

Capítulo 5

Camada de redes:

Plano de controle -

BGP

A note on the use of these PowerPoint slides:

We're making these slides freely available to all (faculty, students, readers). They're in PowerPoint form so you see the animations; and can add, modify, and delete slides (including this one) and slide content to suit your needs. They obviously represent a *lot* of work on our part.

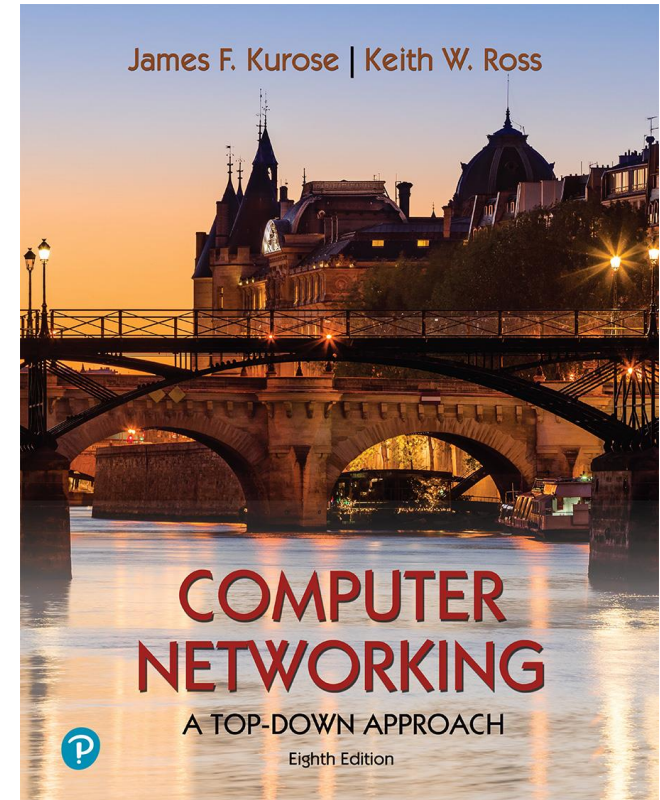
In return for use, we only ask the following:

- If you use these slides (e.g., in a class) that you mention their source (after all, we'd like people to use our book!)
- If you post any slides on a www site, that you note that they are adapted from (or perhaps identical to) our slides, and note our copyright of this material.

For a revision history, see the slide note for this page.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

All material copyright 1996-2020
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved



Computer Networking: A Top-Down Approach

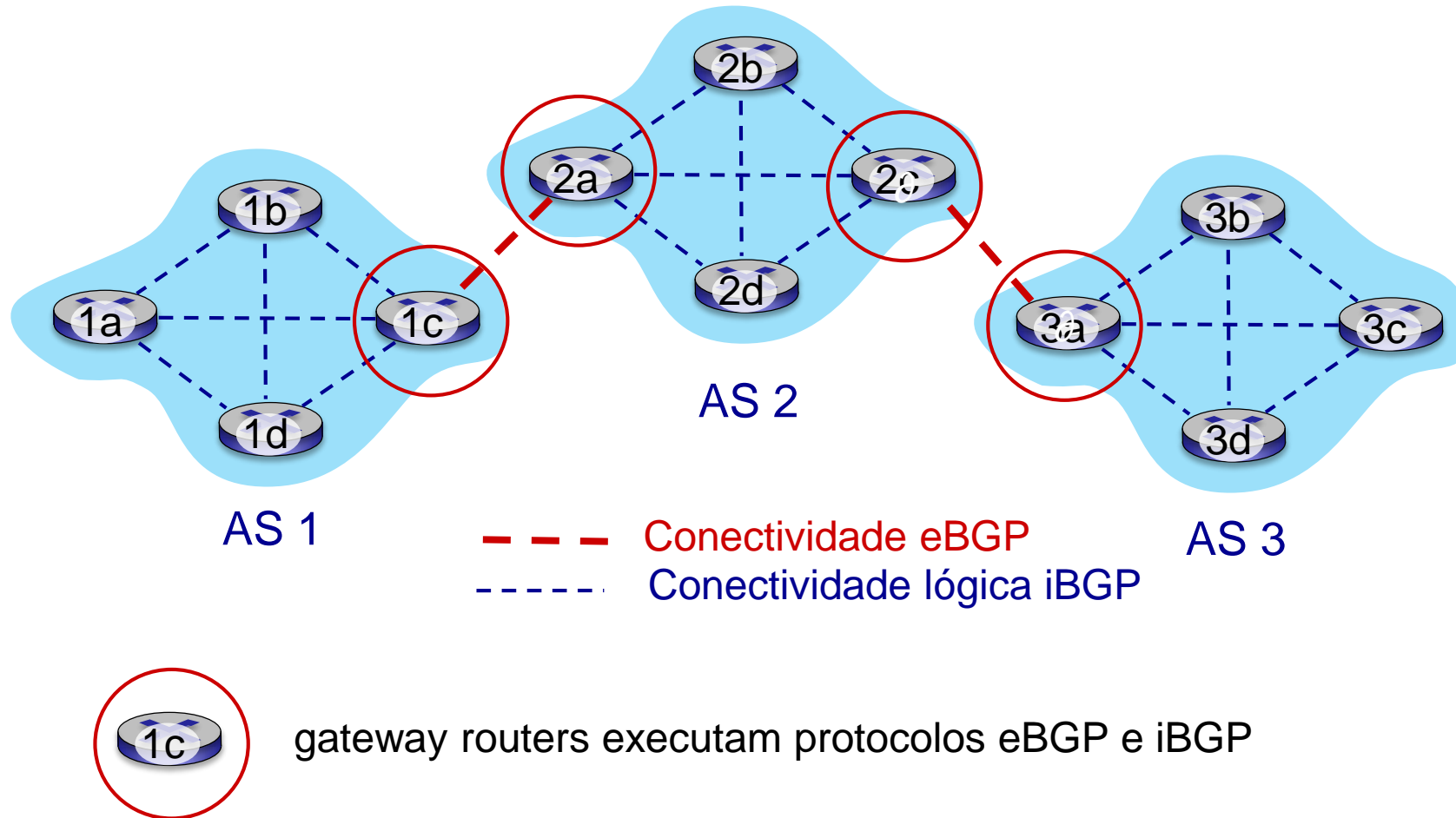
8th edition

Jim Kurose, Keith Ross
Pearson, 2020

Roteamento inter-AS Internet: BGP

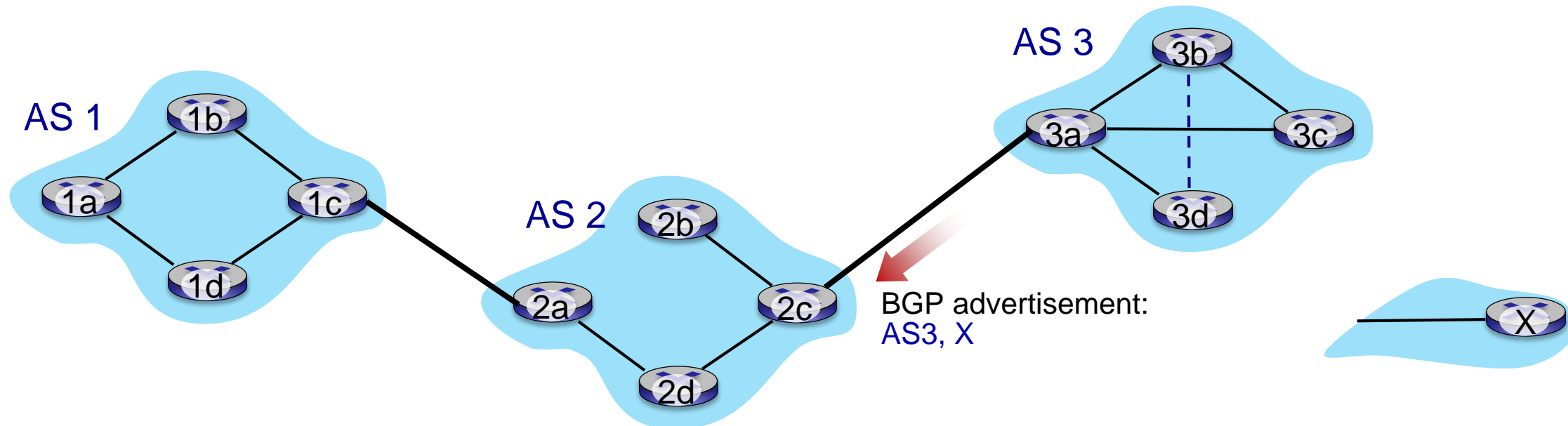
- **BGP (Border Gateway Protocol):** protocolo de roteamento *inter-domain de facto*
 - “é a **cola** que mantém a Internet conectada”
- Permite que uma subrede anuncie para o resto da Internet sua existência e os destinos que ela pode alcançar: “*Eu estou aqui, aqui está quem eu posso alcançar e como*”
- BGP fornece para cada AS métodos para:
 - **eBGP:** obter informações de alcançabilidade a partir dos seus ASs vizinhos (neighboring ASs)
 - **iBGP:** propagar informações de alcançabilidade para todos os roteadores internos do AS.
 - Determinar "boas" rotas para outras redes com base em alcançabilidade e *políticas (policy)*

Conexões eBGP e iBGP



Básico do BGP

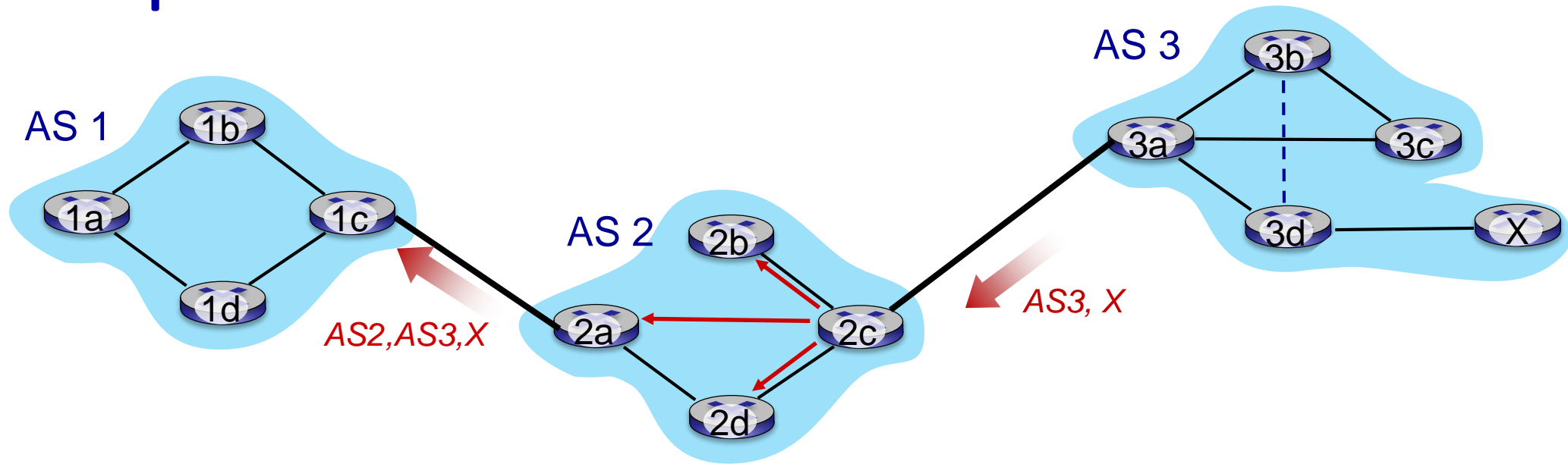
- **BGP session:** dois roteadores BGP (“peers”) trocam mensagens BGP através de uma conexão TCP semi-permanente:
 - Anúncio de *paths* para diferentes prefixos de rede destino (BGP é um protocolo “*path vector*”)
- Quando o gateway 3a do AS3 anuncia o *path* AS3,X para o gateway 2c do AS2:
 - AS3 *promete (promises)* para o AS2 que vai encaminhar pacotes através de X



Path attributes e rotas BGP

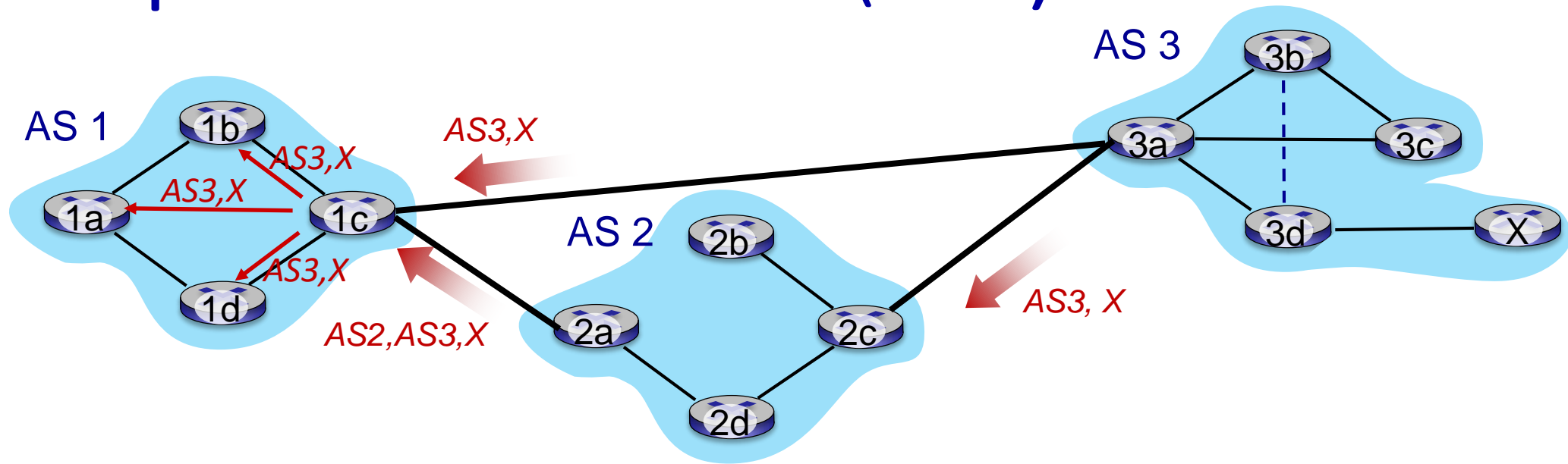
- Rota anunciada pelo BGP: prefixo + atributos
 - prefixo: destino anunciado
 - Dois atributos importantes:
 - **AS-PATH**: lista de ASes pelos quais o prefixo anunciado passou
 - Importante para definir o menor caminho
 - **NEXT-HOP**: indica o roteador interno do AS como sendo o próximo salto (NEXT-HOP) do AS – IP da interface de rede que conecta os dois ASs
- **Roteamento baseado em políticas:**
 - Um gateway que recebe um anúncio de rota utiliza uma *import policy* para aceitar ou rejeitar um caminho (p.e. não rotear através do AS Y).
 - Uma política de AS também pode determinar quando anunciar um caminho para um AS vizinho
 - RIC: É aqui que sua Internet fica mais rápida ou mais lenta independente do provedor

BGP path advertisement



- AS2 router 2c receives path advertisement **AS3,X** (via eBGP) from AS3 router 3a
- based on AS2 policy, AS2 router 2c accepts path AS3,X, propagates (via iBGP) to all AS2 routers
- based on AS2 policy, AS2 router 2a advertises (via eBGP) path **AS2, AS3, X** to AS1 router 1c

BGP path advertisement (more)



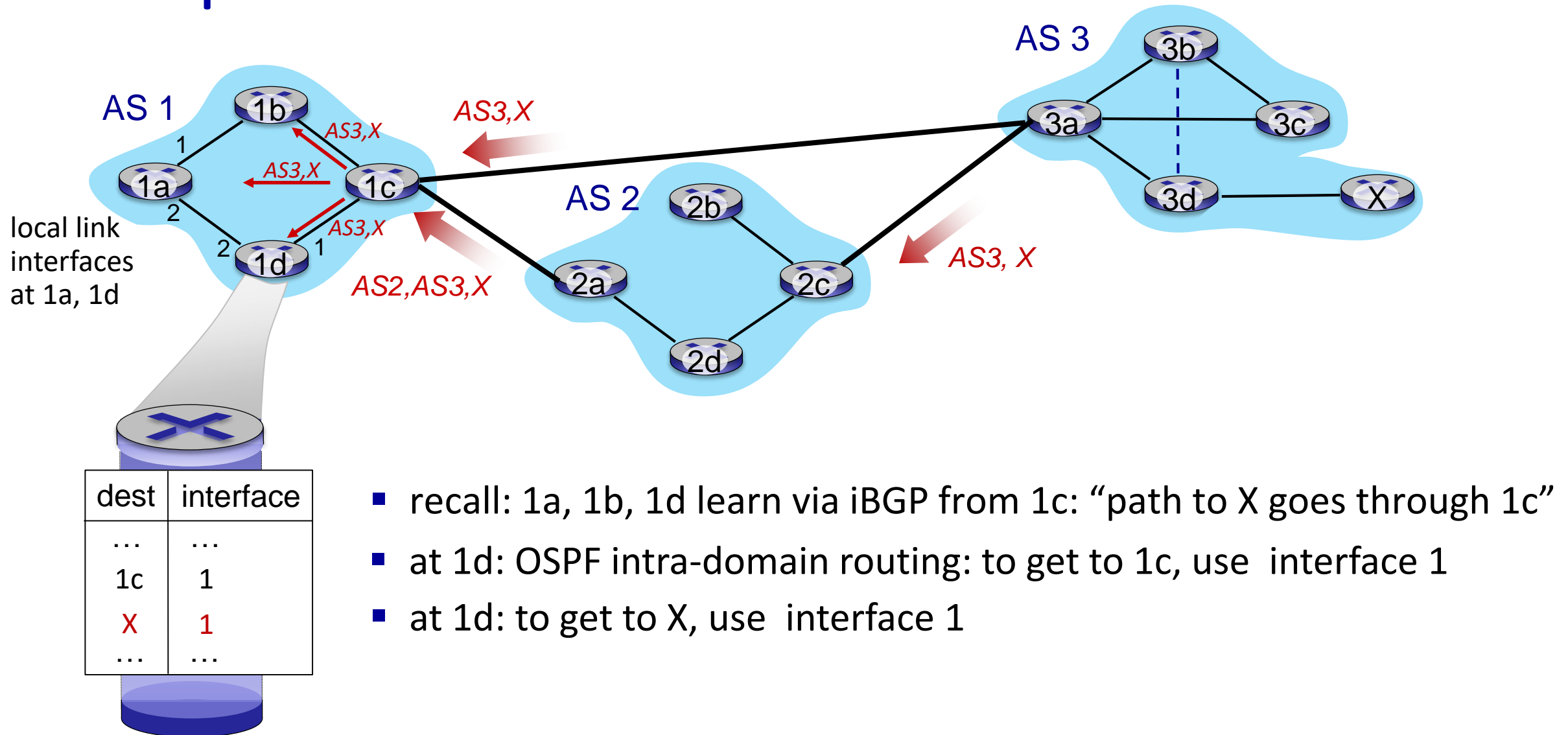
O roteador gateway pode aprender **múltiplos** caminhos:

- Roteador 1c do AS1 aprende o caminho **AS2, AS3, X** do 2a
- Roteador 1c do AS1 aprende o caminho **AS3, X** do 3a
- Com base na **política**, o roteador 1c do AS1 escolhe o caminho **AS3, X** e anuncia o mesmo dentro do AS1 via iBGP

Mensagens BGP

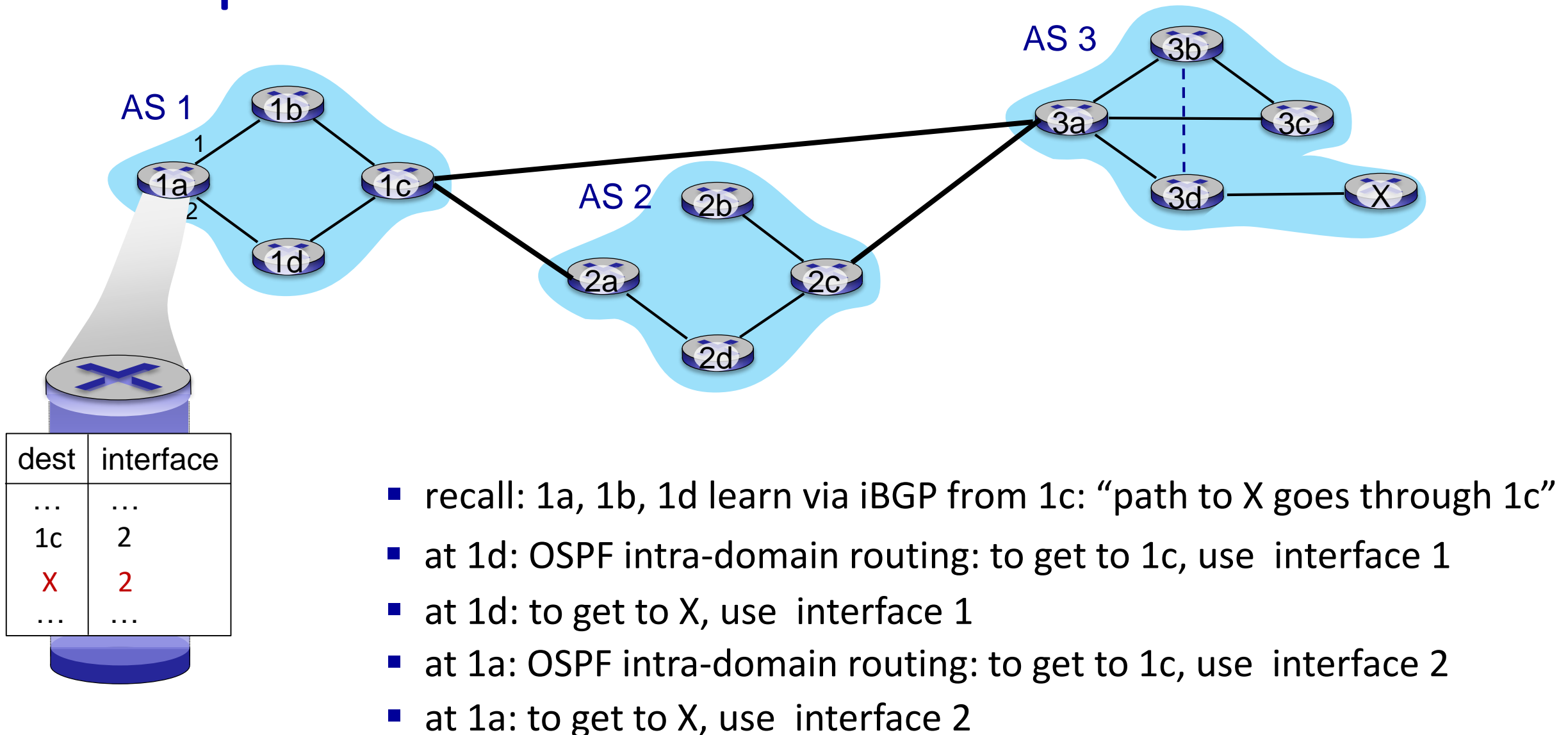
- Mensagens BGP trocadas entre pares (peers) através de conexões TCP
- Mensagens BGP:
 - **OPEN**: abre a conexão ao peer remoto e autentica o peer remoto
 - **UPDATE**: anuncia um novo caminho ou exclui um anterior
 - **KEEPALIVE**: mantém a conexão aberta; também reconhece (ACK) mensagens de OPEN
 - **NOTIFICATION**: informa erros em mensagens anteriores; também utilizado para fechar uma conexão

BGP path advertisement



- recall: 1a, 1b, 1d learn via iBGP from 1c: “path to X goes through 1c”
- at 1d: OSPF intra-domain routing: to get to 1c, use interface 1
- at 1d: to get to X, use interface 1

BGP path advertisement



Porque diferentes algoritmos para roteamento Intra e Inter domínios?

políticas:

- inter-AS: o administrador quer controlar como o tráfego é enviado, quem envia tráfego para sua rede
- intra-AS: é o mesmo administrador, as políticas não são tão importantes

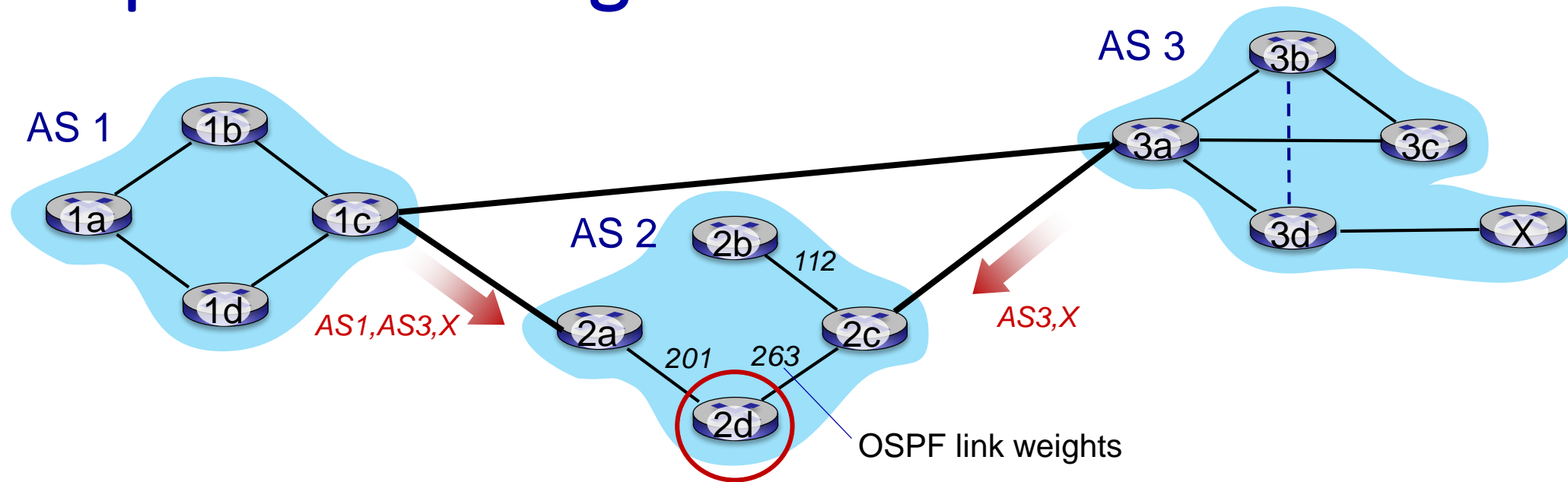
escalabilidade:

- Roteamento hierárquico diminui as tabelas de roteamento, assim como o tráfego gerado por mensagens de update
 - RJP: uma rede modelada em um grafo completo pode ter $n.(n-1)/2$ arestas (conexões TCP iBGP)

desempenho:

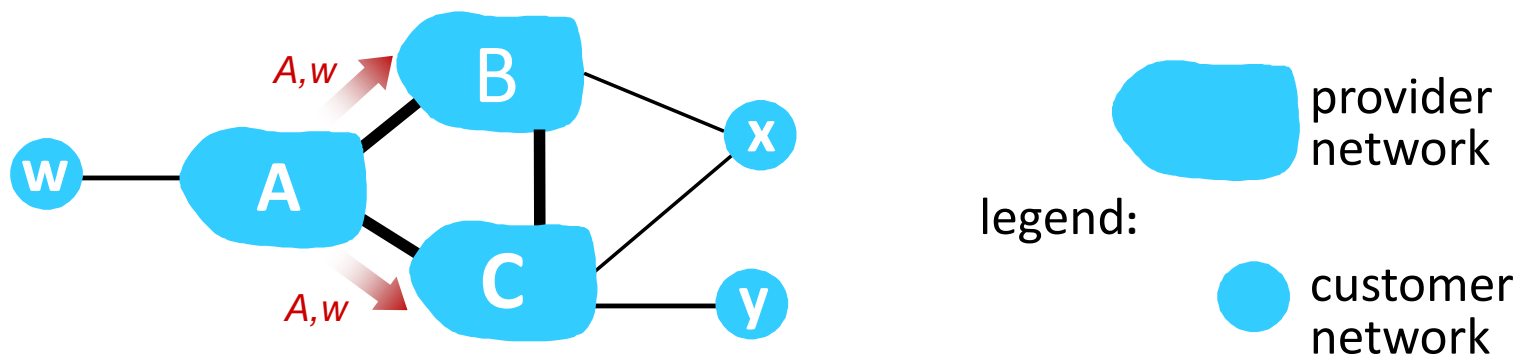
- intra-AS: foco em desempenho
- inter-AS: as políticas (\$\$) são mais importantes que o desempenho

Hot potato routing



- 2d aprende (via iBGP) que ele pode rotear para X via 2a ou 2c
- **hot potato routing**: escolhe o gateway local que tenha o menor custo *intra-domain* (e.g., 2d escolhe 2a, mesmo que tenha mais AS hops para X): não se preocupa com os custos inter-domain

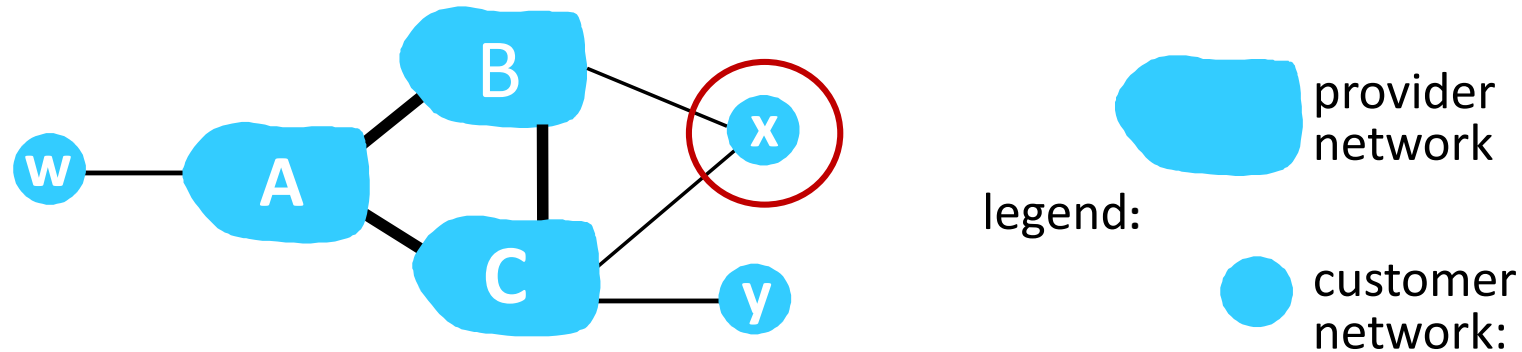
BGP: implementando políticas com anúncio de paths



Um ISP somente quer rotear (carregar) tráfego de/para seus clientes (não quer ser um ISP de trânsito para outros ISPs – política típica do mundo real)

- A anuncia o caminho Aw para B e para C
- B *escolhe não anunciar* BA_w para C!
 - B não tem benefício (lucro) em CBA_w, já que C, A e w não são clientes de B
 - C não aprende sobre o caminho CBA_w
- C vai rotear CA_w (sem usar B) para chegar a w

BGP: implementando políticas com anúncio de paths



Um ISP somente quer rotear (carregar) tráfego de/para seus clientes (não quer ser um ISP de trânsito para outros ISPs – política típica do mundo real)

- A,B,C são **redes de provedores**
- x,w,y são **clientes** (dos provedores)
- x é **dual-homed**: conectado a duas redes (cliente dos dois)
- **Política a aplicar**: x não quer ser trânsito entre B e C
 - então x não vai anunciar para B uma rota para C

Seleção de rotas no BGP

- Um roteador pode aprender mais de uma rota para um AS destino, vai selecionar a rota baseado em:
 1. Atributo local de preferência: política
 2. menor AS-PATH
 3. Roteador NEXT-HOP mais próximo: *hot potato routing*
 4. Critérios adicionais

Exercício

- Questão 8 da lista
- Tentar resolver o exemplo em:
 - [13 Configuração Básica BGP Cisco – itrsantos \(wordpress.com\)](#)