

Topologias redundantes
Protocolo STP
Spanning-Tree Protocol



# Redundância

- Topologias redundantes
  - São desenhadas para assegurar que a rede continua a funcionar, na presença de pontos de falha



CRASH

There are two cars, can I drive to work?

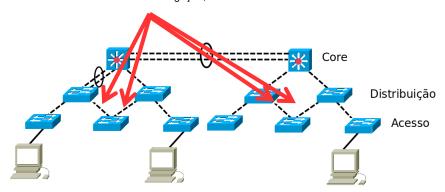
**Redes de Computadores** 

3



### Redundância

- Topologias redundantes permitem aumentar a disponibilidade de uma rede
  - □ Em caso de falha numa ligação, existe um caminho alternativo.

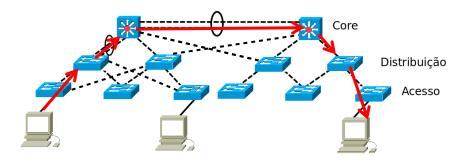


Redes de Computadores



# Redundância

- No modelo hierárquico
  - a redundância é possível através da utilização de hardware adicional e caminhos alternativos entre esses equipamentos;
- No exemplo
  - □ caminho "normal" entre PC1 e PC3 através dos 3 níveis.



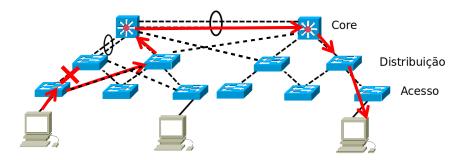
**Redes de Computadores** 

5



### Redundância

■ Falha numa ligação entre a camada de Acesso e a camada de Distribuição:



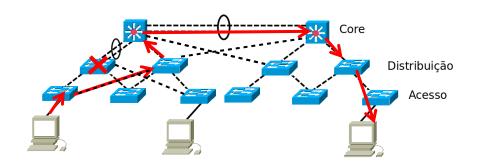
Redes de Computadores

6



# Redundância

■ Falha de um switch na camada de Distribuição:



Redes de Computadores

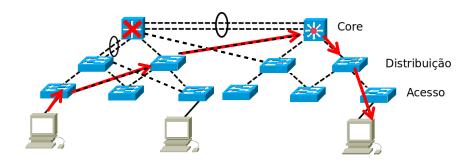
7

7



# Redundância

■ Falha de um switch na camada de Core:

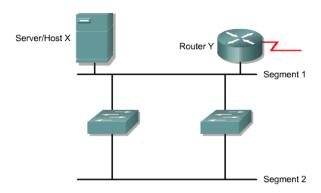


**Redes de Computadores** 



Topologia de Switchs com

### Redundância Simples



#### Possíveis problemas:

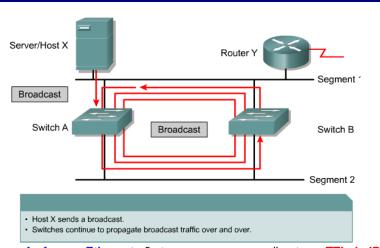
- · Broadcast storms,
- · Cópias múltiplas do frame, e
- Instabilidade na tabela de endereços MAC

#### **Redes de Computadores**

9



# Broadcast Storm



As frames Ethernet não tem um campo semelhante ao TTL do IP

logo as frames poderão indefinidamente circular entre os switches da rede;

#### Redes de Computadores



### Redundância - Problemas

- Ex: PC1 envia uma Frame de Boradcast:
  - □ S1 regista que PC1
    - se encontra ligado à porta 1 e envia a frame pelas portas 3 e 2;
  - □ S2 ao receber a frame de S1,
    - regista que PC1 está acessível via a porta 1 e envia a frame para S3;
  - □ S3 ao receber a frame de S1,
    - regista que PC1 está acessível através da porta 2 e envia a frame para S1.

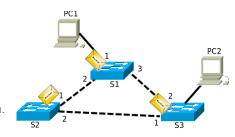


Tabela MAC S1		
MAC	Port	
PC1	1	

Tabela MAC S2		
Port		
1		

Tabela MAC S3		
MAC	Port	
PC1	2	

Redes de Computadores

11



### Redundância - Problemas

- Ex: PC1 envia uma Frame de Boradcast:
  - □ S3 ao receber a frame de S2,
    - regista que afinal para aceder a PC1 é através da porta 1 e não da porta 2.
    - Envia a frame para S1.
  - □ S2 ao receber a frame de S3,
    - regista que afinal para aceder a PC1 é através da porta 2 e não da porta 1.
    - Envia a frame para S1.
  - □ S1 recebe "de volta" as frames
    - que tinha enviado,
    - e o ciclo continua para sempre...

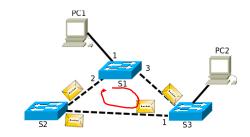


Tabela MAC S1	
MAC	Port
PC1	1
PC1	2
PC1	3

	Tabela MAC S2		
MAC		Port	
	PC1	1	
	PC1	2	

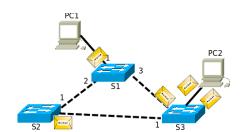
Tabela MAC S3		
MAC	Port	
PC1	2	
PC1	1	

Redes de Computadores



# Redundância - Problemas

- Ex: PC1 envia a Frame para S1:
  - □ Se S1 "não souber" em que porta se encontra PC2
    - envia a frame para S2 e S3
  - □ S3
    - envia a frame para PC2
  - □ S2
    - envia a frame para S3
  - □ S3
    - envia esta segunda frame a PC2



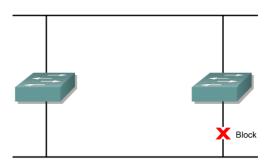
- PC2 recebe duas frames duplicadas!
  - □ com origem em PC1

Redes de Computadores

13



### Protocolo Spanning-Tree (STP)



Provides a loop-free redundant network topology by placing certain ports in the blocking state.

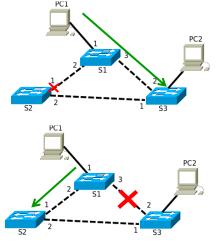
Já existe um algoritmo novo - rapid spanning-tree algorithm

Redes de Computadores



# STP- Spanning Tree Protocol

- Garante que existe apenas um caminho lógico
  - entre dois destinos na rede, bloqueando intencionalmente caminhos redundantes que poderiam causar um loop.
- Uma porta bloqueada
  - não permite que o tráfego circule (à exceção das frames utilizadas pelo próprio STP).
- No caso de ocorrer uma falha
  - na ligação utilizada, o STP desbloqueia a porta (anteriormente bloqueada) para permitir a passagem do tráfego.



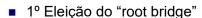
Redes de Computadores

15



# STA (Spanning Tree Algorithm)

- Protocolo STP
  - utiliza o STA (Spanning Tree Algorithm)
     para determinar quais as portas que devem ser bloqueadas
- Switch "Root bridge"
  - Um switch utilizado como ponto de referência para todos os cálculos sobre caminhos



- □ Os switches trocam BPDU
- O Switch com o BID (bridge ID) mais baixo é automaticamente considerado o "root bridge"

Redes de Computadores

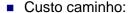
16

Root



# Algoritmo STP (Spann

- 2º O STA calcula o caminho mais curto até ao "root bridge"
  - Até terminar o switch não faz forward de tráfego de dados.



- Com base no "custo" das portas associadas,
- □ é a soma de todos dos custos



□ ... o caminho com o custo menor!



PC1

Root

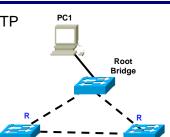
Redes de Computadores

17



# Algoritmo STP

- 3º Atribuição de papel da porta no STP
- Root ports (R)
  - A porta do switch mais próxima do "root bridge"
  - Apenas é permitido uma root port por cada switch
  - Os endereços MAC das frames recebidas podem preencher a tabela de endereços MAC



Redes de Computadores

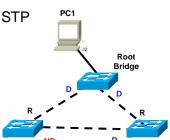


### Algoritmo STP

3º Atribuição do estado da porta no STP

#### ■ Designated ports (D)

- As portas (à exceção da root port) por onde pode passar o tráfego
- □ Existem em switchs root e non-root
- Apenas pode existir uma D por segmento
- Os endereços MAC das frames recebidas podem preencher a tabela de endereços MAC



#### ■ Non-designated ports (ND)

- □ Portas que foram bloqueadas
- □ Não preenche Tabela MAC

Redes de Computadores

19



# Algoritmo STP

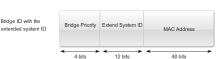
■ Eleição do Root Bridge

 Todos os switchs do domínio de broadcast participam no processo de eleição;



 Conforme os switchs v\u00e3o recebendo os BPDUs

- verificam se o root ID recebido é menor do
- Em caso o seu root ID seja menor, atualizam o root ID e envia novas frames BPDU com o novo root ID.
- O switch com o root ID mais baixo acaba por ser identificado como o root bridge.



ND

Root

Bridge

Redes de Computadores



# STP- Spanning Tree Protocol

Custo das portas



Config. Port Cost

```
S2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
S2(config)#interface f0/1
S2(config-if)#spanning-tree cost 25
S2(config-if)#end
S2#
```

Reset Port cost

```
S2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
S2(config)#interface f0/1
S2(config-if)#no spanning-tree cost
S2(config-if)#end
S2#
```

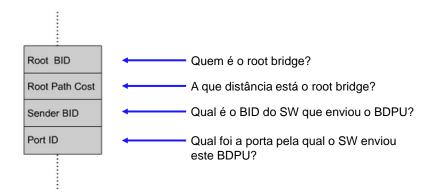
Redes de Computadores

21



# STP- Spanning Tree Protocol

Bridge protocol data unit (BPDU)

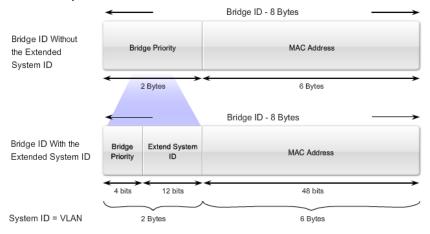


Redes de Computadores



# STP- Spanning Tree Protocol

#### O campo BID



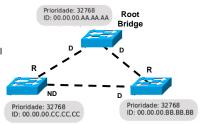
#### Redes de Computadores

23



# Algoritmo STP

- Decisão sobre o estado das portas:
  - □ O Root Bridge
    - coloca as suas portas como "Designated Ports";
  - Os restantes switchs
    - colocam as portas que se encontram mais perto (menor custo) da Root Bridge no papel de Root Port (faz forward de frames).
  - Se ainda existirem portas com papel por atribuir,
    - Os swicthes comparam o seu ID com o ID dos vizinhos.
      - Switch com o ID mais baixo coloca a porta como Designated Port,
      - o outro como Non-Designated (não faz forward de frames).

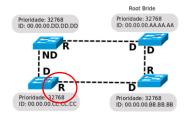


#### Redes de Computadores



### Algoritmo STP

- Root port será a porta do SW com caminho mais baixo.
   Caso duas ou mais portas se encontrarem à mesma distância (mesmo custo) da Root Bridge,
  - a porta cujo vizinho tenha o ID mais baixo é colocada como Root Port.



- Se sobrarem ainda duas ou mais portas com o mesmo vizinho:
  - O switch de ID mais elevado verifica quais as prioridades das portas do vizinho;
  - Coloca como Root Port ou Designated Port (conforme o caso) a porta ligada à porta de menos prioridade do vizinho.



#### Redes de Computadores

25



### IOS: STP- Spanning Tree Protocol

### Ver spanning-tree

SwitchA# show spanning-tree vlan 20

```
VLAN 0020
 Spanning tree enabled protocol rstp
            Priority
                         24596
 Root ID
                         0017 596d.2a00
             Address
                         38
             Cost
                         11 (FastEthernet0/10)
             Port
            Hello Time
                         2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Bridge ID Priority
                         28692
                               (priority 28672 sys-id-ext 1)
                         0017.596d.1580
            Address
            Hello Time
                         2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
            Aging Time
                         300
Interface
                 Role Sts Cost
                                    Prio.Nbr
                                             Type
Fa0/11
                Root FWD 19
                                    128.11
                                              22p
Fa0/12
                Altn BLK 19
                                    128.12
                                             P2p
```

#### Redes de Computadores



### IOS: STP- Spanning Tree Protocol

Alteração custo de uma porta

```
/dev/ttyUSB3 - PuTTY
Switch(config-if)#interface Fa 0/1
Switch(config-if)#spanning-tree cost 200
Switch(config-if)#do show spanning-tree
  Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID Priority 32768
                   Address
                                    0002.b9c5.8840
                   Cost
                                    19
3 (FastEthernet0/3)
                   Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
  Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 001e.49d1.8880
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 15
Interface
                        Role Sts Cost
                                                    Prio.Nbr Type
                       Altn BLK 200
                                                                 P2p
Fa0/1
                                                    128.1
                                                    128.3
Fa0/3
                         Root FWD 19
Switch(config-if)#
```

#### Redes de Computadores

27



### IOS: STP- Spanning Tree Protocol

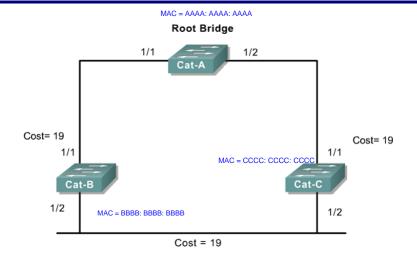
Alteração prioridade porta

```
/dev/ttyUSB3 - PuTTY
Switch(config-if)#spanning-tree port-priority 32
Switch(config-if)#do show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
                Priority
                              32768
  Root ID
                              0002.b9c5.8840
                Cost
                              19
                Port 3 (FastEthernet0/3)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
               Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 001e.49d1.8880
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300
  Bridge ID Priority
Interface
                    Role Sts Cost
                                            Prio.Nbr Type
Fa0/1
                     Altn BLK 200
                                             32.1
                     Root FWD 19
Switch(config-if)#
```

#### Redes de Computadores



# A Spanning Tree

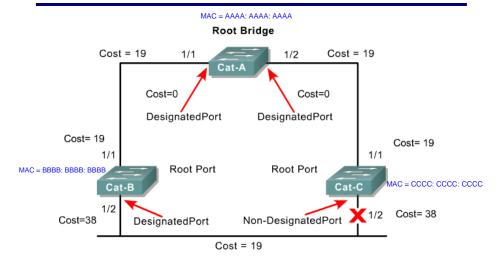


**Redes de Computadores** 

29



# A Spanning Tree

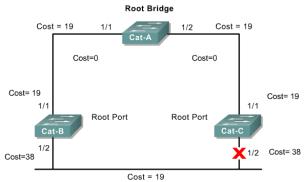


**Redes de Computadores** 



# Operação Spanning-Tree

- Um root bridge por rede
- Uma root port por nonroot bridge.
- Um designated port por segmento.
- As nondesignated ports não são usadas.

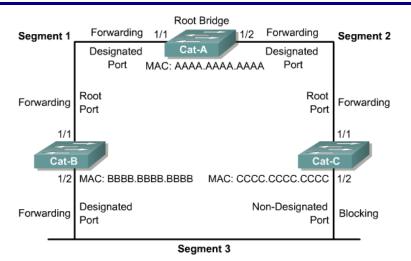


Redes de Computadores

31



# Eleição do Root Bridge



Redes de Computadores



### Eleição do Root Bridge (detalhes)

- Quando um switch é ligado,
  - o algoritmo spanning tree é usado para identificar a bridge raiz.
  - □ Os BPDUs são enviados com o ID da bridge (BID), a cada dois segundos (valor padrão).

#### Processo

- 1 Cada SW assume que é o Root Bridge e envia BPDUs que contêm o seu BID
- 2 Quando recebe um BPDUs verifica se o se BID é mais baixo do que o de Root Bridge Se sim troca o BID do Root Bridge pelo seu, e assume que é Root Bridge.
- 3 Os BDPUs são enviados sucessivamente.

#### Os administradores de rede

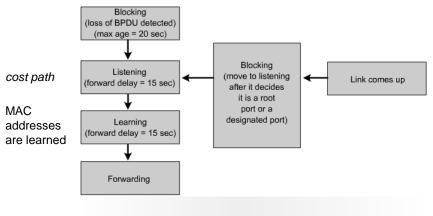
 podem definir a prioridade do comutador para um valor menor que o padrão, o que torna o BID menor.

#### Redes de Computadores

33



### Estados das portas - Spanning-Tree

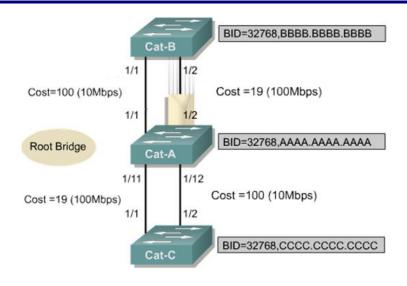


Spanning tree transits each port through several different states.

#### Redes de Computadores



# Re-cálculo do Spanning-Tree



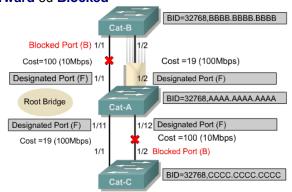
Rec

35



### Re-cálculo do Spanning-Tree

- Uma rede com SWs converge
  - Quando todas as portas dos SW ou Bridges estão no estado Forward ou Blocked

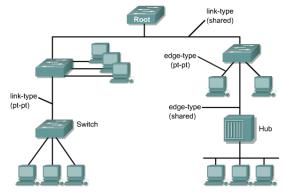


Redes de Computadores



### Rapid Spanning-Tree Port Designations

- O IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol irá eventualmente substituir o
- IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol,



Redes de Computadores

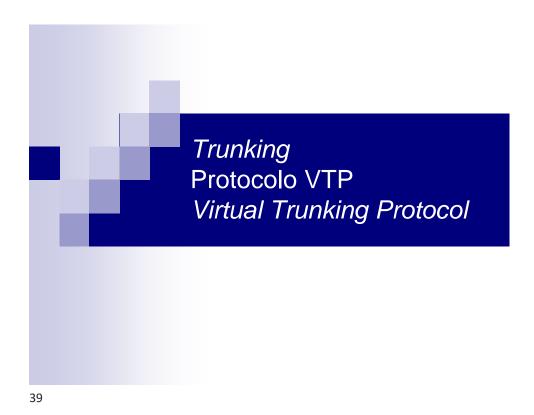
37



### Rapid Spanning-Tree Protocol

- Este standard (protocolo) introduz:
  - □ Clarificação do papel e do estado das portas
  - □ Definição de um conjunto de ligações que podem passar do estado **Forward** rapidamente.
  - □ Permite que os SWs, numa rede que convergiu, gerem os seus próprios BPDUs, em vez de dependerem dos BPDUs da root bridge

Redes de Computadores



# Protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol)

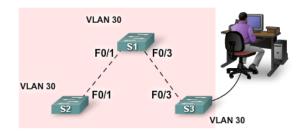
- Rede pequena
  - □ Configura-se um sw de cada vez...
  - 3 sw => fácil!

#### **Existing VLANs:**

- VLAN 10 faculty/staff
- · VLAN 20 students
- VLAN 99 management VLAN

#### VLAN Management Task:

· Add VLAN 30 - guest



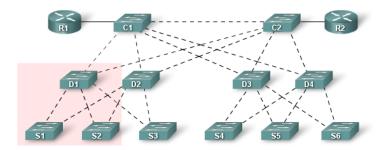
Redes de Computadores



# Protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol)

Existing VLANs: 10 ,20 99

VLAN Management Task: Add VLAN 30



Aqui o caso complica-se!

Redes de Computadores

41



### O que é o VTP?

- O é um protocolo VTP que permite que um administrador de rede configure um SW de forma que ele propague as configurações de VLAN a outros SW na rede.
- O SW pode ser configurado na função
  - □ de um servidor VTP ou
  - □ de um cliente VTP.
- O VTP somente obtém informações
  - □ sobre VLANs de intervalo normal (IDs de VLAN de 1 a 1005).
  - □ VLANs de intervalos estendidos (IDs maiores que 1005) não são suportadas pelo VTP.

Redes de Computadores



# Protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol)

- Inicialmente,
  - A criação de VLANs obrigava a fazer a configuração manual
- Novo Switch obrigava a nova configuração
  - □ Configuração errada poderia trazer 2 problemas potenciais:
    - Cruzamento de VLANs devido a configuração inconsistente
    - Configuração errada sobre meios de variados, tais como Ethernet and Fiber Distributed Data Interface (FDDI)

Redes de Computadores

43



### Benefícios do VTP

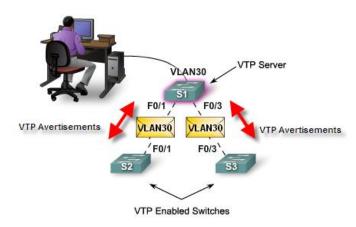
- Protocolo VTP
  - □ É um protocolo proprietário da Cisco
- Benefícios do VTP
  - □ Consistência da configuração da VLAN na rede
  - □ Permite a monitorização precisa das VLANs
  - □ Reporta a adição de novas VLANs na rede
  - Configuração dinâmica de trunks, quando são adicionadas novas VLANs

Redes de Computadores



# Conceitos VTP

### ... utiliza mensagens



Redes de Computadores

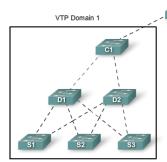
45

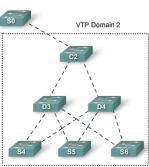


# Componentes VTP

### ■ Domínio VTP

- □ Consiste num ou mais SW interligados
- □ Partilham detalhes de configuração das VLANs, através de "VTP Advertisements"
- □ Um router ou SW de camada 3 definem os limites dos domínios.

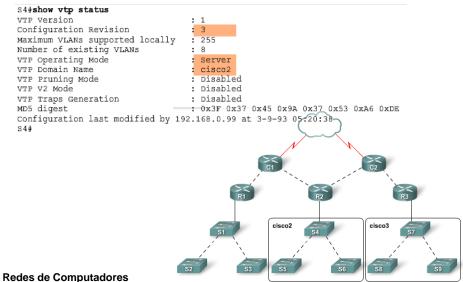




Redes de Computadores



# Domínio VTP

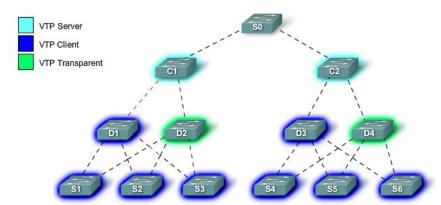


47



# Componentes VTP

■ Há 3 modos em que um SW se pode configurar



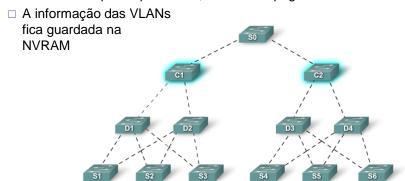
Redes de Computadores



# Componentes VTP

#### VTP Server

- □ Anunciam ao domínio VTP informação sobre outros SW que têm VTP ativado no mesmo domínio.
- ☐ É no Server que se pode criar, alterar ou apagar VLANs



Redes de Computadores

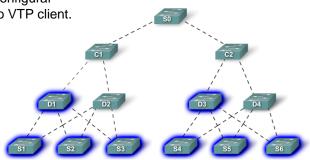
49



# Componentes VTP

#### VTP Client

- □ Os *VTP Client*s funcionam como os *VTP server*s mas não podem criar, alterar ou apagar VLANs.
- Apenas guarda informação das VLANs na RAM, (só enquanto o SW está ligado)
- É necessário configurar o SW no modo VTP client.



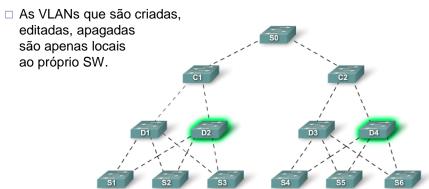
Redes de Computadores



# Componentes VTP

### VTP Transparent

□ Os SW no modo VTP transparent reenviam os VTP advertisements para os outros SW, mas não participam no VTP.



Redes de Computadores

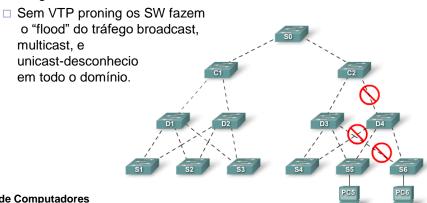
51



# Componentes VTP

### VTP Proning

□ VTP proning aumenta a lagura de banda disponível através da restrição do tráfego "flooded" apenas aos trunks nessários para chegarem ao seu destino.



Redes de Computadores

### re.

### Prática

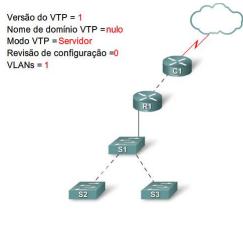
### Configuração VTP padrão do switch

#### O VTP

□ possui três versões:1, 2 e 3.

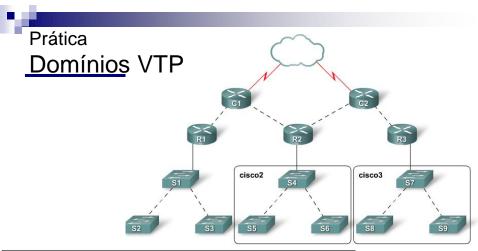
#### Num domínio VTP

 □ Somente uma versão do VTP é permitida



MD5 digest : 0x3F 0x37 0x45 0x9A 0x37 0x53 0xA6 0xDE Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93 00:14:07

|<sub>S1#</sub>



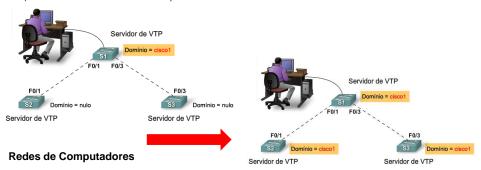


#### Prática

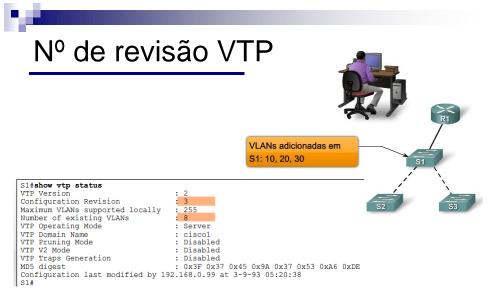
### Requisitos para switch participar no VTP

- Têm que ter o VTP ativo (está ativo por defeito)
- Têm todos que fazer parte do mesmo domínio.
- Tem de haver um switch no modo servidor
- Os outros no modo cliente ou servidor VTP

**Nota:** o nome de domínio é propagado automaticamente depois de configurar um switch (estando os outro conf. Padrão)



55



O número de revisão de configuração determina se as informações de configuração recebidas de outro switch habilitado para VTP é mais recente do que a versão armazenada no switch.

#### Redes de Computadores



# Modos VTP

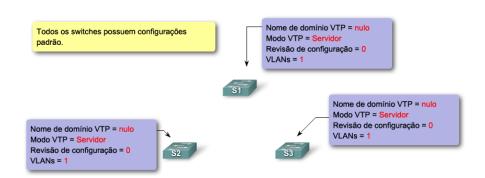
	Servidor VTP	Cliente VTP	VTP Transparente
Descrição	Gerencia domínio e configurações de VLAN.	Atualiza configurações VTP. Switches cliente VTP não podem alterar configurações de VLAN.	Capaz de gerenciar configurações de VLAN locais. Configurações de VLAN locais não são compartilhadas com rede VTP.
Responde a anúncios VTP?	Participa integralmente.	Participa integralmente.	Apenas encaminha anúncios VTP.
Configuração geral de VLAN preservada na reinicialização?	Sim, configurações gerais armazenadas em NVRAM.	Não, configurações gerais armazenadas em RAM, não em NVRAM.	Não, configuração de VLAN local armazenada somente em NVRAM.
Atualiza outros switches habilitados por VTP?	Sim	Sim	Não

#### **Redes de Computadores**

64

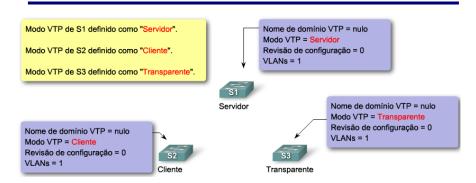


### Exemplo funcionamento VTP (passo 1)



#### Redes de Computadores

# Exemplo funcionamento VTP (passo 2)

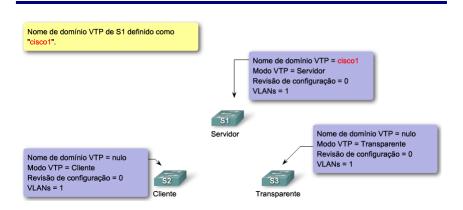


#### Redes de Computadores

66



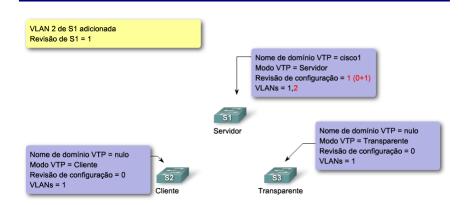
### Exemplo funcionamento VTP (passo 3)



#### Redes de Computadores



# Exemplo funcionamento VTP (passo 4)

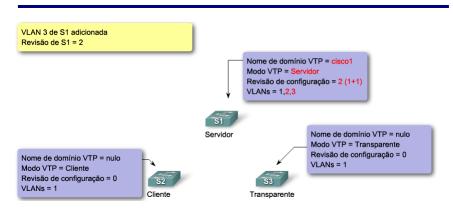


#### Redes de Computadores

68



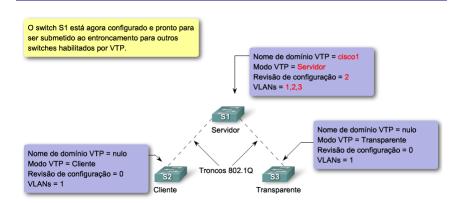
### Exemplo funcionamento VTP (passo 5)



Redes de Computadores



# Exemplo funcionamento VTP (passo 6)

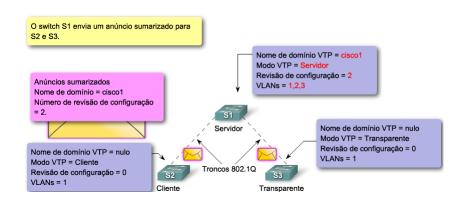


#### Redes de Computadores

70



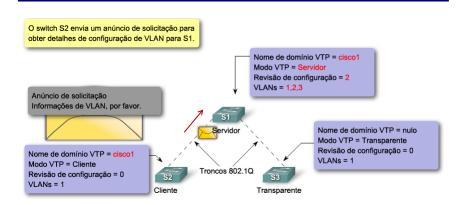
### Exemplo funcionamento VTP (passo 7)



#### Redes de Computadores



# Exemplo funcionamento VTP (passo 8)

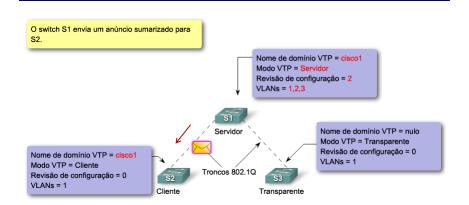


#### Redes de Computadores

72



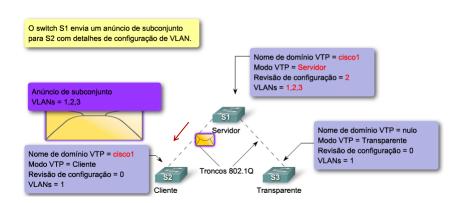
### Exemplo funcionamento VTP (passo 9)



Redes de Computadores



### Exemplo funcionamento VTP (passo 10)

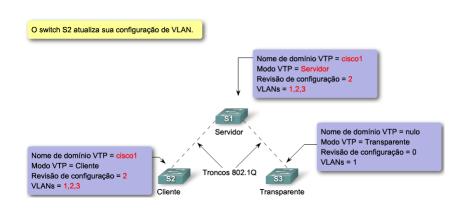


#### Redes de Computadores

74

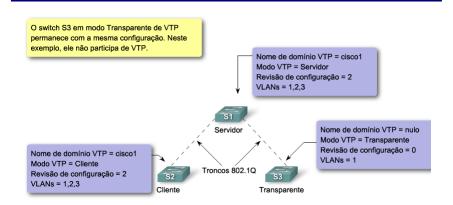


### Exemplo funcionamento VTP (passo 11)



#### Redes de Computadores

# Exemplo funcionamento VTP (passo 12)

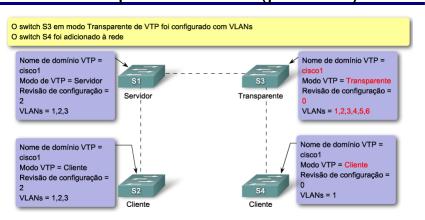


#### Redes de Computadores

76

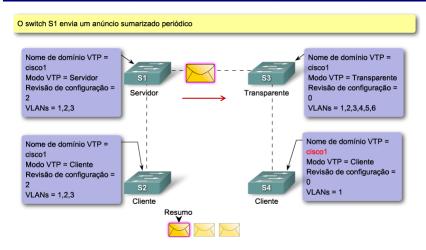


### Modo transparente VTP (passo 1)



Redes de Computadores

# Modo transparente VTP (passo 2)

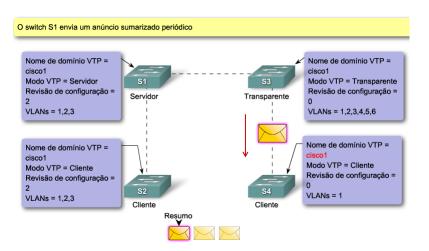


#### Redes de Computadores

78

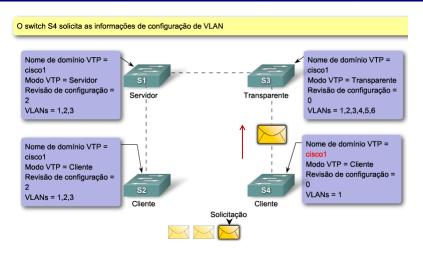
### Exemplo funcionamento

### Modo transparente VTP (passo 3)



Redes de Computadores

### Modo transparente VTP (passo 4)

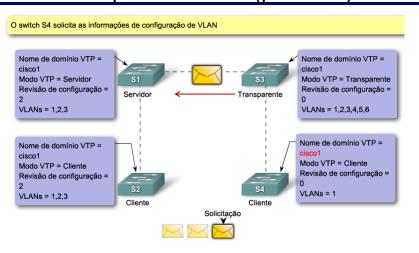


#### Redes de Computadores

80

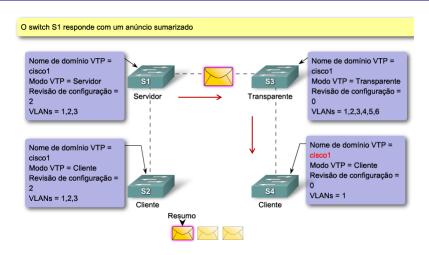
### Exemplo funcionamento

### Modo transparente VTP (passo 5)



#### Redes de Computadores

# Modo transparente VTP (passo 6)

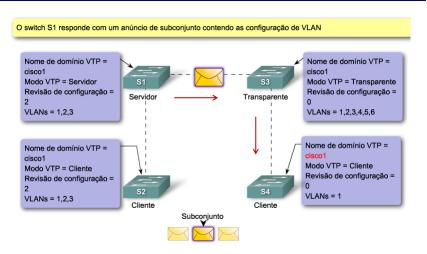


#### Redes de Computadores

82

### Exemplo funcionamento

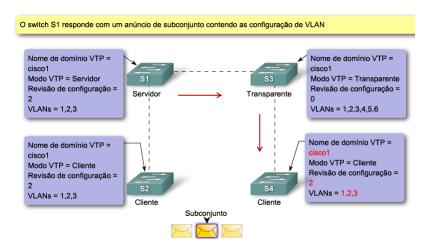
### Modo transparente VTP (passo 7)



Redes de Computadores



### Modo transparente VTP (passo 8)



#### Redes de Computadores

84



#### Prática

### Configuração VTP

#### Diretrizes de configuração do VTP

#### No servidor VTP.

- · Confirme as configurações padrão
- Configure 2 switches como servidores VTP
- Configure o domínio VTP no primeiro switch na rede
- Certifique-se de que todos os switches estejam no mesmo modo de versão do protocolo VTP
- Configure as VLANs e as portas tronco

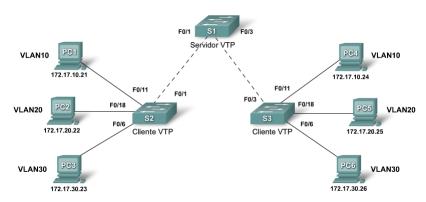
#### No cliente VTP.

- Confirme as configurações padrão
- Configure o modo de cliente VTP
- · Configure os troncos
- · Conecte-se ao servidor VTP
- Verifique o status do VTP
- · Configure as portas de acesso

#### Redes de Computadores



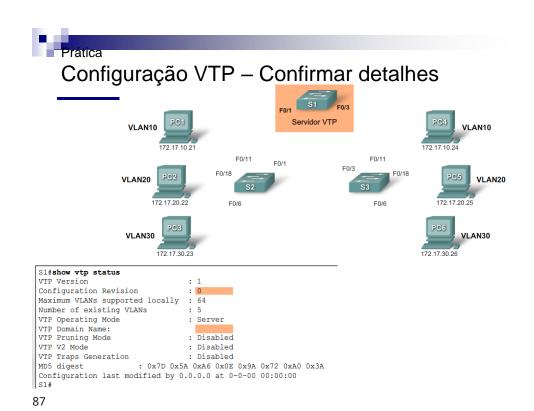
# Configuração VTP



Cenário de exemplo

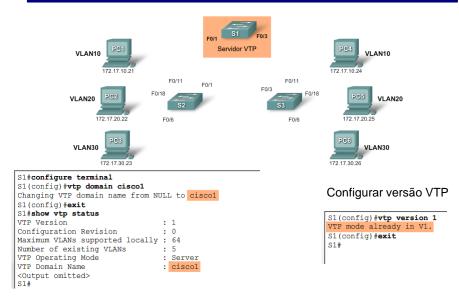
#### Redes de Computadores

86

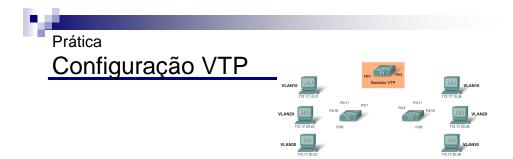


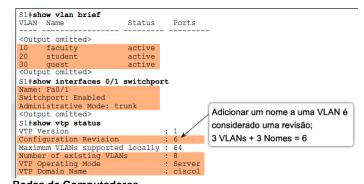


### Configuração VTP - Conf. Nome Domínio

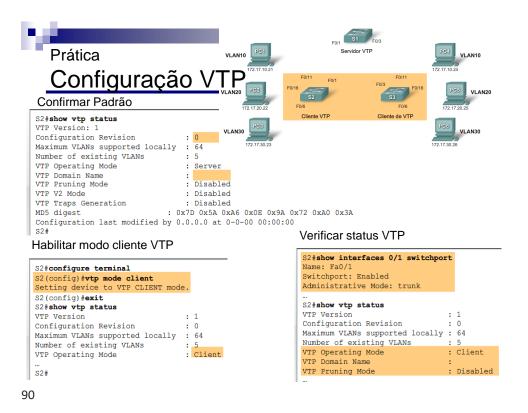


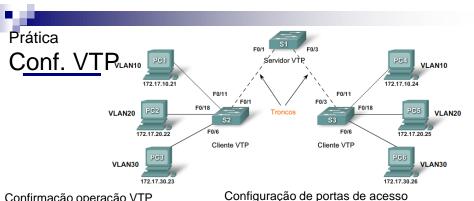
88





Redes de Computadores





#### Confirmação operação VTP Configuração de portas de acesso S2**#show vtp status** VTP Version S2#configure terminal Enter configuration commands, one per line. End with CM : 6 : 64 : 8 : Client Configuration Revision Maximum VLANs supported locally S2(config)#vlan 20 %VTP VLAN configuration not allowed when device is in CI Number of existing VLANs S2(config) #interface fastEthernet 0/18 S2(config-if) #switchport access vlan 20 VTP Operating Mode VTP Domain Name <output omitted> S2(config-if)#exit S2(config)#exit S2#show vtp counters S2# VTP statistics VTP statistics Summary advertisements received Subset advertisements received Request advertisements received Summary advertisements transmitted Subset advertisements transmitted <output omitted> S2#



### Configuração VTP – Problema comuns

### Problemas comuns na configuração do VTP

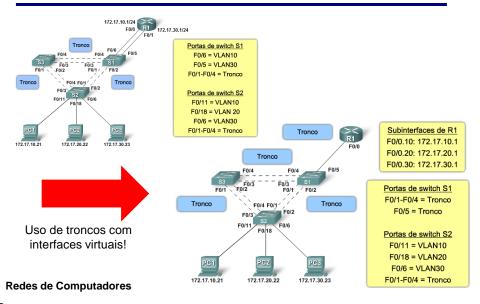
- · Versões incompatíveis do VTP
- Problemas de senha do VTP
- Nome de modo VTP incorreto
- Todos os switches definidos no modo de cliente VTP

#### Redes de Computadores

92



### Encaminhamento entre VLANs





```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface f0/0.10
R1(config-subif) #encapsulation dot1q 10
                                                                                            Configuração
R1(config-subif) #ip address 172.17.10.1 255.255.255.0
R1(config-subif)#interface f0/0.30
                                                                                            de
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 30
R1(config-subif)#ip address 172.17.30.1 255.255.255.0
R1(config-subif)#interface f0/0
                                                                                            interfaces
R1(config-if)#no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.10, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.30, changed state to up
R1#
R1#show ip route Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
                                                                                               Tabela
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area encaminhamento
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
         i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
inter area
           - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
         P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
       172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
          172.17.10.0 is directly connected, FastEthernet0/0.10 172.17.30.0 is directly connected, FastEthernet0/0.30
```

94



### Interfaces vs Subinterface

Interface Física	Subinterface
Uma interface física por VLAN	Uma interface física para muitas VLANs
Sem contenção de largura de banda	Contenção de largura de banda
Conectada à porta de switch de modo de acesso	Conectada à porta de switch de modo de tronco
Mais caro	Mais barato
Configuração de conexão menos complexa	Configuração de conexão mais complexa

Redes de Computadores