

Referências Bibliográficas

- 1 Lin, Y. Bing; Huang Y. R.; Pang A.; Chlamtac I., **An All-IP Approach for UMTS Third-Generation Mobile Networks**. IEEE Communications Magazine - Vol. 16, Nº. 5, 2002.
- 2 Koodli R.; Puuskari M.; **Supporting Packet-Data QoS in Next-Generation Cellular Networks**. IEEE Communications Magazine – Fevereiro de 2001.
- 3 Maniatis S. I.; Nikolouzou E. G.; Venieris I. S.; **QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Networks**. IEEE Communications Magazine – Agosto de 2002.
- 4 Dixit S.; Guo Y.; Antoniou Z.; **Resource Management and Quality of Service in Third-Generation Wireless Networks**. IEEE Communications Magazine – Fevereiro de 2001.
- 5 Tom Taylor, Chair, IETF Megaco Working Group; **Megaco/H.248: A New Standard for Media Gateway Control**. IEEE Communications Magazine – Outubro de 2000.
- 6 ETSI TS 123 107 v4.2.0 (2001-10), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); **Quality of Service (QoS) concept and architecture**. (3GPP TS 23.107 version 4.2.0 Rel. 4).
- 7 Loughney J.; Tuexen M.; Pastor-Balbas J.; **Request for Comments: 3788 (Category: Standards Track): Security Considerations for Signaling Transport (SIGTRAN) Protocols**. Junho de 2004.
- 8 Semeria, C.; **Supporting Differentiated Service Classes: Queue Scheduling Disciplines**. White Paper, tech. report, Juniper Networks. Disponível em: <http://www.juniper.net/techcenter/techpapers/200020.html>. Acesso em: 05 janeiro 2002.
- 9 Grossman D.; **Request for Comments: 3260 - New Terminology and Clarifications for Diffserv**. Abril de 2002.
- 10 Davie B., Charny A.; Bennett J.C.R.; Benson K.; Le Boudec J.Y.; Courtney W.; Davari S.; Firoiu V.; Stiliadis D.; **Request for Comments: 3246 (Category: Standards Track) - An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)**. Março de 2002.

- 11 Heinanen J.; Baker T.F.; Weiss W.; Wroclawski J.; **Request for Comments: 2597 (Category: Standards) - "Assured Forwarding PHB Group**. Junho de 1999.
- 12 Cisco. **Implementing Quality of Service Policies with DSCP Tech Notes**. www.cisco.com.
- 13 Soares, L. F. G.; **Apostila disciplina pós graduação PUC-RJ Redes de Alta velocidade**. Julho de 2004
- 14 Silva, C. E. T.; Rocha, C. H.; Freire, V. S.; **Trabalho Final de Graduação de Sistemas de Comunicações Pessoais - O Padrão GSM**. Orientador: Prof. Luiz A.R.da Silva Mello.
- 15 Leonel, J. S.; **Voz sobre IP - A Revolução na Telefonía**. Ano 3 – número 5.
- 16 Ferrari, T.; Pau, G.; Raffaelli, C.; **Measurement Based Analysis of Delay in Priority Queuing**. Bologna, ITALY.
- 17 Corrêa, C. A. L.; **Avaliação de Desempenho de Fluxos TCP em Redes de Serviços Diferenciados**. Dissertação do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC - Rio, Julho de 2002.
- 18 Grossmann, B.; Hnyk, R.; Schoepf, J.; Schrodi, K.; Theimer, T.; **Quality of Service in Voice over Packet Infrastructure**. Siemens Information Communication Networks. Agosto de 2002.
- 19 Rosenberg J.; Schulzrinne H.; Amarillo G.; Johnston A.; Peterson J.; Sparks R.; Handley M.; Schooler E.; **Request for Comments: 3261 - SIP: Session Initiation Protocol**. Junho de 2002

Apêndice A

Escalonamento de recursos

Os mecanismos de escalonamento de recursos permitem o compartilhamento dinâmico destes recursos entre diversos fluxos de dados presentes numa rede de pacotes. Há vários mecanismos de enfileiramento para controle e prevenção de congestionamento em interfaces de roteadores e switch's nível 3. Estes mecanismos são aplicáveis tanto em redes WAN como em LAN.

Um aspecto fundamental para garantir o nível de qualidade exigido por diferentes fluxos de dados, é minimizar o congestionamento ocorrido na maioria das redes de comunicação. Isso se faz necessário, pois uma rede congestionada reduz o seu throughput, em termos da quantidade de dados livres de erros que alcançam o destino, aumenta o atraso fim a fim na transmissão dos pacotes e, pode ocasionar perdas de pacotes caso não haja espaço suficiente em uma área de armazenamento (chamada "buffer" ou "fila") para manter os pacotes que aguardam para serem transmitidos.

De modo a controlar o tráfego total transportado em uma rede, esta pode ser representada como um sistema de filas. Este sistema de filas é composto por usuários e por um ou mais servidores (ou canais de serviços) que representam o meio de transmissão entre os elementos da rede. Os usuários chegam a um sistema de filas requisitando um serviço, esperam em uma fila até serem atendidos (caso o serviço não esteja disponível imediatamente) e eventualmente partem do sistema após receberem o serviço desejado. É importante lembrar que os usuários podem sair do sistema sem serem atendidos.

A chegada de clientes em um sistema de filas pode ser definido pela Lei de Little, isto é, como o número médio de chegadas de clientes por unidade de tempo (λ) ou pelo intervalo médio de tempo entre as chegadas dos clientes ($1/\lambda$). Para o caso de um sistema com apenas uma fila e um canal de serviço, a taxa de utilização do canal de serviço (ρ), pode ser calculada por:

$$\rho = \lambda \cdot \mu \tag{A.1}$$

onde μ representa o tempo médio de serviço para cada cliente.

Segundo Little, em um sistema estável de filas (onde os servidores são sempre capazes de atender ao fluxo de chegada de clientes), pode-se calcular o número médio de clientes em uma fila (n) e o número médio de clientes no sistema (s), respectivamente, por:

$$n = \lambda \cdot T_f \quad (\text{A.2})$$

$$s = \lambda \cdot T_s \quad (\text{A.3})$$

onde:

- T_f representa o tempo médio gasto por um cliente esperando um serviço em uma fila;
- T_s representa o tempo médio gasto por um cliente no sistema.

De forma geral, um sistema de filas pode ser descrito pela notação de Kendall, A/B/X/Y/Z, onde:

- A especifica a distribuição do tempo de interchegada de clientes no sistema;
- B especifica a distribuição do tempo de serviço para cada cliente;
- X especifica o número de servidores que podem atender os clientes simultaneamente;
- Y especifica a capacidade máxima do sistema caracterizada pelo número de canais de serviço e pela capacidade de vagas na fila;
- Z especifica a disciplina de escalonamento de fila utilizada para descrever a ordem na qual os clientes na (s) fila (s) são atendidos pelo (s) servidor (es).

Um exemplo de um sistema de filas clássico para modelar situações reais é o M/M/1. “M” se refere a um processo de Markov (ou Poisson), isto é, o tempo de interchegada de clientes no sistema e o tempo de serviço são descritos por uma distribuição exponencial negativa. “1” indica que o sistema possui apenas um servidor. A omissão de Y/Z indica que a capacidade do sistema é infinita e a

disciplina de escalonamento serve os clientes na ordem em que eles chegam na fila (FIFO - First In First Out).

Diferentes disciplinas de escalonamento podem ser empregadas para gerenciar uma ou mais filas criadas dentro de um sistema de filas. O objetivo de uma disciplina de escalonamento é controlar o acesso a uma porção fixa da largura de banda ao selecionar a ordem na qual os pacotes devem ser transmitidos e se algum pacote deve ser descartado.

Uma disciplina de escalonamento ideal deve ser de fácil implementação, preservar a justiça no compartilhamento de recursos e permitir que um fluxo mal comportado não degrade o desempenho de outros fluxos. A seguir são descritas algumas disciplinas de escalonamento de filas [8].

A.1 - Escalonamento FIFO (First In First Out)

Em geral, o controle de tráfego nas conexões seriais dos roteadores é implementado através de filas FIFO (o primeiro a entrar é o primeiro a sair). Uma fila FIFO é um mecanismo de armazenamento e repasse (store and forward) que não implementa nenhum tipo de classificação, ou seja, é a forma mais simples de escalonamento. A ordem de chegada dos pacotes é que determina a alocação da banda, e o que chega primeiro é logo atendido. É o tratamento default da fila nos roteadores, já que não requer nenhuma configuração. O problema ocorre em tráfego de rajada, que pode causar longos atrasos em aplicações sensíveis ao tempo, ou seja, algumas fontes de tráfego podem gerar pacotes cujos tamanhos podem variar de poucos bits a milhares de bytes. Essa alta variabilidade no tamanho dos pacotes reduz a eficácia de uma fila FIFO, pois pacotes pequenos podem ter que esperar por um longo tempo até que pacotes mais longos sejam transmitidos. Isso pode resultar em um aumento significativo no atraso e/ou perda de alguns pacotes. Por isso, filas FIFO não servem para aplicações que requerem QoS.

A.2 - Escalonamento FQ (Fair Queuing)

Em 1987, John Nagle [8] propôs a disciplina de escalonamento FQ (Fair Queuing). Essa disciplina classifica os pacotes recebidos pela rede em fluxos e

para cada fluxo há uma fila dedicada unicamente a ele. Isolando cada fluxo em sua fila, previne-se que um fluxo mal comportado degrade o desempenho de outros fluxos. O escalonador visita as filas não vazias de modo circular, servindo um pacote de cada fila por vez. O objetivo da FQ é alocar a mesma quantidade de largura de banda para todos os fluxos: ela não foi projetada para dar suporte a fluxos com necessidades diferentes de largura de banda.

A.3 - Escalonamento WFQ (Weighted Fair Queuing)

O algoritmo WFQ - Weighted Fair Queuing é uma implementação na qual é possível ponderar determinados tipos de fluxo. O algoritmo escalona o tráfego prioritário (interativo) para frente da fila, reduzindo o tempo de resposta. Ao mesmo tempo, compartilha o restante da banda com os outros tipos de fluxo de uma forma justa. O WFQ é dinâmico e se adapta automaticamente às mudanças das condições de tráfego, sendo bastante útil em conexões seriais de baixa velocidade até 2 Mbps.

Dada a taxa de bits da porta de saída, o número de filas ativas, a porção da largura de banda alocada para cada fila e o tamanho dos pacotes de cada fila, a disciplina WFQ calcula e atribui um número para cada pacote de entrada que representa a ordem na qual os pacotes devem ser escalonados [8]. O escalonador seleciona e transmite o pacote que possui o menor número dentre todos os pacotes armazenados nas filas existentes no sistema.

A implementação da WFQ exige uma alta carga computacional o que causa impacto na sua escalabilidade quando for oferecido suporte a um número grande de classes de serviço.

A classificação dos fluxos de dados pode ser realizada de diversas formas: por endereço de origem ou de destino, por protocolo, pelo campo precedência IP, pelo par porta/socket. A quantidade de filas é configurável e a ponderação pode ser estabelecida por precedência IP, ou em conjunto com outros protocolos de QoS.

A.4 - Escalonamento PQ (Priority Queuing)

A disciplina de escalonamento PQ (Priority Queuing) permite que sejam atribuídas prioridades aos diferentes tráfegos gerados na rede. Após ser

classificado pelo sistema de acordo com sua classe de serviço, um determinado pacote é armazenado em uma fila correspondente ao seu nível de prioridade. As filas são servidas na ordem de suas prioridades sendo que cada uma receberá serviço somente se todas as outras filas de maior prioridade estiverem vazias. Dentro de cada fila, os pacotes são escalonados seguindo a disciplina FIFO.

Apêndice B

Configurações dos elementos de rede - Laboratório

B.1 – Configurações físicas dos elementos de rede

Emulador de protocolo – 10.10.10.2

Computador Compaq Deskpro EN Pentium III
x86 Family 6 Model 8 Stepping 10
AT/AT Compatible
129.456 KB de RAM
Sistema Microsoft Windows 2000
5.00.2195
Service Pack 4

Emulador de protocolo – 10.10.50.2

Computador Laptop IBM Corporation
IBM ThinkPad – Genuine Intel
x86 Family 6 Model 8 Stepping 1
64,0 MB de RAM
Sistema Microsoft Windows 98
4.10.2222A

Servidor de gerência – 10.10.100.3

Computador Compaq Deskpro EN Pentium III
x86 Family 6 Model 8 Stepping 10
AT/AT Compatible
522.672 KB de RAM
Sistema Microsoft Windows 2000
5.00.2195
Service Pack 4

Versões de Software instaladas: CiscoWorks Common-Services 2.2 SP2 e QoS

Policy Management 3.2

Roteador Cisco 7140

IOS (tm) EGR Software (C7100-JS-M), Version 12.2(27), RELEASE SOFTWARE (fc3)
 cisco 7140-2FE (EGR) processor (revision A) with 57344K/73728K bytes of memory.
 R7000 CPU at 262Mhz, Implementation 39, Rev 1.0, 256KB L2, 2048KB L3 Cache
 2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
 125K bytes of non-volatile configuration memory.
 46976K bytes of ATA PCMCIA card at slot 1 (Sector size 512 bytes).
 8192K bytes of Flash internal SIMM (Sector size 256K).

Roteador Cisco 3660

IOS (tm) 3600 Software (C3660-JS-M), Version 12.2(27), RELEASE SOFTWARE (fc3)
 cisco 3660 (R527x) processor (revision 1.0) with 58368K/7168K bytes of memory.
 3660 Chassis type: ENTERPRISE
 2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
 125K bytes of non-volatile configuration memory.
 16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Switch Cisco 2950

IOS (tm) C2950 Software (C2950-I6Q4L2-M), Version 12.1(19)EA1c, RELEASE
 SOFTWARE (fc2)
 cisco WS-C2950-24 (RC32300) processor (revision P0) with 20808K bytes of memory.
 24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
 32K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.

B.2 - Configurações lógicas do roteador Cisco 7140:

```
ip vrf oper
rd 65000:1
route-target export 65000:1
route-target import 65000:1
```

```
ip vrf adm
rd 65000:2
route-target export 65000:2
route-target import 65000:2
```

```
ip vrf voz
rd 65000:1
route-target export 65000:3
```

```
route-target import 65000:3

class-map match-any QOS_GERENCIA
  match access-group name QOS_GERENCIA
class-map match-any QOS_roteamento
  match ip dscp cs6
  match mpls experimental 6
class-map match-any QOS_SILVER
  match ip dscp af21
  match mpls experimental 2
class-map match-any QOS_INTERNET
  match access-group name QOS_INTERNET
class-map match-any QOS_GOLD
  match ip dscp af31
  match mpls experimental 3
  match ip dscp af32
  match ip dscp af33
class-map match-any QOS_REAL-TIME
  match ip dscp af41
  match ip dscp ef
  match mpls experimental 5
class-map match-any QOS_VIDEO
  match access-group name QOS_VIDEO
class-map match-any QOS_FTP
  match protocol ftp
  match access-group name QOS_FTP
class-map match-any QOS_VOZ
  match access-group name QOS_VOZ
class-map match-any QOS_NGN
  match access-group name QOS_H248
class-map match-any QOS_NGN3
  match access-group name QOS_SIGTRAN
class-map match-any QOS_NGN2
  match access-group name QOS_SIP

policy-map Trafego_Entrada-LAN
description Entrada LAN dos roteadores
class QOS_GERENCIA
  set ip dscp default
  set mpls experimental 0
```

```
class QOS_VOZ
  set ip dscp ef
  set mpls experimental 5
class QOS_VIDEO
  set ip dscp af41
  set mpls experimental 5
class QOS_FTP
  set ip dscp default
  set mpls experimental 0
class QOS_INTERNET
  set ip dscp af21
  set mpls experimental 2
class QOS_NGN2
  set ip dscp af32
class QOS_NGN3
  set ip dscp af33
class QOS_NGN
  set ip dscp af31
  set mpls experimental 3
class class-default
  set ip dscp default
  set mpls experimental 0

policy-map Trafego_Saida-MPLS
  description Politica de saida nas interfaces dos roteadores que trafegam MPLS
  class QOS_REAL-TIME
    priority 1000
  class QOS_GOLD
    bandwidth percent 20
  class QOS_SILVER
    bandwidth percent 20
  class QOS_roteamento
    bandwidth percent 1
  class class-default
    bandwidth percent 49

interface Loopback0
  ip address 192.168.0.1 255.255.255.255
interface FastEthernet0/0
  description LAN - conexao VRF
```

```
no ip address
duplex full
speed 100
interface FastEthernet0/0.10
description Conexao rede VRF OPER
encapsulation dot1Q 10
ip vrf forwarding oper
ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
no ip redirects
service-policy input QPM_Trafego_Entrada-LAN
interface FastEthernet0/0.20
description Conexao rede VRF ADM
encapsulation dot1Q 20
ip vrf forwarding adm
ip address 10.10.20.1 255.255.255.0
no ip redirects
service-policy input QPM_Trafego_Entrada-LAN
interface FastEthernet0/0.30
description Conexao rede VRF VOZ
encapsulation dot1Q 30
ip address 10.10.30.1 255.255.255.0
no ip redirects
service-policy input Trafego_Entrada-LAN
interface FastEthernet0/1
description Interligacao Trunk Roteador1
bandwidth 10000
ip address 10.100.100.1 255.255.255.0
service-policy output Trafego_Saida-MPLS
duplex full
speed 10
tag-switching ip

router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.100.100.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
router bgp 65000
no synchronization
bgp log-neighbor-changes
neighbor 192.168.0.2 remote-as 65000
```

```
neighbor 192.168.0.2 update-source Loopback0
neighbor 192.168.0.2 next-hop-self
no auto-summary
```

```
address-family ipv4 vrf oper
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.10.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
```

```
address-family ipv4 vrf adm
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.20.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
```

```
address-family ipv4 vrf voz
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.30.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
```

```
address-family vpnv4
neighbor 192.168.0.2 activate
neighbor 192.168.0.2 send-community extended
no auto-summary
exit-address-family
```

```
ip classless
```

```
ip access-list extended QOS_FTP
permit udp any any eq 21
ip access-list extended QOS_GERENCIA
permit udp any any eq 23
ip access-list extended QOS_H248
permit udp any any eq 2944
ip access-list extended QOS_INTERNET
permit udp any any eq 80
ip access-list extended QOS_SIGTRAN
permit udp any any eq 9900
```

```
ip access-list extended QOS_SIP
  permit udp any any eq 5060
ip access-list extended QOS_VIDEO
  permit udp any any eq 554
ip access-list extended QOS_VOZ
  permit udp any any eq 2300
```

B.3 - Configurações lógicas do roteador Cisco 3660:

```
ip vrf oper
  rd 65000:1
  route-target export 65000:1
  route-target import 65000:1
ip vrf adm
  rd 65000:2
  route-target export 65000:2
  route-target import 65000:2
ip vrf voz
  rd 65000:1
  route-target export 65000:3
  route-target import 65000:3

class-map match-any QOS_GERENCIA
  match access-group name QOS_GERENCIA
class-map match-any QOS_roteamento
  match ip dscp cs6
  match mpls experimental 6
class-map match-any QOS_SILVER
  match ip dscp af21
  match mpls experimental 2
class-map match-any QOS_INTERNET
  match access-group name QOS_INTERNET
class-map match-any QOS_GOLD
  match ip dscp af31
  match mpls experimental 3
  match ip dscp af32
  match ip dscp af33
class-map match-any QOS_REAL-TIME
  match ip dscp af41
  match ip dscp ef
```

```
    match mpls experimental 5
class-map match-any QOS_VIDEO
    match access-group name QOS_VIDEO
class-map match-any QOS_FTP
    match protocol ftp
    match access-group name QOS_FTP
class-map match-any QOS_VOZ
    match access-group name QOS_VOZ
class-map match-any QOS_NGN
    match access-group name QOS_H248
class-map match-any QOS_NGN3
    match access-group name QOS_SIGTRAN
class-map match-any QOS_NGN2
    match access-group name QOS_SIP
```

```
policy-map Trafego_Entrada-LAN
description Entrada LAN dos roteadores
class QOS_GERENCIA
    set ip dscp default
    set mpls experimental 0
class QOS_VOZ
    set ip dscp ef
    set mpls experimental 5
class QOS_VIDEO
    set ip dscp af41
    set mpls experimental 5
class QOS_FTP
    set ip dscp default
    set mpls experimental 0
class QOS_INTERNET
    set ip dscp af21
    set mpls experimental 2
class QOS_NGN2
    set ip dscp af32
class QOS_NGN3
    set ip dscp af33
class QOS_NGN
    set ip dscp af31
    set mpls experimental 3
class class-default
```

```
set ip dscp default
set mpls experimental 0
```

```
policy-map Trafego_Saida-MPLS
```

```
description Politica de saida nas interfaces dos roteadores que trafegam MPLS
```

```
class QOS_REAL-TIME
```

```
priority 1000
```

```
class QOS_GOLD
```

```
bandwidth percent 20
```

```
class QOS_SILVER
```

```
bandwidth percent 20
```

```
class QOS_roteamento
```

```
bandwidth percent 1
```

```
class class-default
```

```
bandwidth percent 49
```

```
interface Loopback0
```

```
ip address 192.168.0.2 255.255.255.255
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
description LAN - conexao VRF
```

```
no ip address
```

```
speed 100
```

```
full-duplex
```

```
interface FastEthernet0/0.50
```

```
description Conexao rede VRF OPER
```

```
encapsulation dot1Q 50
```

```
ip vrf forwarding oper
```

```
ip address 10.10.50.1 255.255.255.0
```

```
no ip redirects
```

```
service-policy input Trafego_Entrada-LAN
```

```
interface FastEthernet0/0.60
```

```
description Conexao rede VRF ADM
```

```
encapsulation dot1Q 60
```

```
ip vrf forwarding adm
```

```
ip address 10.10.60.1 255.255.255.0
```

```
no ip redirects
```

```
service-policy input Trafego_Entrada-LAN
```

```
interface FastEthernet0/0.70
```

```
description Conexao rede VRF VOZ
```

```
encapsulation dot1Q 70
```

```
ip address 10.10.70.1 255.255.255.0
no ip redirects
service-policy input Trafego_Entrada-LAN
interface FastEthernet0/1
description Interligacao Trunk Roteador1
bandwidth 10000
ip address 10.100.100.2 255.255.255.0
service-policy output Trafego_Saida-MPLS
full-duplex
speed 10
tag-switching ip

router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.100.100.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
router bgp 65000
no synchronization
bgp log-neighbor-changes
neighbor 192.168.0.1 remote-as 65000
neighbor 192.168.0.1 update-source Loopback0
neighbor 192.168.0.1 next-hop-self
no auto-summary

address-family ipv4 vrf oper
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.50.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
address-family ipv4 vrf adm
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.60.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
address-family ipv4 vrf voz
no auto-summary
no synchronization
network 10.10.70.0 mask 255.255.255.0
exit-address-family
address-family vpv4
```

```
neighbor 192.168.0.1 activate
neighbor 192.168.0.1 send-community extended
no auto-summary
exit-address-family
```

```
ip access-list extended QOS_FTP
permit udp any any eq 21
ip access-list extended QOS_GERENCIA
permit udp any any eq 23
ip access-list extended QOS_H248
permit udp any any eq 2944
ip access-list extended QOS_INTERNET
permit udp any any eq 80
ip access-list extended QOS_SIGTRAN
permit udp any any eq 9900
ip access-list extended QOS_SIP
permit udp any any eq 5060
ip access-list extended QOS_VIDEO
permit udp any any eq 554
ip access-list extended QOS_VOZ
permit udp any any eq 2300
```

B.4 - Configurações lógicas do switch Cisco 2950:

```
interface FastEthernet0/1
switchport mode trunk
no ip address
duplex full
speed 100
interface FastEthernet0/2
switchport mode trunk
no ip address
interface FastEthernet0/3
description maquina 10.10.50.2
switchport access vlan 50
no ip address
duplex full
speed 100
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 10
no ip address
```

```
interface FastEthernet0/5
  switchport access vlan 20
  no ip address
interface FastEthernet0/6
  switchport access vlan 20
  no ip address
interface FastEthernet0/7
  switchport access vlan 30
  no ip address
interface FastEthernet0/8
  switchport access vlan 30
  no ip address
interface FastEthernet0/9
  switchport mode trunk
  no ip address
  duplex full
  speed 10
interface FastEthernet0/10
  switchport mode trunk
  no ip address
  duplex full
  speed 10
interface FastEthernet0/11
  switchport mode trunk
  no ip address
interface FastEthernet0/12
  switchport mode trunk
  no ip address
interface FastEthernet0/13
  switchport access vlan 10
  no ip address
interface FastEthernet0/14
  no ip address
interface FastEthernet0/15
  no ip address
  duplex full
  speed 100
interface FastEthernet0/16
  no ip address
interface FastEthernet0/17
```

```
switchport mode trunk
no ip address
duplex full
speed 100
interface FastEthernet0/18
no ip address
interface FastEthernet0/19
description maquina 10.10.10.2
switchport access vlan 10
no ip address
interface FastEthernet0/20
switchport access vlan 50
no ip address
interface FastEthernet0/21
switchport access vlan 60
no ip address
interface FastEthernet0/22
switchport access vlan 60
no ip address
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 70
no ip address
interface FastEthernet0/24
switchport access vlan 70
no ip address
interface Vlan1
no ip address
no ip route-cache
shutdown
interface Vlan10
ip address 10.10.10.5 255.255.255.0
no ip route-cache
```