



Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

CIDR

Classless Inter-Domain Routing

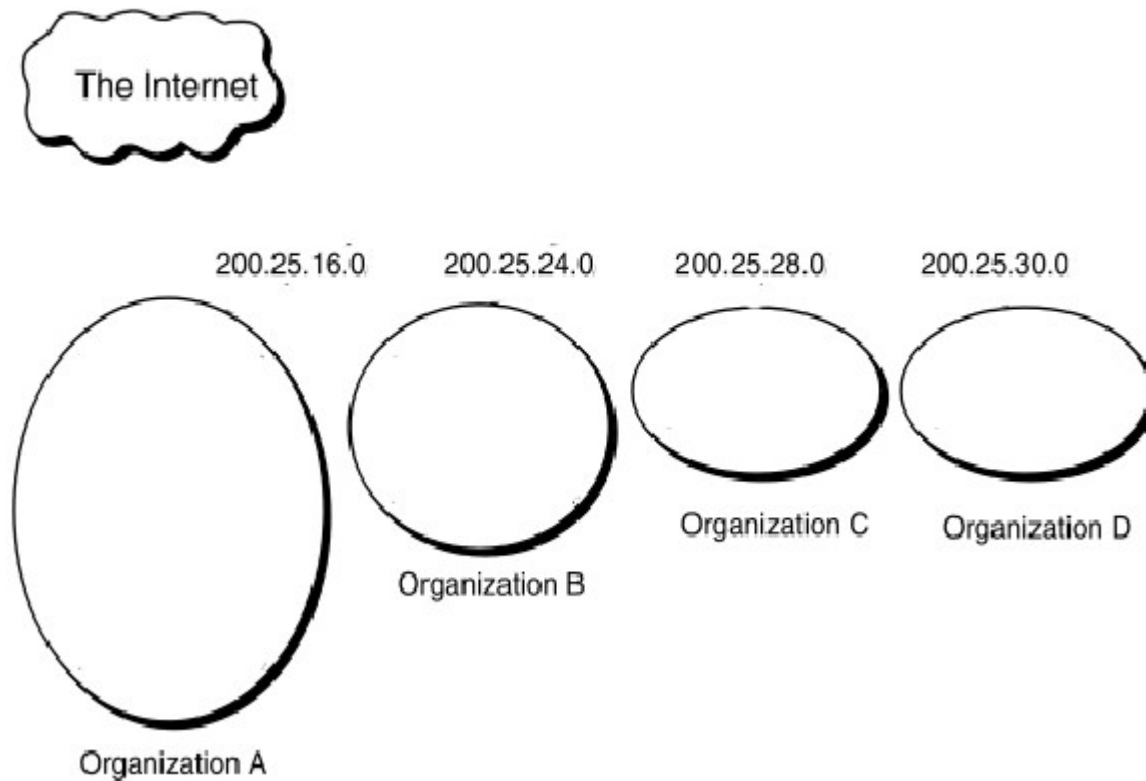
Prof. José Gonçalves
Departamento de Informática - UFES
zegonc@inf.ufes.br



Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Informática

O Problema

- Crescimento exponencial da Internet impactando no sistema de roteamento da Internet global.



O Problema (cont.)

- Eminente exaustão dos endereços Classe B
 - Distribuição inapropriada de endereços classe B no passado.
 - Mais endereços classe C por organização, gerando mais entradas nas tabelas de roteamento globais.
 - Eventual exaustão do espaço de endereços do IPv4
- Como escalar o sistema de roteamento para suportar o rápido crescimento do tamanho das tabelas de roteamento globais da Internet?

CIDR – Classless Inter-Domain Routing

- CIDR ou “supernetting” é o novo (atual) esquema de endereçamento da Internet. Foi definido pelo IETF em 1995 nas RFC’s 1517 a 1520.
- Característica:
 - Elimina o conceito tradicional de redes classes A, B e C (daí o nome *classless*), substituindo-o pelo conceito genérico de prefixo de rede.
 - É o prefixo de rede que é usado para se determinar o ponto de divisão entre o *NetID* e o *HostID*. Roteadores que suportam CIDR não se baseiam nos três primeiros bits do endereço IP mas, sim, no tamanho do prefixo.
 - Propicia uma alocação eficiente do E.E do IPv4, já que permite especificar de redes de tamanho arbitrário.

Exemplo

- Seja um ISP com um prefixo /20, como em 200.23.16.0/20. Isso representa um espaço de 2^{12} ou 4.096 endereços possíveis.
- Esse espaço poderia ser distribuído pelo ISP entre 8 (2^3) organizações, cada uma delas com um espaço de 2^9 ou 512 endereços.

| | | | |
|----------------|-----------------------------------|----------|----------------|
| ISP's block | <u>11001000 00010111 00010000</u> | 00000000 | 200.23.16.0/20 |
| Organization 0 | <u>11001000 00010111 00010000</u> | 00000000 | 200.23.16.0/23 |
| Organization 1 | <u>11001000 00010111 00010010</u> | 00000000 | 200.23.18.0/23 |
| Organization 2 | <u>11001000 00010111 00010100</u> | 00000000 | 200.23.20.0/23 |
| ... | | | |
| Organization 7 | <u>11001000 00010111 00011110</u> | 00000000 | 200.23.30.0/23 |

Exemplo (cont.)

- Observe que esse prefixo /20 também poderia ser usado para representar uma rede classe A, B ou C tradicional.

| | | |
|---------------|----------------|------------------------------|
| Traditional A | 10.23.64.0/20 | <u>00001010.00010111.010</u> |
| Traditional B | 130.5.0.0/20 | <u>10000010.00000101.000</u> |
| Traditional C | 200.7.128.0/20 | <u>11001000.00000111.100</u> |

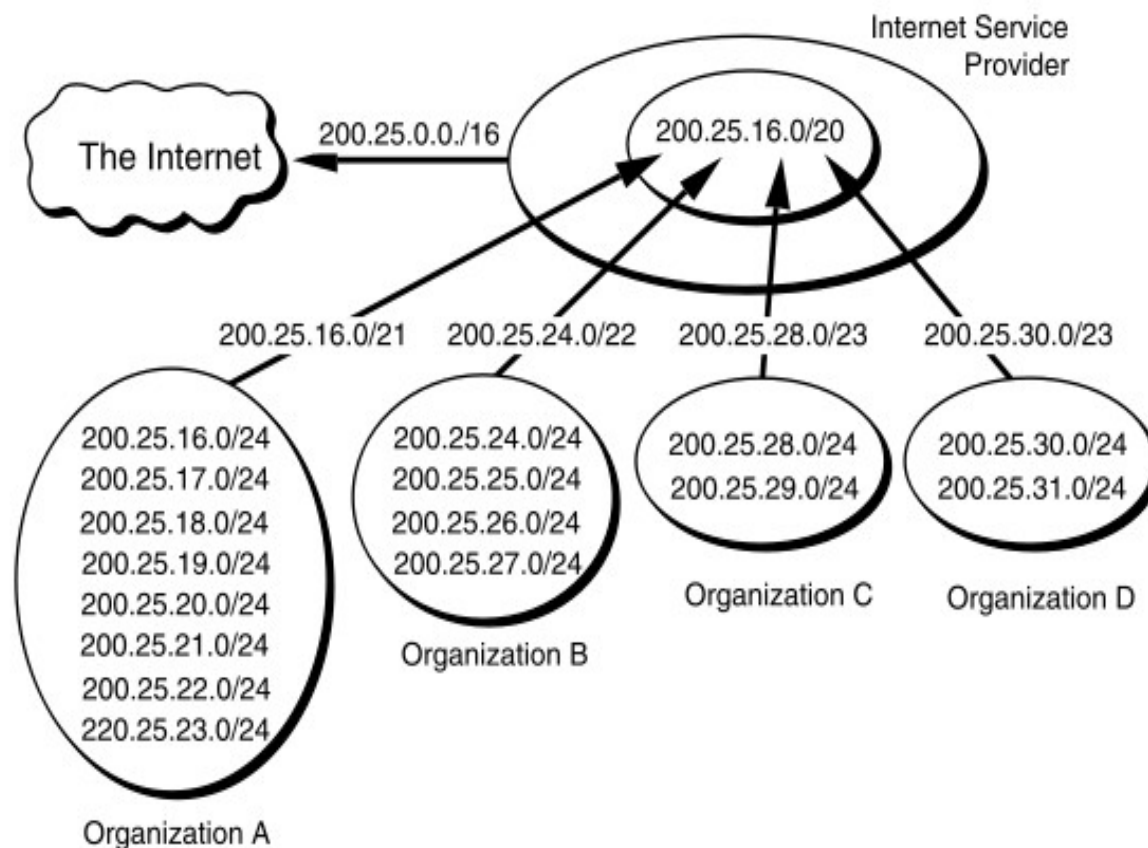
Blocos de Endereços CIDR

| CIDR Prefix Length | Dotted Decimal | # Individual Addresses | # of Classful Networks |
|--------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| /13 | 255.248.0.0 | 512 K | 8 Bs or 2048 Cs |
| /14 | 255.252.0.0 | 256 K | 4 Bs or 1024 Cs |
| /15 | 255.254.0.0 | 128 K | 2 Bs or 512 Cs |
| /16 | 255.255.0.0 | 64 K | 1 B or 256 Cs |
| /17 | 255.255.128.0 | 32 K | 128 Cs |
| /18 | 255.255.192.0 | 16 K | 64 Cs |
| /19 | 255.255.224.0 | 8 K | 32 Cs |
| /20 | 255.255.240.0 | 4 K | 16 Cs |
| /21 | 255.255.248.0 | 2 K | 8 Cs |
| /22 | 255.255.252.0 | 1 K | 4 Cs |
| /23 | 255.255.254.0 | 512 | 2 Cs |
| /24 | 255.255.255.0 | 256 | 1 C |
| /25 | 255.255.255.128 | 128 | 1/2 C |
| /26 | 255.255.255.192 | 64 | 1/4 C |
| /27 | 255.255.255.224 | 32 | 1/8 C |

CIDR – Classless Inter-Domain Routing (cont.)

- Característica:
 - Suporta agregação (sumarização) de rotas.
 - Como consequência, uma única entrada na tabela de roteamento pode representar o espaço de endereços de talvez milhares de rotas *classfull* tradicionais.
 - Cada informação de roteamento é anunciada junto com uma máscara de bits. É a máscara (ou seja, o prefixo de rede) que define a sumarização desejada.

Exemplo



Eficiência de Alocação de Endereços

- Num ambiente *classful*, um Internet Service Provider-ISP só pode alocar endereços /8, /16 ou /24.
- Usando CIDR, o ISP pode distribuir blocos do seu espaço de endereços que atendam as necessidades específicas de cada cliente.
- Conseqüentemente, isso confere maior flexibilidade e permite melhor utilização do espaço de endereçamento alocado ao ISP.

Exemplo 1

- Seja um cliente que requeira 800 endereços de *hosts*. Em vez de lhe ser atribuído um endereço Classe B (e, portanto, desperdiçar ~64700 endereços) ou quatro Classes C's individuais (e introduzir 4 novas rotas nas tabelas de roteamento da Internet global), poderia lhe ser atribuído um bloco de endereços /22, que corresponde a 2^{10} endereços IP ou então a 4 redes /24 contíguas.

ISP's Block: 11001110.00000000.01000000.00000000 206.0.64.0/18

Client Block: 11001110.00000000.01000100.00000000 206.0.68.0/22

Class C #0: 11001110.00000000.01000100.00000000 206.0.68.0/24

Class C #1: 11001110.00000000.01000101.00000000 206.0.69.0/24

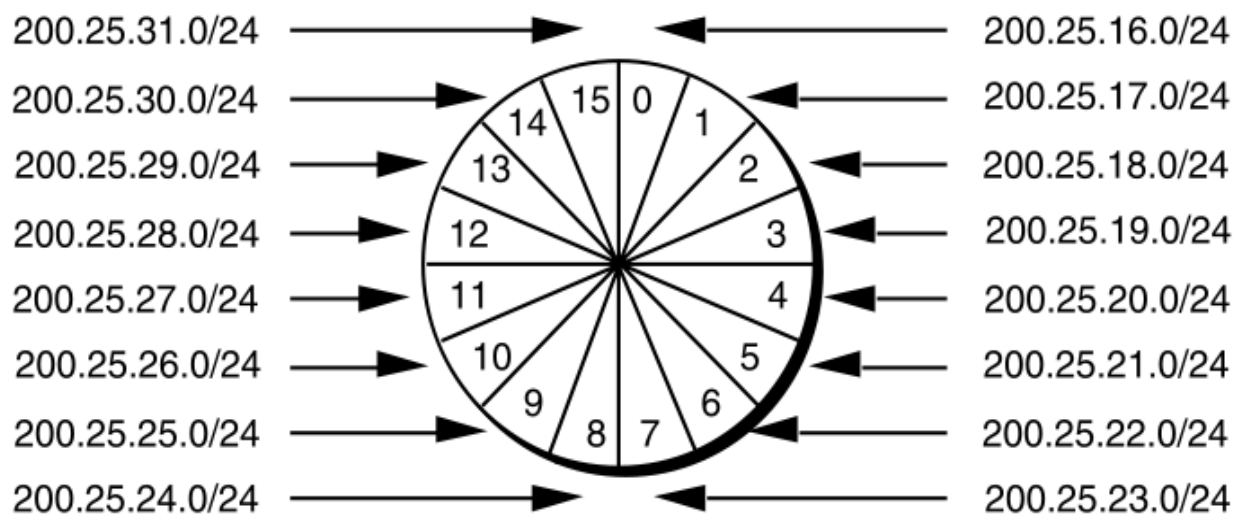
Class C #2: 11001110.00000000.01000110.00000000 206.0.70.0/24

Class C #3: 11001110.00000000.01000111.00000000 206.0.71.0/24

Exemplo 2

- Assuma que um ISP detenha o bloco de endereços 200.25.0.0/16. Este bloco representa 65.536 (2^{16}) endereços IP (ou 256 redes /24).
- Suponha que do bloco de endereços 200.25.0.0/16, o ISP se deseja alocar o bloco 200.25.16.0/20. Esse bloco menor representa 4.096 (2^{12}) endereços IP (ou 16 redes /24). Em um ambiente *classful* o ISP é forçado a dividir o bloco /20 em 16 redes /24 individuais.

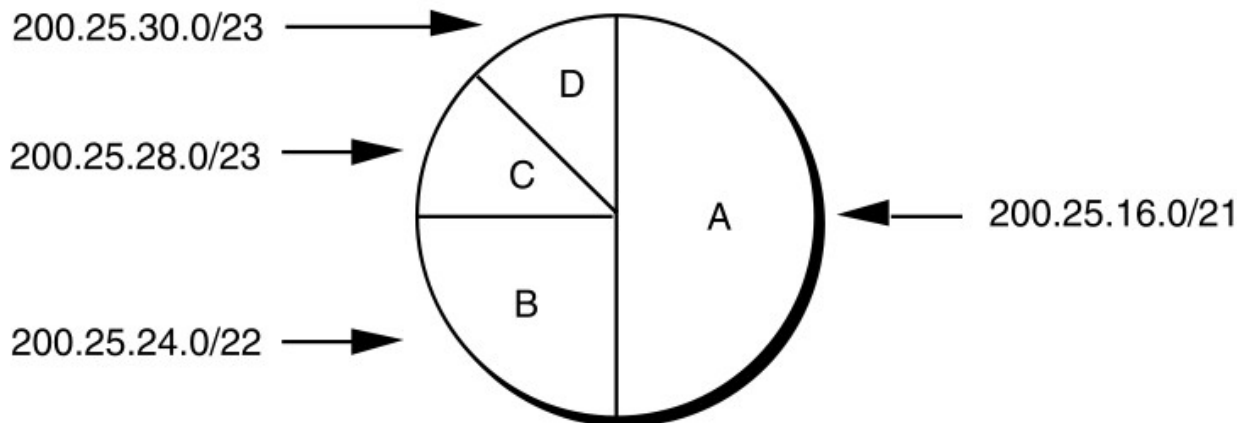
FIGURE 30. Slicing the Pie-Classful Environment



Exemplo 2 (cont.)

- Entretanto, em um ambiente *classless*, o ISP é livre para dividir o espaço de endereços que ele detém (“to cut up the pie”) da maneira que ele quiser. Ele poderia dividi-lo em dois pedaços, cada um com $\frac{1}{2}$ do espaço de endereços, e assinalar uma porção à Organização A; dividir a outra metade em dois novos pedaços – cada um com $\frac{1}{4}$ do espaço de endereços – e atribuir um dos pedaços à Organização B; e, finalmente, dividir o $\frac{1}{4}$ restante em dois pedaços, cada um representando um oitavo do espaço de endereçamento, e assinalá-los às Organizações C e D.
- Cada uma das organizações está livre para alocar o seu espaço de endereços individual dentro da sua “intranet” do jeito que achar melhor.

FIGURE 31. Slicing the Pie-Classless Environment



Exemplo 2 (cont.)

The following steps explain how to assign addresses with classless inter-domain routing.

Step #1: Divide the address block 200.25.16.0/20 into two equally sized slices. Each block represents one-half of the address space, or 2,048 (211) IP addresses.

ISP's Block 11001000.00011001.00010000.00000000 200.25.16.0/20
Org A: 11001000.00011001.00010000.00000000 200.25.16.0/21
Reserved: 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/21

Step #2: Divide the reserved block (200.25.24.0/21) into two equally sized slices. Each block represents one-fourth of the address space, or 1,024 (210) IP addresses.

Reserved 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/21
Org B: 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/22
Reserved 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/22

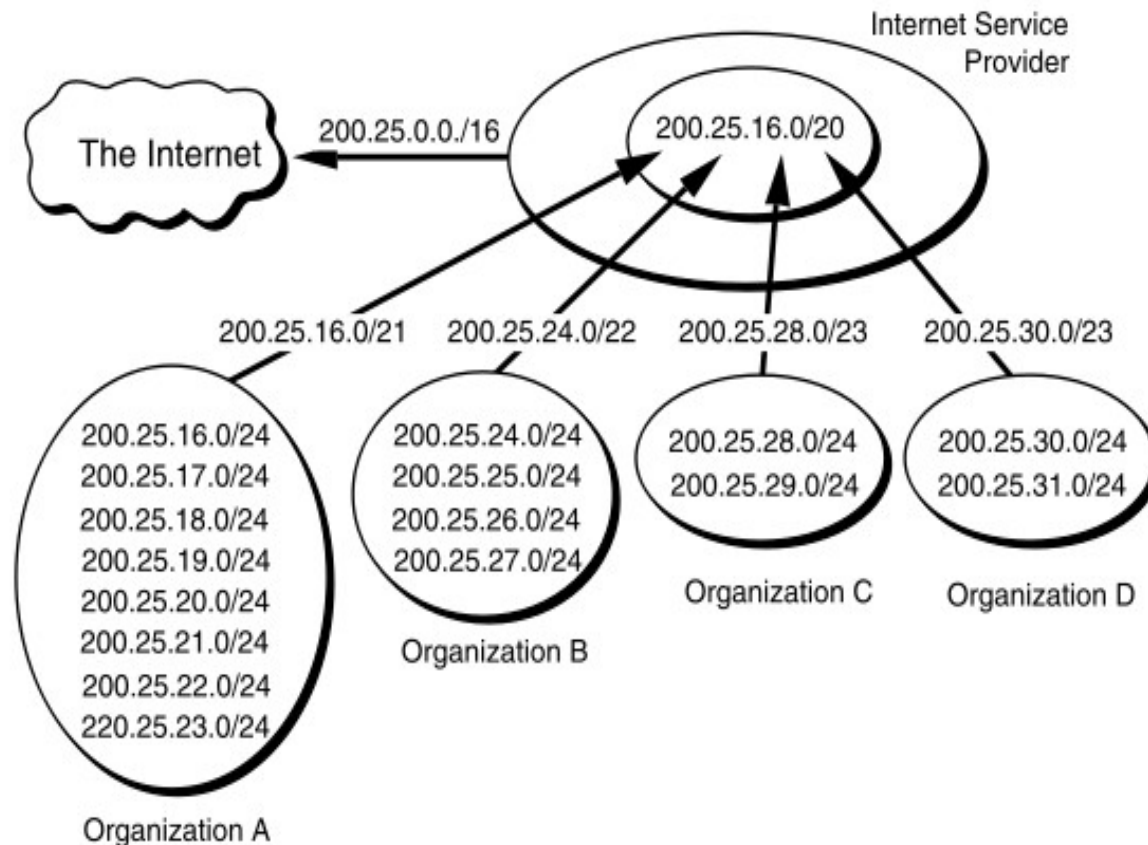
Step #3: Divide the reserved address block (200.25.28.0/22) into two equally sized blocks. Each block represents one-eighth of the address space, or 512 (29) IP addresses.

Reserved 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/22
Org C: 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/23
Org D: 11001000.00011001.00011110.00000000 200.25.30.0/23

CDIR *versus* VLSM

- CIDR e VLSM são essencialmente a mesma coisa já que ambos permitem dividir recursivamente uma porção do espaço de endereços IP em pedaços (blocos) menores.
- A diferença é que com VLSM a recursão é feita no espaço de endereçamento previamente alocado para a organização, sendo isso invisível para a Internet global. O CIDR, por sua vez, permite a alocação recursiva de um bloco de endereços por um Internet Registry a um “*high-level ISP*”, a um “*middle-level ISP*”, a um “*low-level ISP*” e, finalmente, à rede privada da organização.

CIDR *versus* VLSM: Agregação de Rotas



CIDR *versus* VLSM: Agregação de Rotas (cont.)

Figure 32 illustrates how the allocation described in the previous CIDR example helps reduce the size of the Internet routing tables. Assume that a portion of the ISP's address block (200.25.16.0/20) has been allocated as described in the previous example:

- Organization A aggregates eight /24s into a single advertisement (200.25.16.0/21)
- Organization B aggregates four /24s into a single advertisement (200.25.24.0/22)
- Organization C aggregates two /24s into a single advertisement (200.25.28.0/23)
- Organization D aggregates two /24s into a single advertisement (200.25.30.0/23)

Then the ISP can inject the 256 /24s in its allocation into the Internet with a single advertisement-200.25.0.0/16.

Note that route aggregation by means of BGP-4 (the protocol that allows CIDR aggregation) is not automatic. The network engineers must configure each router to perform the required aggregation. The successful deployment of CIDR allows the number of individual networks on the Internet to expand while minimizing the number of routes in the Internet routing tables.

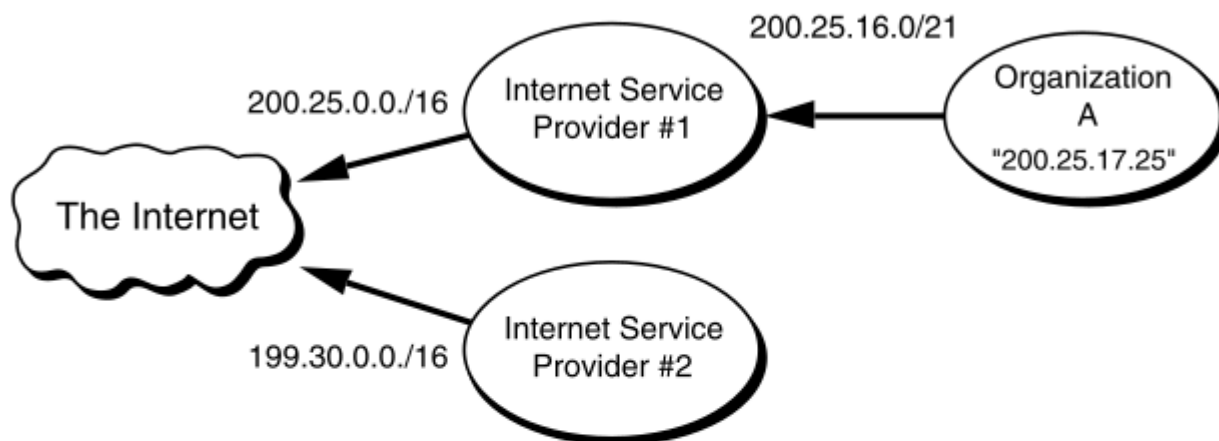
Requisitos para uso do CIDR

Like VLSM, the successful deployment of CIDR has three prerequisites:

- The routing protocols must carry network prefix information with each route advertisement.
- All routers must implement a consistent forwarding algorithm based on the longest match.
- For route aggregation to occur, addresses must be assigned so that they are topologically significant.

Roteamento em Ambiente Classless

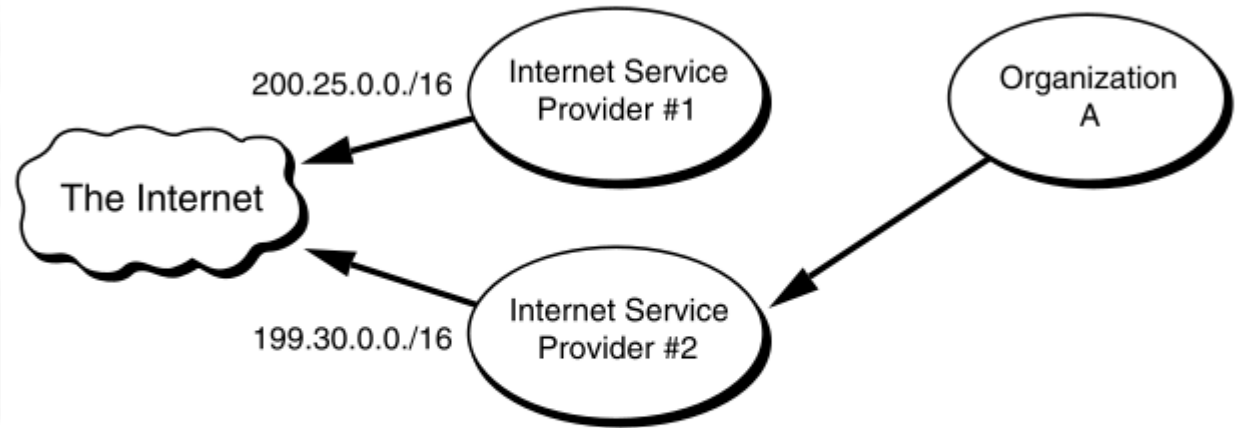
FIGURE 33. Routing Advertisements for Organization A



Since all of Organization A's routes are part of the ISP #1's address block, the routes to Organization A are implicitly aggregated by means of ISP #1's aggregated announcement to the Internet. In other words, the eight networks assigned to Organization A are hidden behind a single routing advertisement. Using the longest match forwarding algorithm, Internet routers will route traffic to host 200.25.17.25 to ISP #1, which will in turn route the traffic to Organization A. Now assume that Organization A changes its network provider to a different ISP (ISP #2), as illustrated in Figure 34.

Roteamento em Ambiente Classless (cont.)

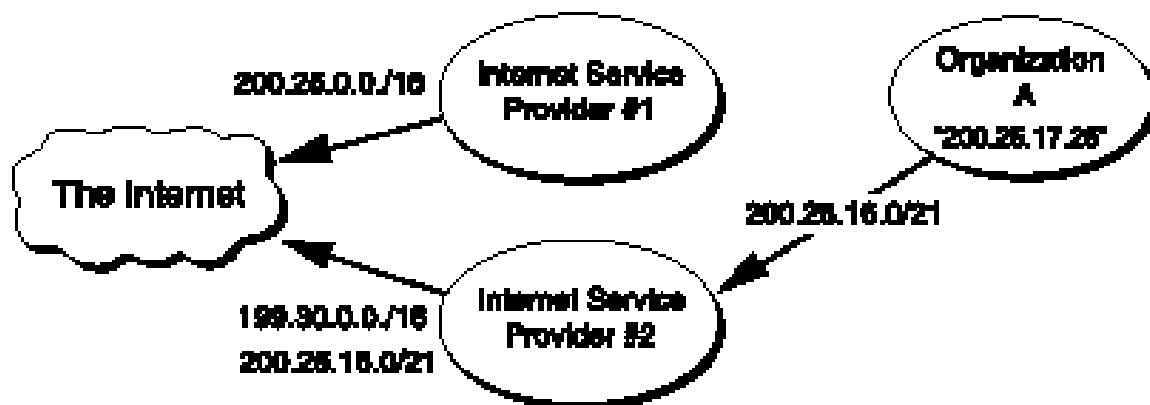
FIGURE 34. Organization A Changes Network Providers to ISP #2



To manage the size of the Internet routing tables, Organization A can obtain a block of ISP #2's address space and renumber the address. This would allow the eight networks assigned to Organization A to be hidden behind the aggregate routing advertisement of ISP #2. Unfortunately, renumbering is a labor-intensive task that could be very difficult, if not impossible, for Organization A.

Roteamento em Ambiente Classless (cont.)

FIGURE 35. ISP #2's More Specific Route into the Internet



The best strategy is for Organization A to retain ownership of its address space and have ISP #2 advertise an "exception" (more specific) route into the Internet. The exception route allows all traffic for 200.25.0.0/16 to be sent to ISP #1, with the exception of the traffic to 200.25.16.0/21. This routing is accomplished by having ISP #2 advertise, in addition to its own 199.30.0.0/16 block, a route for 200.25.16.0/21. Refer to Figure 35.

Using the longest match forwarding algorithm, Internet routers will route traffic addressed to host 200.25.17.25 to ISP #2, which will in turn route the traffic to Organization A. Clearly, the introduction of a large number of exception routes can reduce the effectiveness of the CIDR deployment and eventually cause Internet routing tables to begin exploding again.

Exercício

- a. List the individual networks numbers defined by the CIDR block 200.56.168.0/21
- b. List the individual networks numbers defined by the CIDR block 195.24/13
- c. Aggregate the following set of (4) IP /24 network addresses to the highest degree possible: 212.56.146.0/24, 212.56.147.0/24, 212.56.148.0/24, 212.56.149.0/24
- d. Aggregate: 202.1.96.0/24, 202.1.97.0/24, 202.1.98.0/24, ...,
- e. Aggregate: 202.1.126.0/24, 202.1.127.0/24, ...,
- f. Aggregate: 202.1.158.0/24, 202.1.159.0/24
- g. How would you express the entire Class A address as a single CIDR advertisement?