como Implantar IPv6?

- Recomendação
 - **Empresa** - um bloco **/48** (solicite)
 - **Residência** - um bloco **/56**
 - **LAN** - um bloco **/64**
- Existem várias formas de distribuir os endereços IPv6
 - Manual
 - SLAAC
 - DHCPv6
 - Existe a opção de entregar prefixos também.



Modos de configurar endereço IPv6

- **Stateless** (ex: SLAAC)
 - Não existe controle das alocações, cada dispositivo é responsável pela resolução de conflitos
- **Stateful** (ex: DHCP)
 - Algum dispositivo (servidor) mantém o controle das alocações (registros)



SLAAC

ceptro.br nic.br cgi.br

SLAAC

- **S**tate**L**ess **A**ddress **A**uto**C**onfiguration
- Mecanismo que permite a atribuir endereços aos nós...
 - **Sem** a necessidade de **configurações manuais.**
 - **Sem servidores adicionais.**
- Mas, não é possível saber o endereço criado de antemão



SLAAC

- Gera endereços IP a partir de informações enviadas pelos roteadores e de dados locais
 - **Antigamente usava endereço MAC**
 - **Agora técnica de privacidade**
- Gera um endereço para cada prefixo informado nas mensagens **Router Advertisement (ICMPv6)** do roteador.
 - Também utilizado no endereço de **link local (FE80::/64)** de cada interface.

Laboratório SLAAC

ceptro.br nic.br cgi.br

DHCPv6

ceptro.br nic.br cgi.br

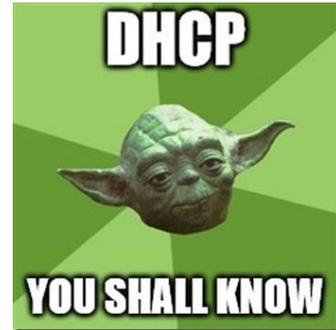
DHCPv6

Dynamic Host Configuration Protocol

- Atribuição dinâmica de endereços IP
- **Análogo ao DHCP para IPv4**
- Melhor gerenciamento dos endereços
- **Otimiza o uso dos endereços**
 - Possui um conjunto de endereços disponíveis
 - Quando solicitado, aloca um endereço para um dispositivo
 - Após o uso, o endereço é desalocado e retorna para o conjunto de endereços disponíveis

DHCPv6

- Pode ser indicado nas mensagens **Router Advertisement**.
- Fornece:
 - Endereços IPv6
 - Outros parâmetros (servidores DNS, NTP...)
- Clientes utilizam para se comunicar com o DHCP:
 - Endereço **Link Local** de **origem**
 - Endereços **multicast** para **destino** (FF02::1:2 ou FF05::1:3).
- Pode ser usado um **Relay DHCP** para repassar as mensagens



DHCPv6

- Os mecanismos de autoconfiguração **DHCPv6 e SLAAC podem ser utilizados simultaneamente.**
 - **Por exemplo:** utilizar SLAAC para atribuir os endereços e DHCPv6 para informar o endereço do servidor DNS.
- **DHCPv6 e DHCPv4 são independentes.**
 - Redes com Pilha Dupla precisam de serviços DHCP separados.

DHCPv6



- Pode configurar um **pool de endereços**
 - O algoritmo da implementação do DHCP escolhe o endereço alocado
- Pode configurar **endereço fixo por cliente**
 - Determinado **MAC Address/DUID** recebe sempre determinado **IPv6**
- **Os endereços alocados ficam registrados!**

Laboratório DHCPv6

ceptro.br nic.br cgi.br

Firewall

ceptro.br nic.br cgi.br

Firewall IPv6

- Muitos devem se perguntar:
 - **Como eu consigo o mesmo comportamento do NAT no IPV4?**
- NAT **NÃO** é segurança!
 - Economizar endereços IPv4, traduzindo IPs privados em um único IP público/privado(duplo NAT)
- **Efeito colateral:** Bloqueia conexões de entrada não solicitadas
 - **No IPv6: Pode ser feito com um firewall. Não precisa fazer tradução!**



Laboratório Firewall

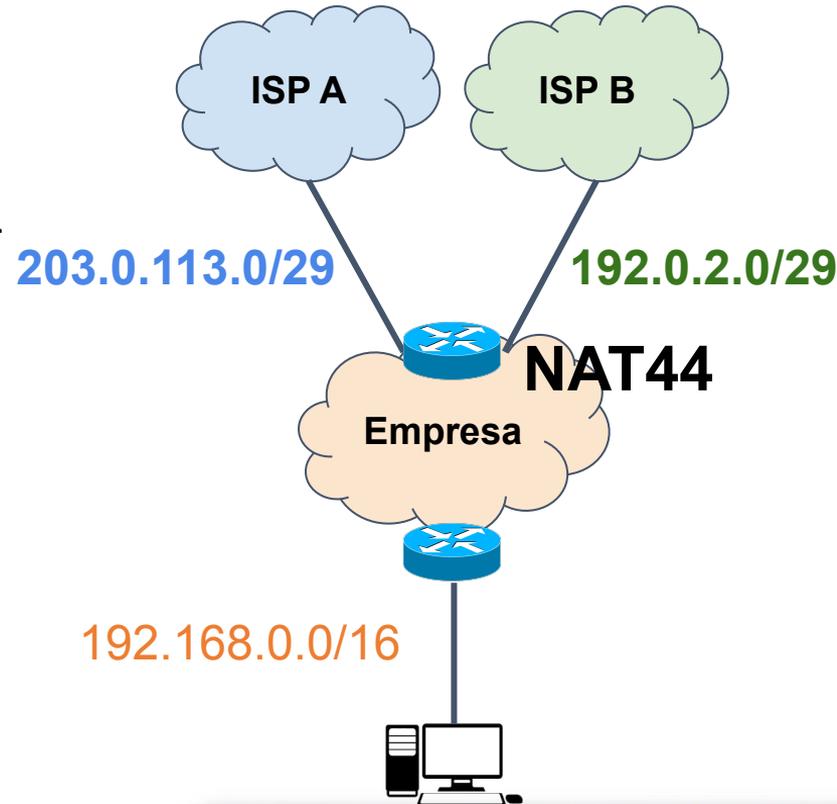
ceptro.br nic.br cgi.br

Cenário 2: Empresa média - Dois provedores e não é um AS

ceptro.br nic.br cgi.br

Compreendendo o cenário

- **Dois provedores de Internet de saída**
 - Recebe dois blocos pequenos de IPv4
 - Público
 - Privado
 - (100.64.0.0/10 - só não pode coincidir o prefixo)
- **Normalmente faz NAT em IPv4**
 - Balanceamento de carga
 - Saída Principal e saída redundante
- **Distribui endereços IPv4 privado internamente**
 - Normalmente via DHCP
 - 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16

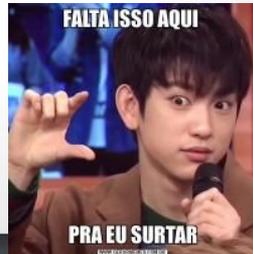
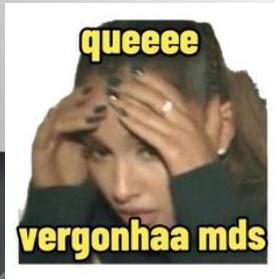


Como implantar IPv6 neste cenário?

- **Melhor opção**
 - Se tornar um **Sistema Autônomo**
- **Sem ser um Sistema Autônomo**
 - **NAT no IPv6**
 - **Problema:** As mesmas implicações do NAT44
 - **Adicionar mais de um endereço global na interface**
 - **Problema:** Qual endereço a máquina deve escolher como origem e como rotear pelo caminho certo.



NAT no IPv6?



ceptro.br nic.br cgi.br

O que é NPTv6?

- **NPTv6**
 - Network Prefix Translation for IPv6.
- Mecanismo definido na **RFC 6296** para tradução de prefixos IPv6
- Atua como uma forma **estática** e **determinística** de tradução entre prefixos de rede **IPv6 Globais e Privados(Unique local)**.
- **Stateless** - Preserva a parte do host do endereço IPv6 (Interface ID).



NPtv6 - Como funciona?

- Tradução é feita entre um **prefixo interno (local)** e um **prefixo externo (global)**.
- A **relação é de 1:1**, mantém a integridade dos pacotes sem reescrever os cabeçalhos além do prefixo.
- **Não há tradução de portas (como NAT44)**.
- Possibilita o uso **múltiplos prefixos globais externos**, permitindo **multihoming com múltiplos ISPs**.



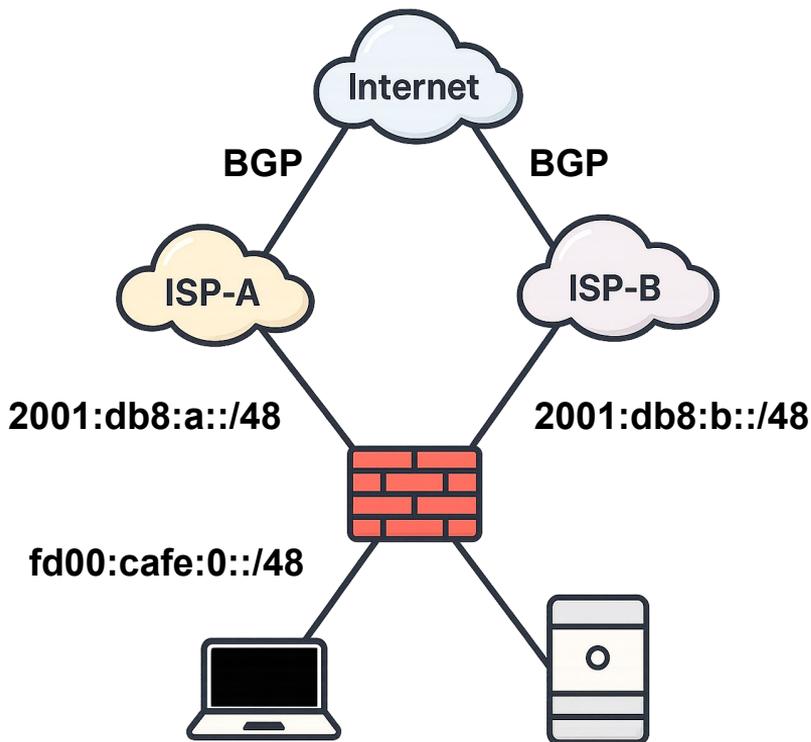
De repente, eu me entreguei
Não lutei, não resisti

fd00:cafe:0::faca:10



2001:db8:a::faca:10

NPtv6 - Casos de uso



- Redes residenciais ou corporativas pequenas com **múltiplos ISPs**, mas **sem BGP**.
- Cenários onde se deseja **manter um prefixo interno estável** independentemente do ISP.
- Ambientes que exigem redundância e alta disponibilidade de conectividade.

NPtv6 - Vantagens

- **Simplicidade**
 - Mais fácil de configurar do que BGP.
- **Preservação** da parte do **host** no endereço
(sem reescrita completa).
- **Determinístico**
 - Tradução direta entre prefixos — facilita depuração e roteamento interno.
- Permite **multihoming sem se tornar um AS.**

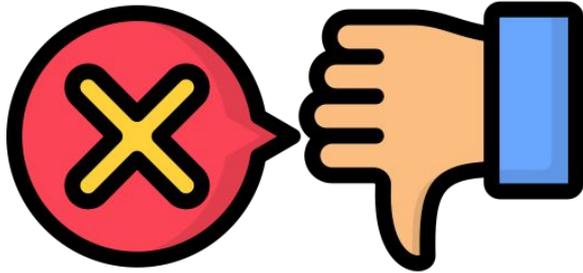
Era bom demais
pra ser verdade,
E era verdade,
mas não era bom!

PENSADOR

Miriam Barbosa



NPtv6 - Desvantagens



- Quebra o modelo fim-a-fim.
- Problemas com **aplicações** que dependem de **endereços estáticos ou validação de endereços**.
- Pode causar problemas com **IPsec**, onde **endereços** são parte do **processo de autenticação**.
- **Falta de suporte nativo** em muitos dispositivos(ex: roteadores) e sistemas operacionais.

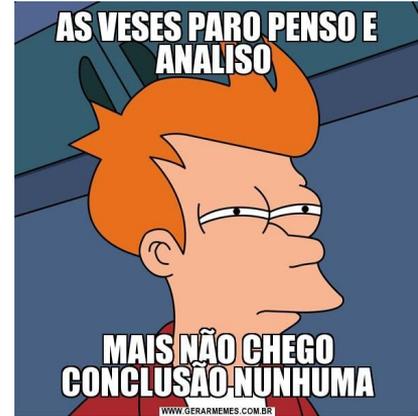
Compatibilidade

- **Equipamentos:**
 - CISCO
 - Juniper
 - Palo Alto
 - Fortinet
- **Kernel Linux**
 - através de configurações do Netfilter
- **pfSense**



Considerações

- NPtv6 oferece uma solução pragmática para **multihoming em IPv6** quando **BGP não é uma opção**.
- Serve para **organizações** que precisam de **redundância ISP** sem a complexidade do roteamento dinâmico global.
- Deve ser **adotado com cuidado**, avaliando as limitações com base nos **requisitos** de aplicações e **segurança**.
- Em alguns cenários pode-se planejar se tornar um Sistema Autônomo.



Laboratório NPTv6

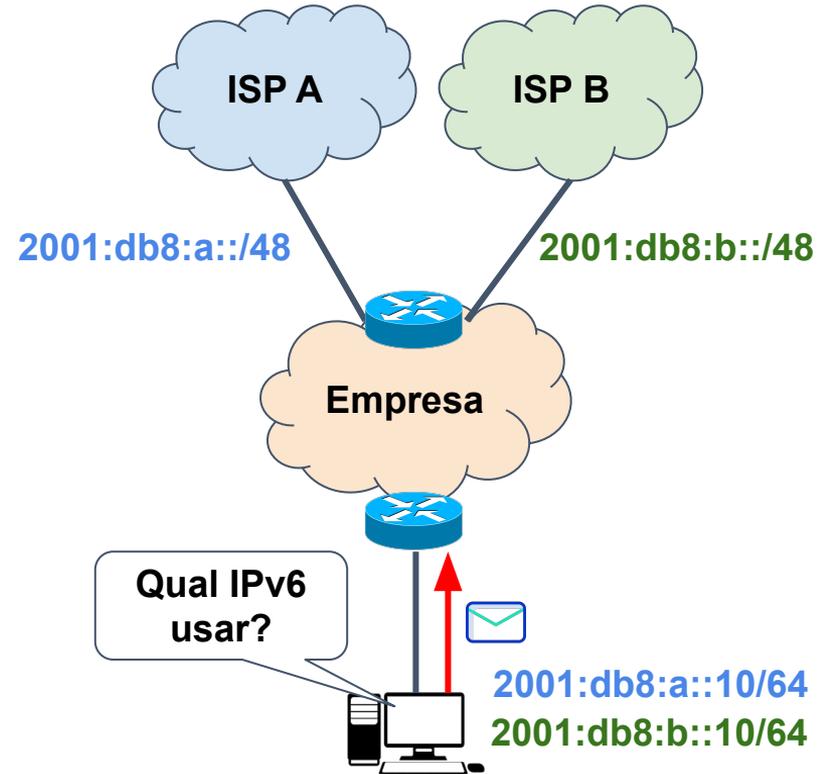
ceptro.br nic.br cgi.br

Solução 2 - Mais de um endereço global na interface

ceptro.br nic.br cgi.br

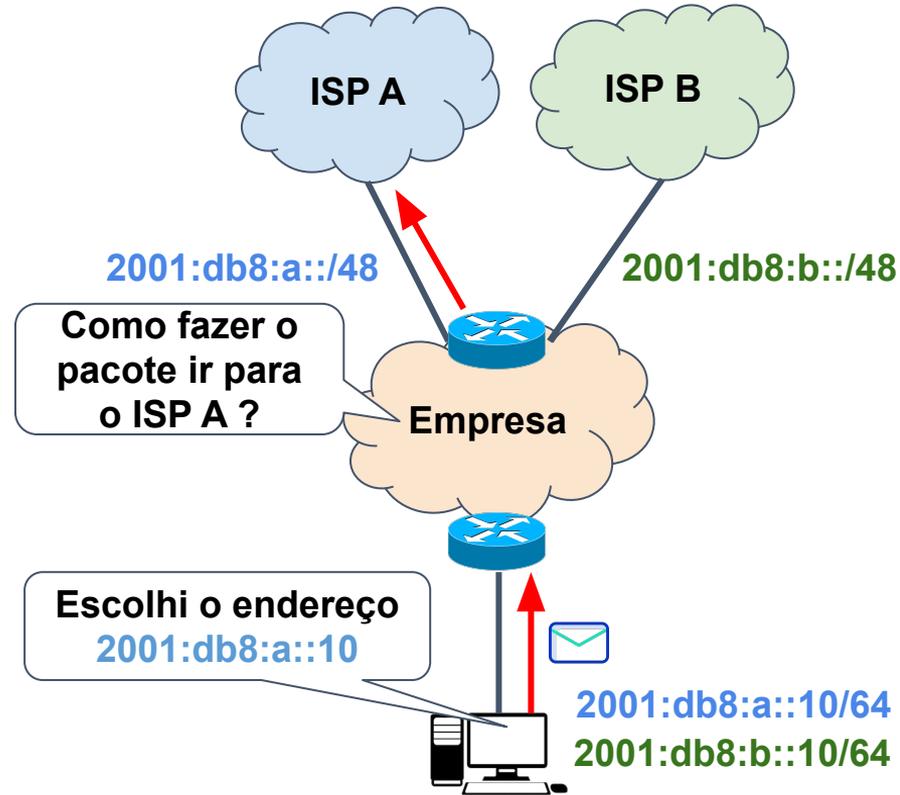
Mais de um endereço de IPv6

- Os clientes IPv6 **precisam escolher o endereço de origem correto** (vinculado a um ISP) ao iniciar conexões.
- **RFC 6724** define regras de seleção
 - Se baseia principalmente no endereço de destino da mensagem.
 - Depende das implementações dos sistemas operacionais.
 - Geralmente acontece de um endereço ser o principal e o outro redundante.



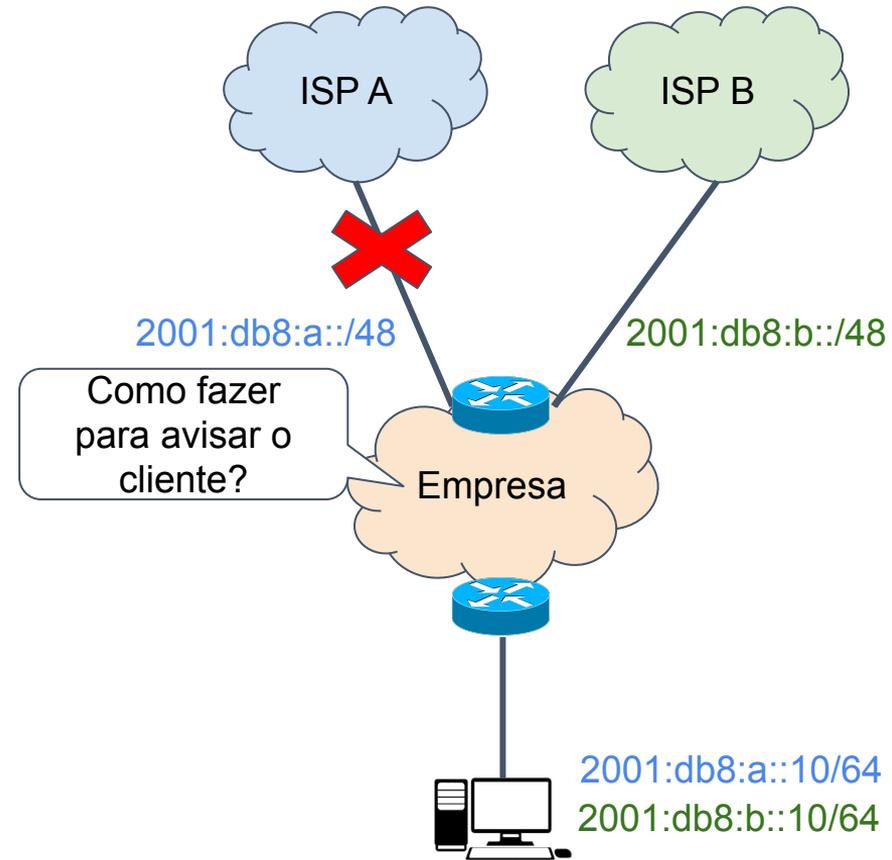
Mais de um endereço de IPv6

- Uma vez escolhido a origem do pacote, precisa fazer o pacote ir para o provedor certo!
- Se for para o **provedor errado**, o pacote pode ser **descartado!**
 - Anti Spoofing - BCP 38.
- É necessário implementar **roteamento dependente do endereço de origem (SADR)**, que é complexo e pouco suportado por muitos equipamentos.

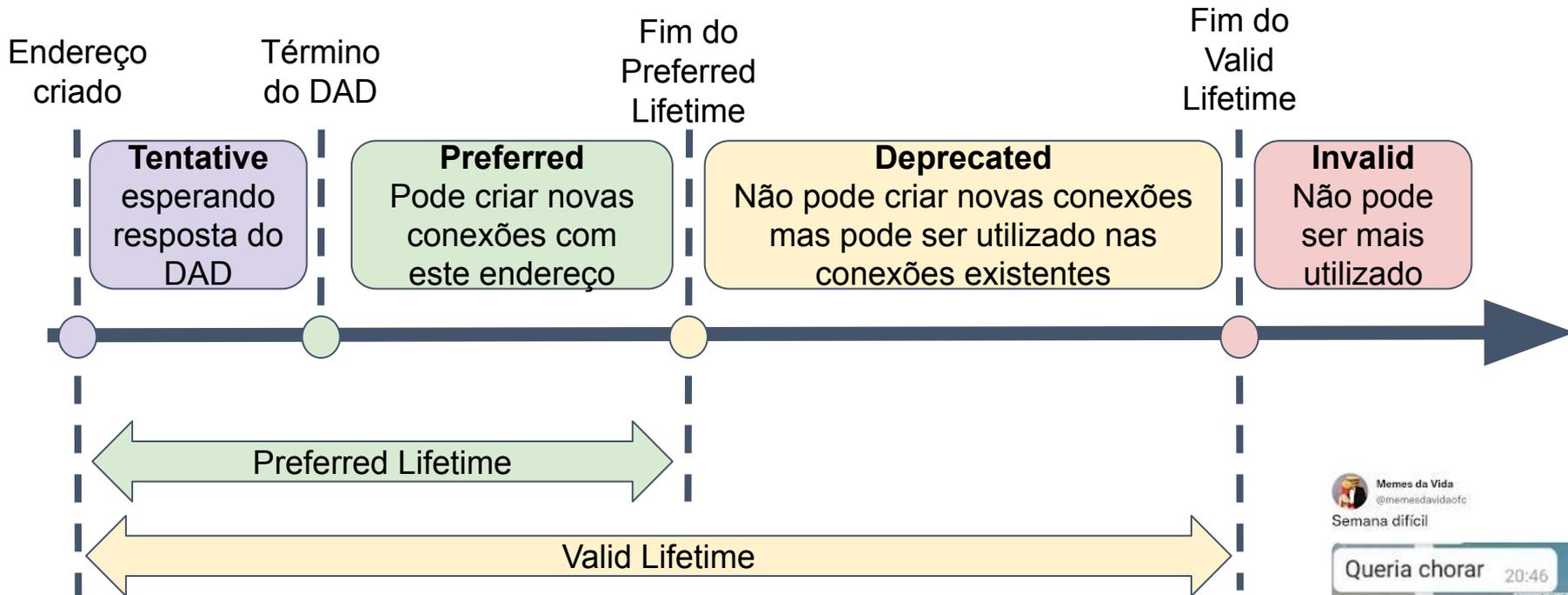


Problema

- **Se um dos links parar de funcionar**
 - Só o roteador sabe que o link caiu
 - A origem pode continuar utilizando o endereço de origem do provedor que caiu
- **Como avisar a origem para parar de usar aquele endereço?**
 - Manual
 - Mudando o tempo de vida do endereço
 - Programando - Script



Tempo de vida do endereço



Considerações ao **problema**

- **É preciso monitorar ativamente** o enlace para saber se não tem problemas
- Dependendo do método de distribuição de endereços
 - **É possível remover o endereço** e o **envio de mensagens** de auto configuração **manualmente**
 - **É possível** mandar mensagens de update do endereço
 - **Preferred lifetime e Valid Lifetime pequenos**
 - Assim ele fica **inválido** logo
 - Para evitar problemas pode se pedir para o **prefixo alocado pelo provedor não mude**
 - O endereço antigo pode continuar funcionando
 - Fica difícil saber se o prefixo antigo não é mais para ser utilizado
- **Melhor solução é fazer scripts que monitoram e tomam ação.**



Laboratório SADR

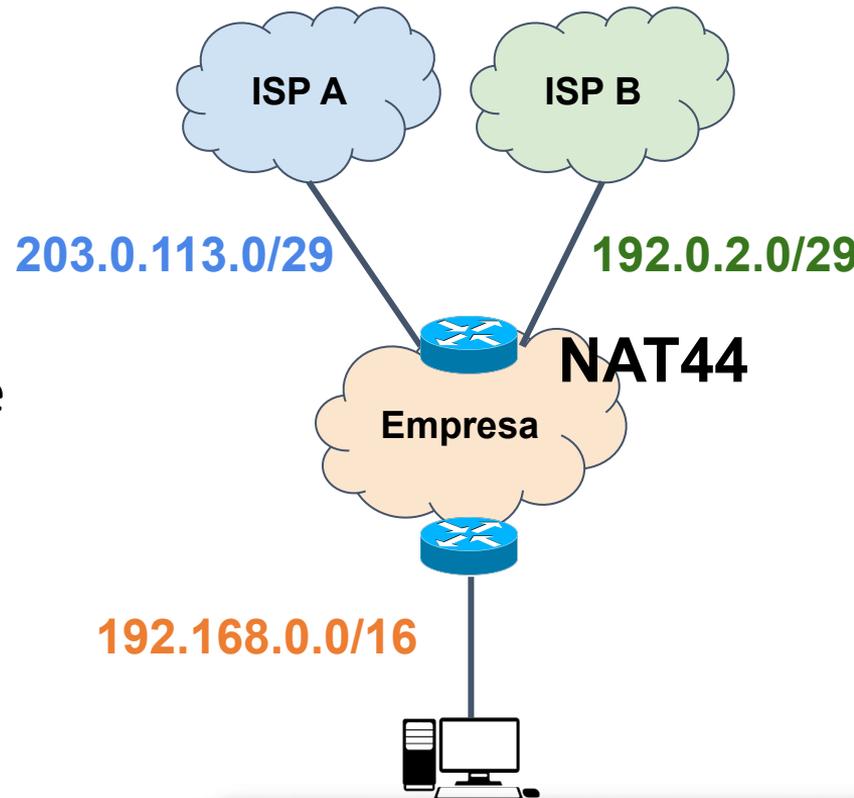
ceptro.br nic.br cgi.br

Cenário 3: Empresa grande - Dois provedores e se tornando um AS

ceptro.br nic.br cgi.br

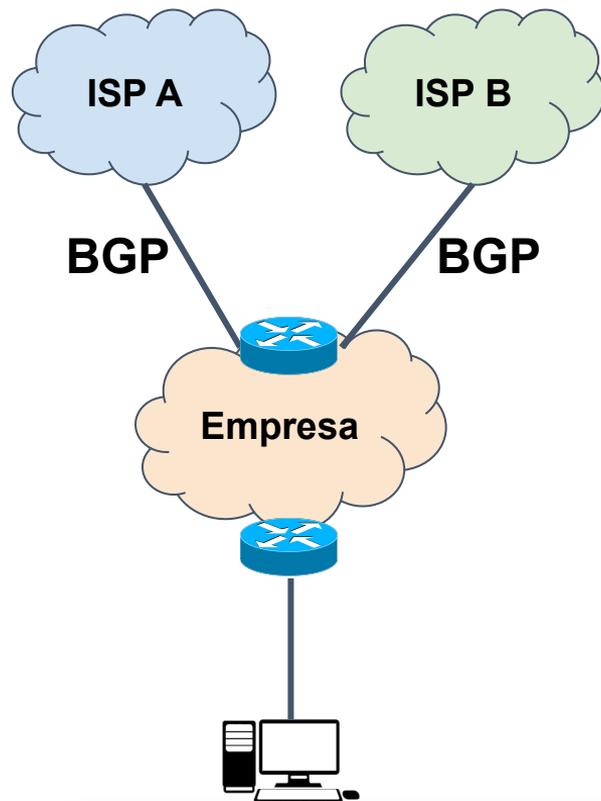
Compreendendo o cenário

- **Mesmo cenário anterior!**
- Dois provedores de Internet de saída
 - Recebe dois blocos pequenos de IPv4 (Público ou Privado)
- Normalmente faz NAT em IPv4
 - Balanceamento de carga
 - Saída Principal e saída redundante
- Distribui endereços IPv4 privado internamente
 - Normalmente via DHCP
 - 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16



Como implantar IPv6 ?

- **No IPv4 não vamos mexer** pois é difícil receber uma alocação nova
 - Mas ainda **não podemos desativar o IPv4**
 - Pode ser utilizado algumas técnicas de transição para dar uma sobrevida ao IPv4
 - O que for implantado no IPv6 pode ser feito futuramente no IPv4 quando tiver o bloco
- **Vamos solicitar um bloco IPv6**
 - Protocolos de roteamento
 - Se adapta a mudanças
 - Descobre a melhor rota

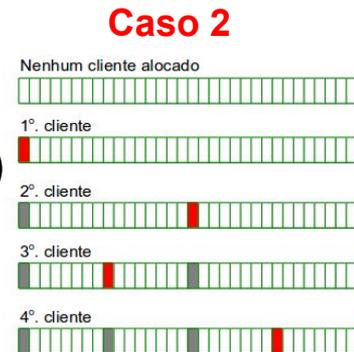
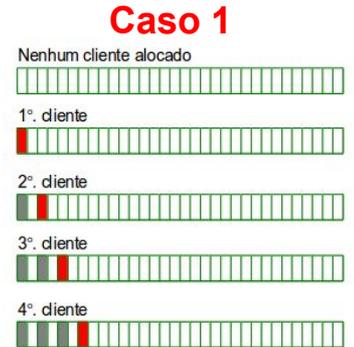


Vamos nos tornar um Sistema Autônomo

- As políticas de alocação de endereços são feitas no LACNIC (comunidade)
 - IPv4 - **Lista de espera**
 - Nas estatísticas atuais, o pedido pode demorar quase 10 anos para ser atendido
 - IPv6 - **Alocado assim que o pedido for aprovado e pago**
- No Brasil
 - Precisa entrar com um pedido no Registro.br (NIC.br)
 - Categoria para empresas - **Usuário Final**
 - **Alocação mínima /48 - porém pode-se pedir mais (lembre-se do roteamento)**
 - Preencher o formulário técnico
 - Realizar o pagamento (em Real)
 - E começar a utilizar!

Plano de endereçamento

- Siga a mesma ideia de distribuição de endereços do IPv4
 - Distribuição **Geográfica (Regiões, Cidades, Departamentos, Salas,...)**
 - Distribuição **Funcional (Tipo de cliente, Tipo de serviço,...)**
- Recomendações
 - As redes onde estão os dispositivos devem ser /64 (VLAN também)
 - Separar /48 para infraestrutura
 - Links ponto a ponto /127 ou /126
- Use uma ferramenta para ajudar a fazer subdivisões (IPv6.br)
 - **Caso 1:** Alocação reservando blocos
 - **Caso 2:** Alocação reservando o maior espaço possível



Site do Registro.br

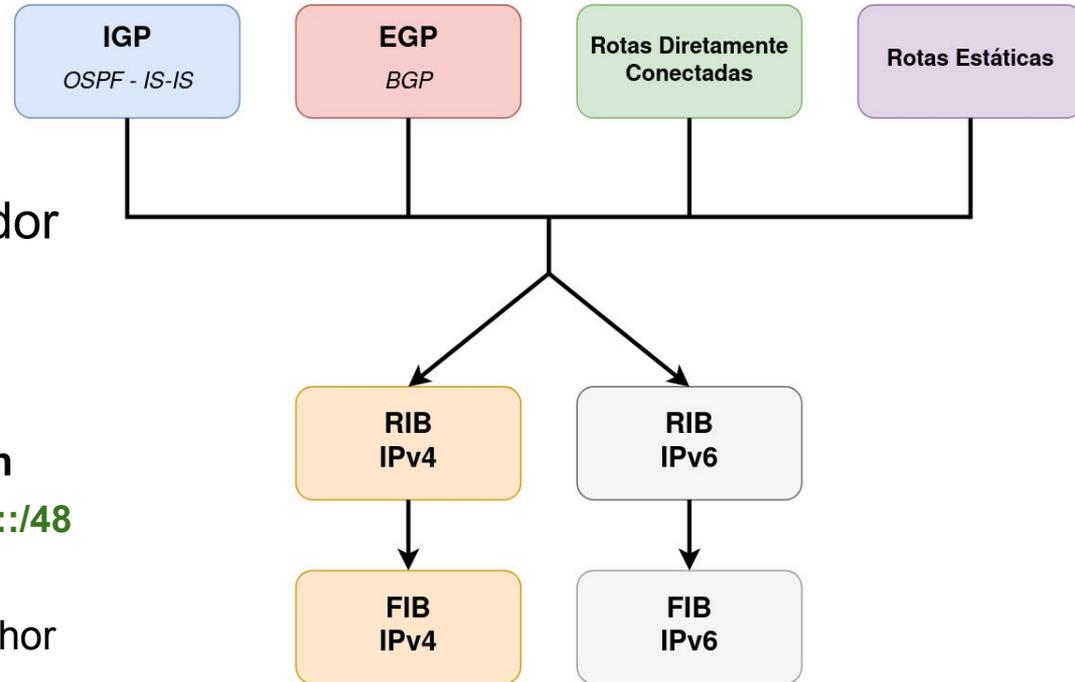
ceptro.br nic.br cgi.br

Roteamento

ceptro.br nic.br cgi.br

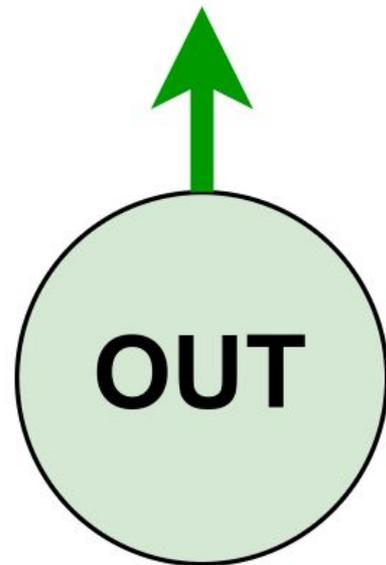
Como o Roteador escolhe uma Rota?

- A rota precisa ser
 - Ativa
 - Próximo salto alcançável
- Seleção das rotas pelo Roteador
 - Baseado no destino
 - 1) Rotas mais específicas são preferenciais
 - **Longest Length Prefix Match**
 - **2001:db8::/32** vs **2001:db8::/48**
 - 2) Atributos diferenciais
 - Quanto menor a distância melhor entre outros



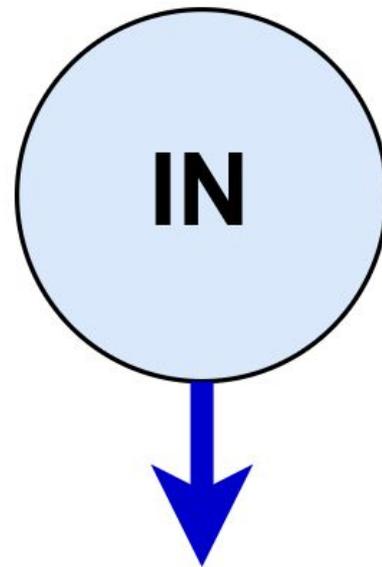
Tráfego de Saída

- Como os pacotes **saem** de sua rede
- Depende:
 - **Caminhos disponíveis**
 - Que informação os outros mandam pra você?
 - **Filtros**
 - O que você aceita (da informação) dos outros?
 - **Políticas**
 - Como você trata a informação dos outros?
 - Acordos de troca de tráfego e trânsito



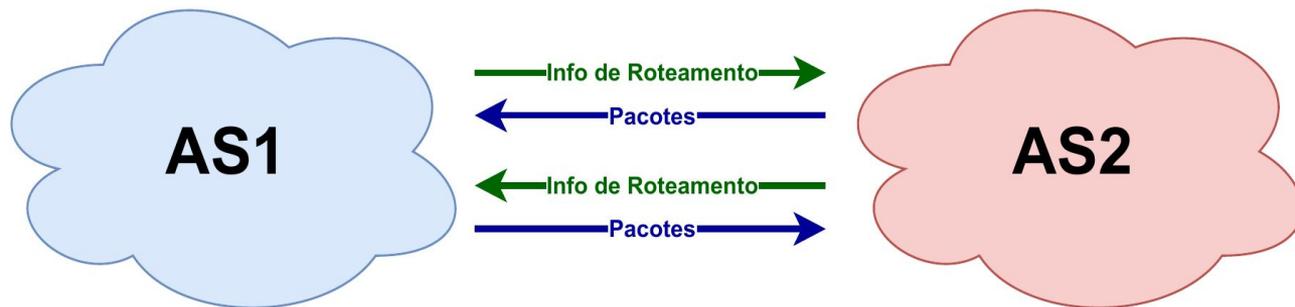
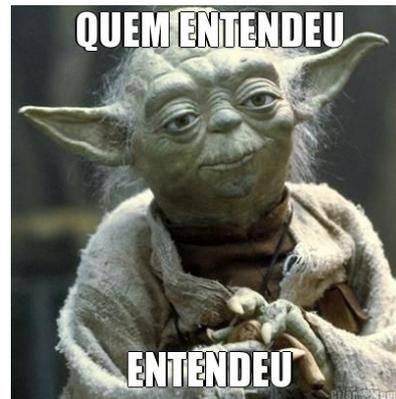
Tráfego de **Entrada**

- Como os pacotes **chegam** à sua rede
- Depende:
 - De que informação **você envia, e para quem.**
 - Do **plano de endereços que você implantou em seu AS**
 - Da política que os **outros implementam (o que eles aceitam, da informação que você envia e como eles tratam isso)**



Fluxo de rotas e tráfego

- Para que exista comunicação
 - ✓ **AS 1** tem de anunciar para o **AS 2**
 - ✓ **AS 2** tem de aceitar a informação do **AS 1**
 - ✓ **AS 2** tem de anunciar para o **AS 1**
 - ✓ **AS 1** tem de aceitar a informação do **AS 2**

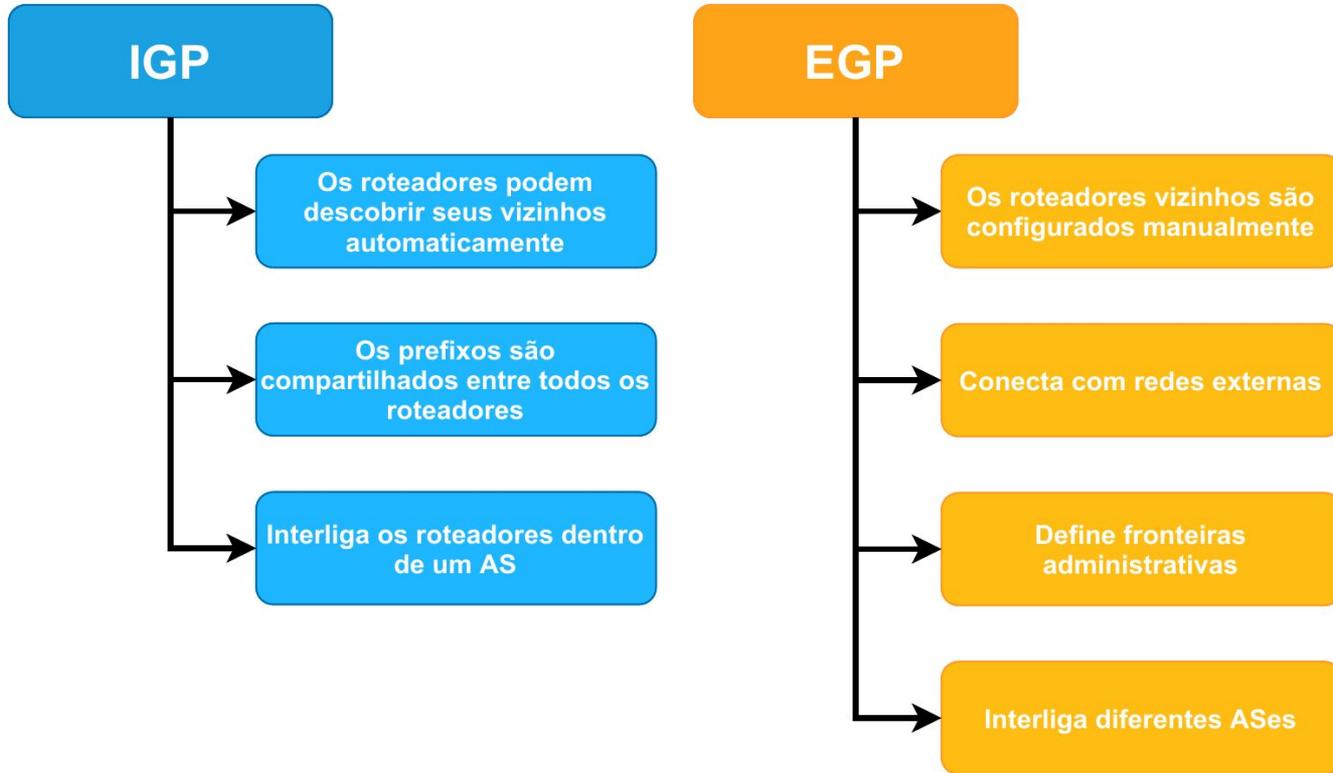


Roteamento Interno e Externo

- Interno (**IGP** - Interior **G**ateway **P**rotocol):
 - Protocolos que distribuem as informações de rotas **dentro** do **Sistema Autônomo**.
 - **Exemplos**: OSPF, IS-IS.
- Externo (**EGP** - Exterior **G**ateway **P**rotocol):
 - Protocolo que distribui a informação de rotas **entre Sistemas Autônomos**, na Internet.
 - Hoje utiliza-se apenas o **BGPv4**.



IGP vs EGP



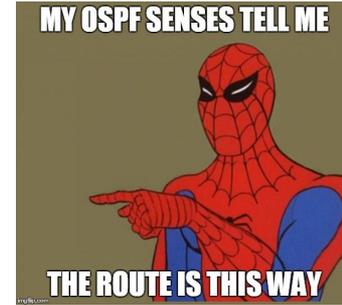
OSPF

Open Shortest Path First

ceptro.br nic.br cgi.br

OSPF

- Protocolo de roteamento interno (IGP)
 - **O** = *Open* (Protocolo aberto)
 - **SP** = *Shortest Path* (Caminho mais curto)
 - **F** = *First* (Primeiro)
- O **OSPF** é um **protocolo aberto** que encaminha os pacotes para o **primeiro caminho mais curto** até seu destino



OSPF

Open Shortest Path First

OSPF - Endereços IP

- **Vamos trocar as rotas internas!**
- **OSPFv2** para roteamento **IPv4**
- **OSPFv3** para roteamento **IPv6**
- Redes com **Pilha Dupla** precisam rodar **instâncias separadas** de **OSPFv2 e OSPFv3**
- **RFC5838** – suporte a múltiplas famílias de endereços no OSPFv3

IPv6

Laboratório OSPF

ceptro.br nic.br cgi.br

BGP

Border Gateway Protocol

ceptro.br nic.br cgi.br

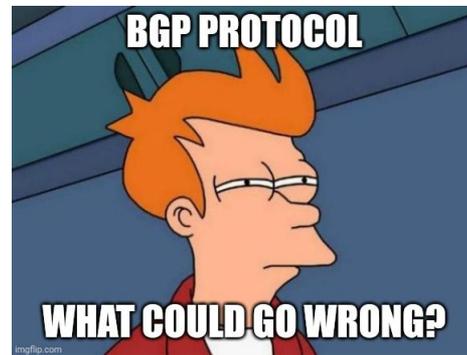
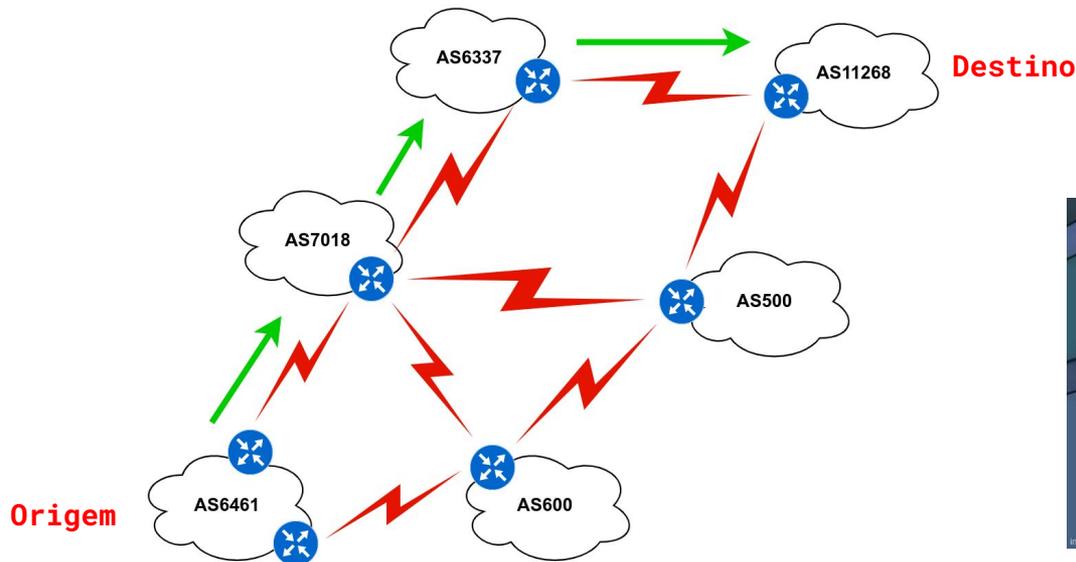
O que é o BGP?

- Protocolo de Roteamento Externo
 - Utilizado para trocar informações sobre caminhos entre diferentes redes (ASes diferentes)
- **RFC4271**
- É um protocolo do tipo “**Path Vector**”
- Trabalha com updates incrementais
- Tem várias opções diferentes para implementação de **políticas de tráfego**
- Usado no backbone da **Internet** pelos ASes

O que é Path Vector?

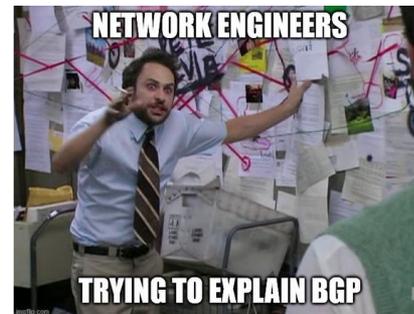
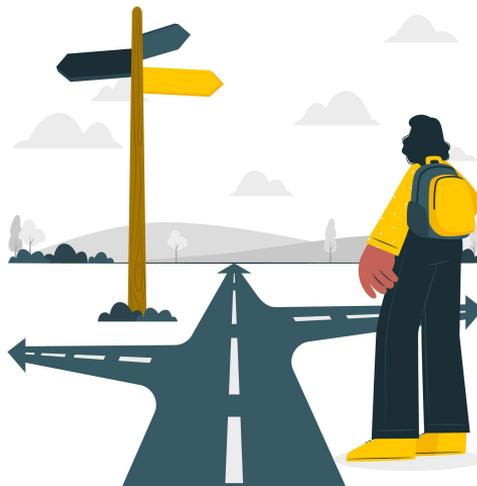
- Uma rota é composta pela informação de destino e do caminho (**path**) até o destino, incluindo diversos atributos desse caminho.

```
12.6.126.0/24 207.126.96.43 1021 0 6461 7018 6337 11268 i
```



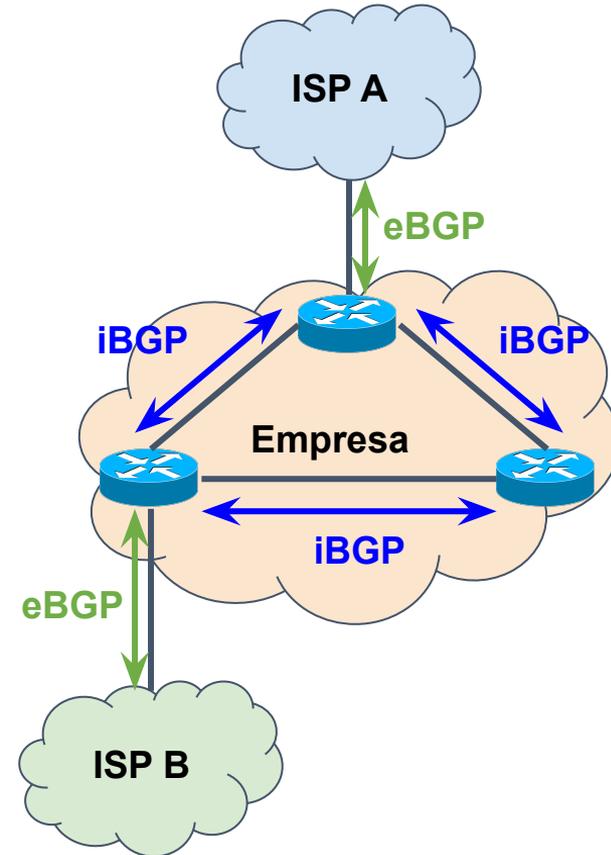
Funcionamento do BGP

- O BGP:
 - Aprende os diversos caminhos por meio dos roteadores **iBGP** e **eBGP**
 - Seleciona o **melhor caminho**
 - O **melhor caminho** é enviado para **os vizinhos externos (eBGP)**
 - **Políticas** são aplicadas para **influenciar** a seleção do **melhor caminho**



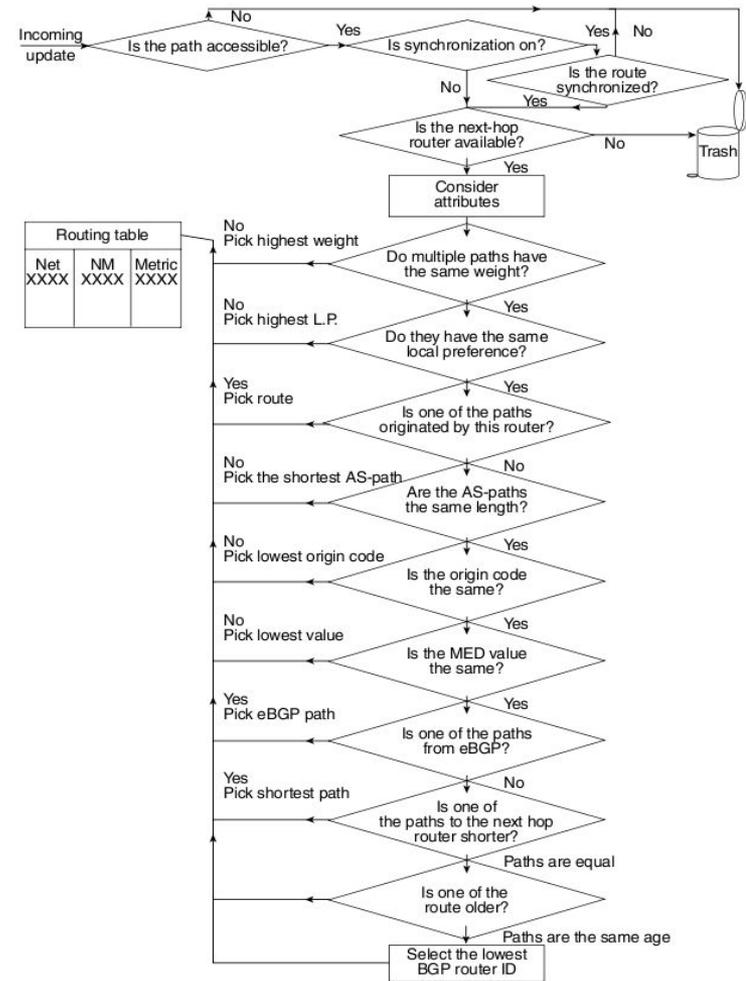
eBGP e iBGP

- O **iBGP(interno)** é usado para transportar:
 - Alguns ou todos os prefixos da Internet na rede do AS
 - Os prefixos do AS (de usuários ou clientes, não da infraestrutura)
- O **eBGP(externo)** é usado para
 - Informar e receber prefixos de outros ASes
 - Implementar a política de roteamento entre ASes

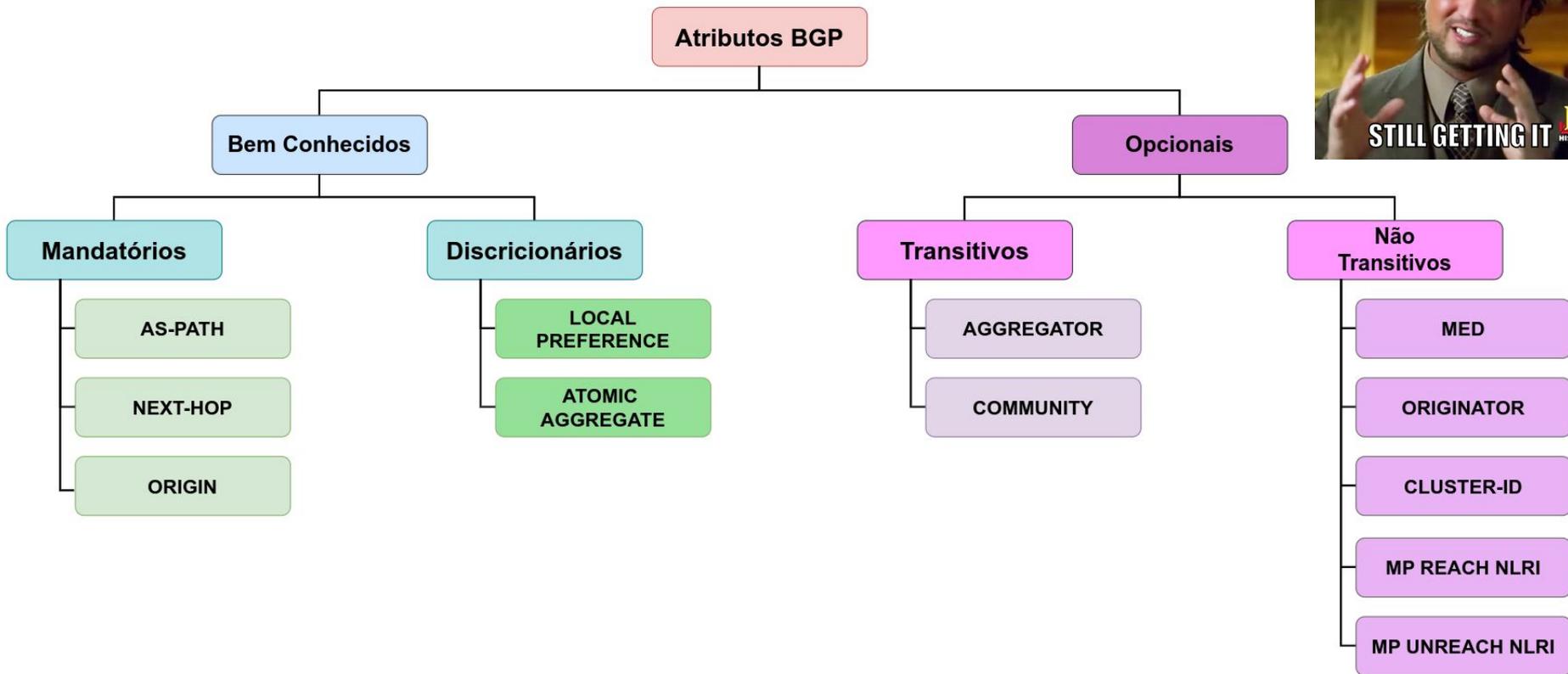


Atributos do BGP

- Os **atributos** são considerados na **seleção dos caminhos**
- Se este for conhecido, **acessível** e se o **next hop** estiver disponível
- A forma de seleção pode variar com a implementação do BGP



Atributos do BGP

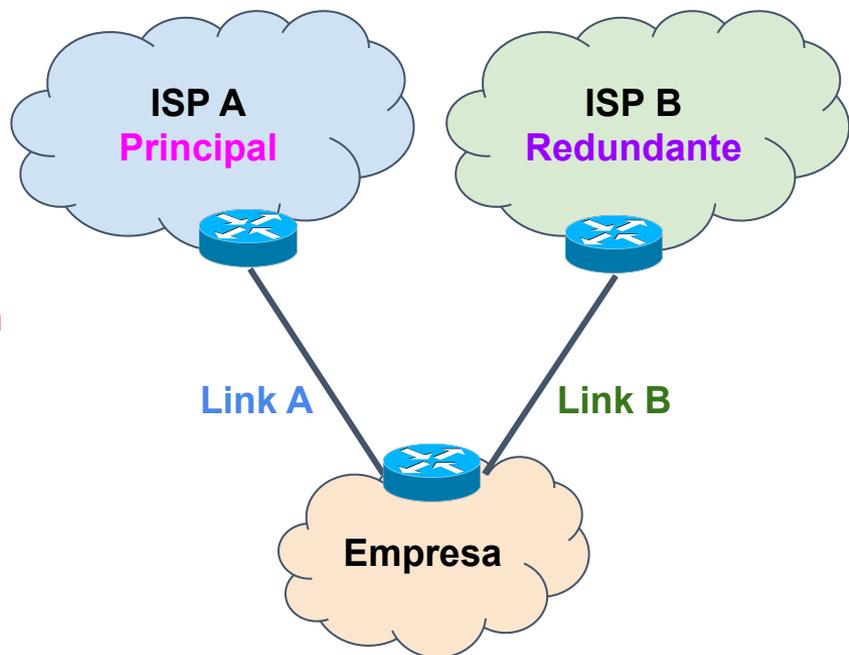


Laboratório BGP

ceptro.br nic.br cgi.br

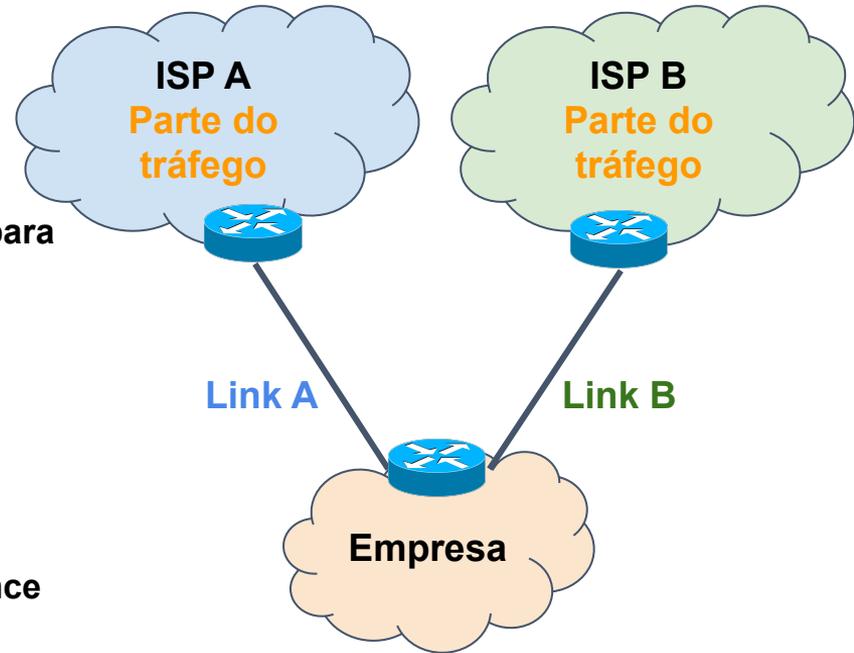
Principal e Redundante

- Existem diferentes formas de fazer
- Rotas enviadas (fluxo entrada)
 - Caso 1
 - Link A - rotas mais específicas (/45)
 - Link B - rotas menos específicas (/44)
 - Caso 2
 - Link A - rotas normais (/44)
 - Link B - rotas normais com prepend (/44 com maior AS Path)
- Rotas recebidas (fluxo saída)
 - Caso 1
 - Link A - rotas com maior local preference
 - Link B - rotas normais
 - Caso 2
 - Link A - todas as rotas normais
 - Link B - rota default



Balanciamento de carga

- Existem diferentes formas de fazer
- Rotas enviadas (fluxo entrada)
 - Caso 1
 - **Link A** - Parte das rotas mais específicas (/45 A)
 - **Link B** - Outra parte das rotas mais específicas (/45 B)
 - Importante mandar as rotas menos específicas para os dois lados (/44)
 - Caso 2
 - **Link A** - Rotas normais (/44)
 - **Link B** - Rotas normais (/44)
- Rotas recebidas (fluxo saída)
 - Caso 1
 - **Link A** - Parte das rotas com local preference
 - **Link B** - Outra parte das rotas com local preference
 - Caso 2
 - **Link A** - Rotas normais
 - **Link B** - Rotas normais



Laboratório Multihoming

ceptro.br nic.br cgi.br

Obrigado!

CEPTRO.br Cursos: cursoceptro@nic.br

CEPTRO.br IPv6: ipv6@nic.br



@comunicbr

@nicbr

@NICbrvideos

nic.br cgi.br

www.nic.br | www.cgi.br