

**Comunicação Multicast e
Provisão de QoS
para Aplicações Multimídia**

**Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br**

Multicast e QoS

ð Comunicação Multicast

ð Garantia de QoS

- *Mecanismos de escalonamento e policiamento*

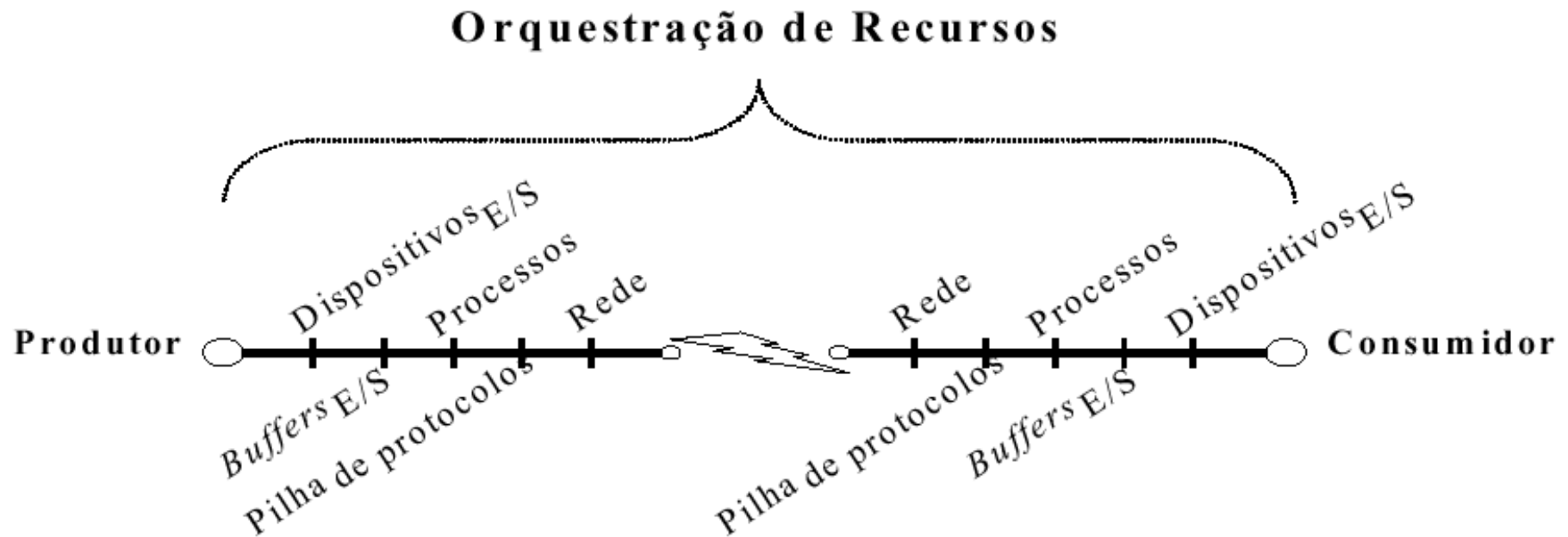
ð QoS em Redes IP

- *Serviços Integrados e Diferenciados*

Qualidade de Serviço

Objetivo:

- Garantia de QoS fim-a-fim*



Qualidade de Serviço

- ð **QoS** pode ser definida como o conjunto das características (qualitativas e quantitativas) de processamento e comunicação suportadas por um serviço, que permite a provisão da funcionalidade desejada por usuários do ambiente.
 - *Essa funcionalidade pode ser entendida como a capacidade de processamento e comunicação para os dados de uma determinada mídia, por exemplo.*
- ð **Qualidade de Serviço (QoS)** é um requisito da(s) aplicação(ões) para a qual exige-se que determinados parâmetros (retardos, vazão, perdas, ...) estejam dentro de limites bem definidos (valor mínimo, valor máximo).

Parametrização de Serviços

- **Informações sobre o comportamento dos fluxos dos usuários e da infraestrutura existente no ambiente podem ser estruturadas através do uso de *parâmetros de caracterização do serviço*.**
 - ***Parâmetros de desempenho do fornecedor***
 - retardo de transmissão instantâneo
 - ***Parâmetros de caracterização de carga***
 - vazão máxima
 - ***Parâmetros de especificação da QoS***
 - retardo de transmissão máximo

Parâmetros de QoS

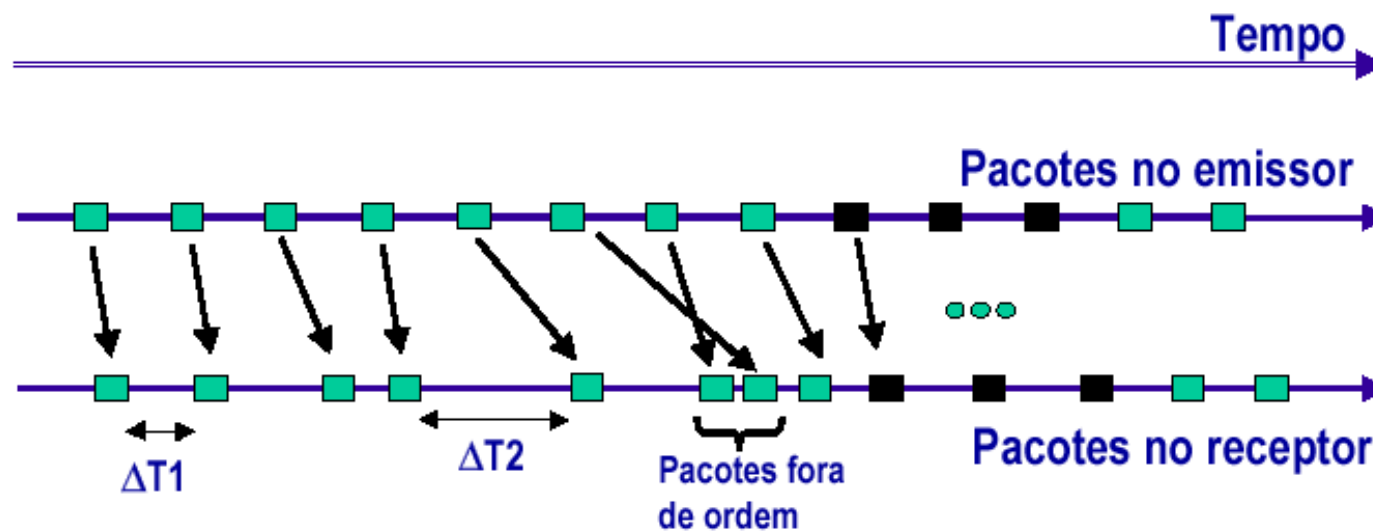
• Parâmetros mais comuns:

- *Vazão (banda)*
- *retardo (latência)*
 - Retardo de propagação
 - Velocidade de transmissão
 - Tempo de processamento nos equipamentos
- *Jitter*
- *Taxa de perdas, taxa de erros*
- *Disponibilidade*

jitter

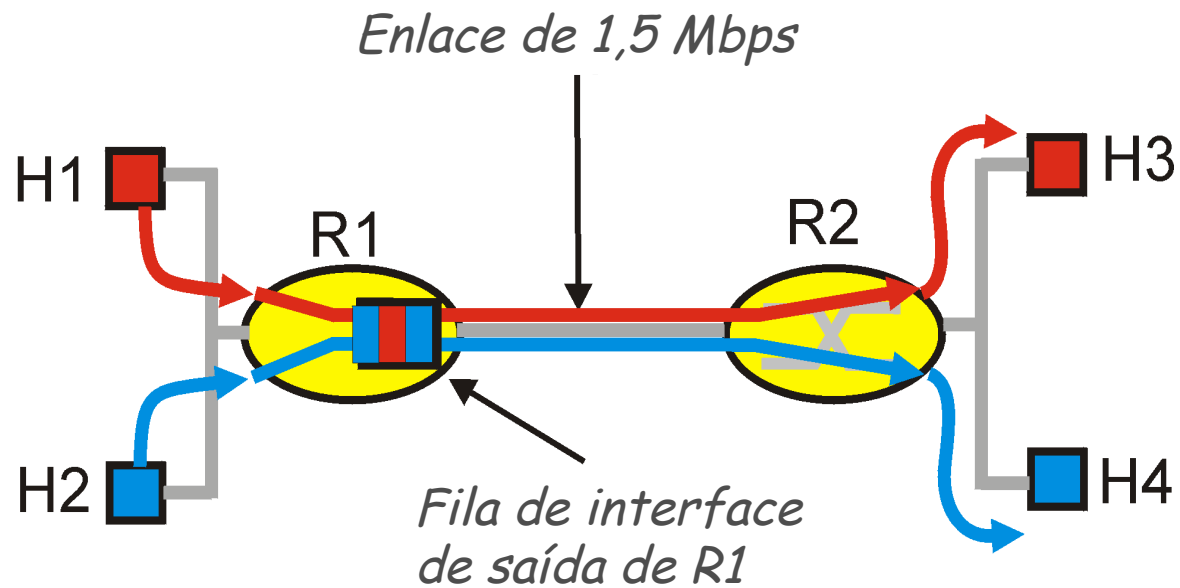
δ **Variação de retardo**

δ **Efeito do jitter**



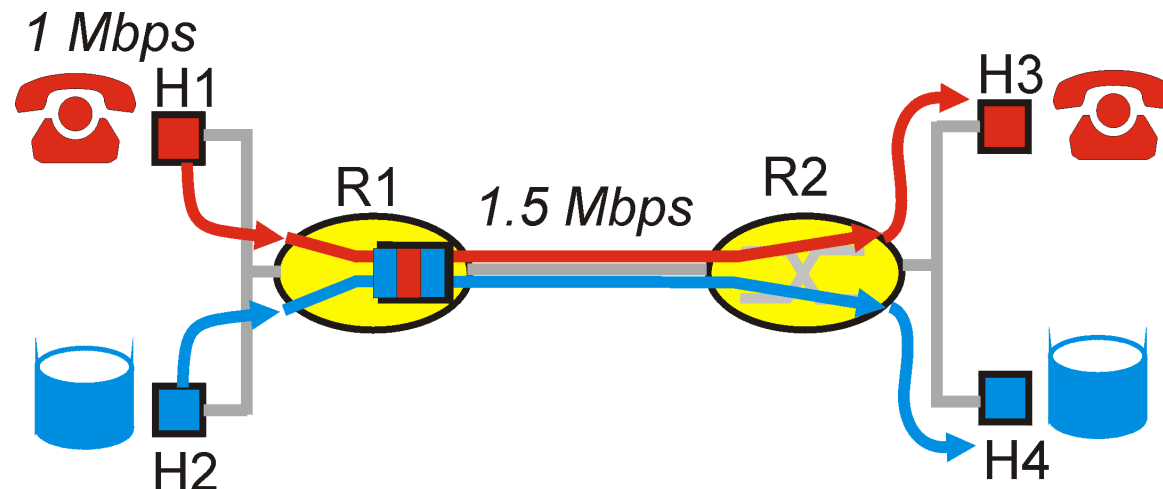
Garantia de QoS

ð Modelo simples usado como exemplo:



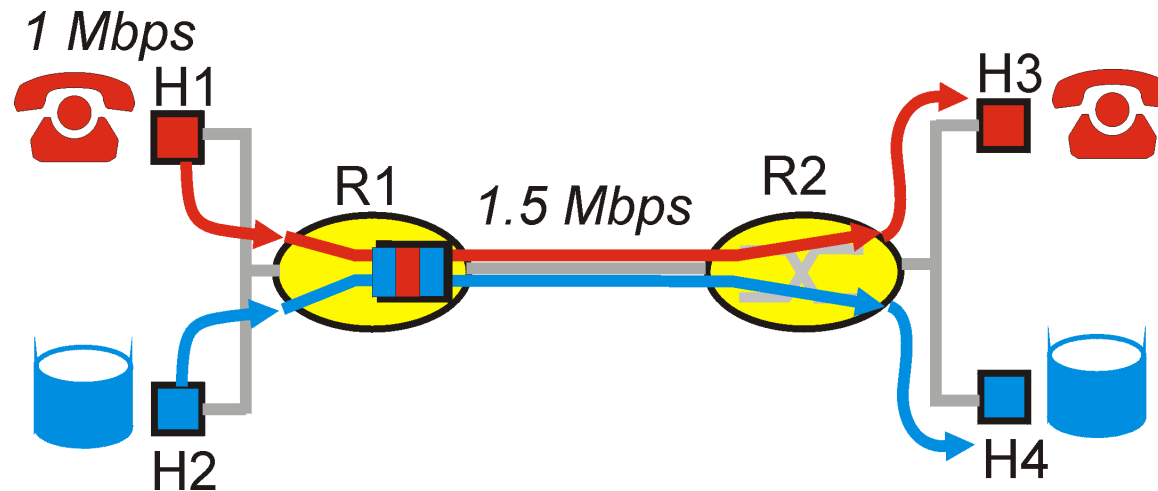
Princípios para Garantias de QoS

- ø Considere uma aplicação de áudio a 1 Mbps e uma aplicação FTP compartilhando um enlace de 1.5 Mbps.
 - *rajadas de tráfego FTP podem congestionar o roteador e fazer com que pacotes de áudio sejam perdidos.*
 - *deseja-se dar prioridade ao áudio sobre o FTP*
- ø PRINCÍPIO 1: Marcação dos pacotes é necessária para o roteador distinguir entre diferentes classes; assim como novas regras de roteamento para tratar os pacotes de forma diferenciada



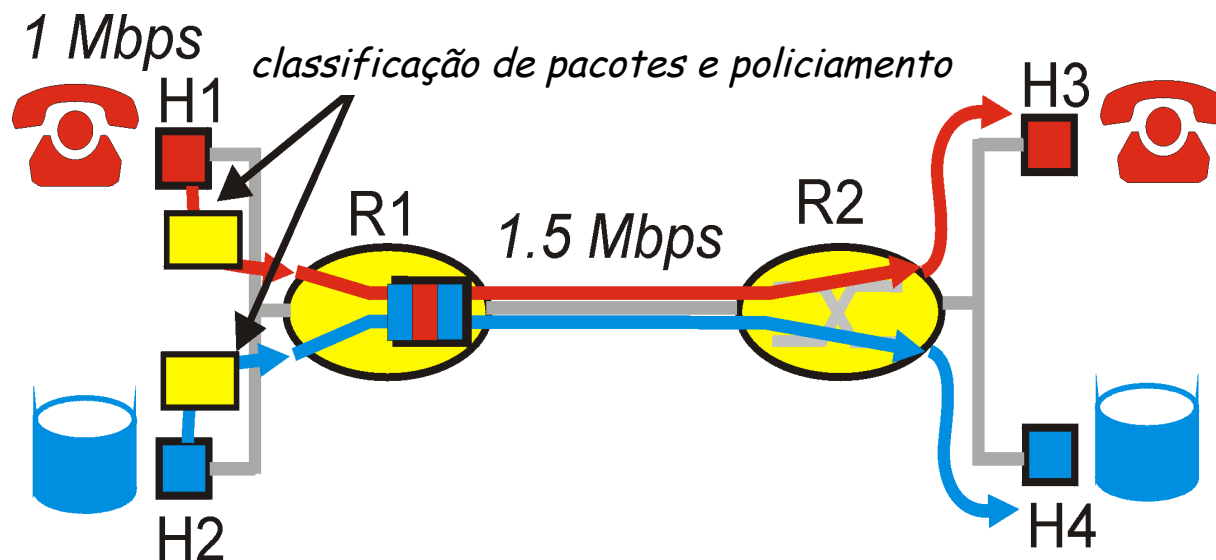
Princípios para Garantias de QoS

- ø Considere uma aplicação de áudio a 1 Mbps e uma aplicação FTP de alta prioridade compartilhando um enlace de 1.5 Mbps.
 - *Pacotes FTP têm prioridade sobre os de áudio*
- ø PRINCÍPIO 1 (modificado): **Classificação** dos pacotes é necessária para o roteador distinguir entre diferentes classes; assim como novas regras de roteamento para tratar os pacotes de forma diferenciada



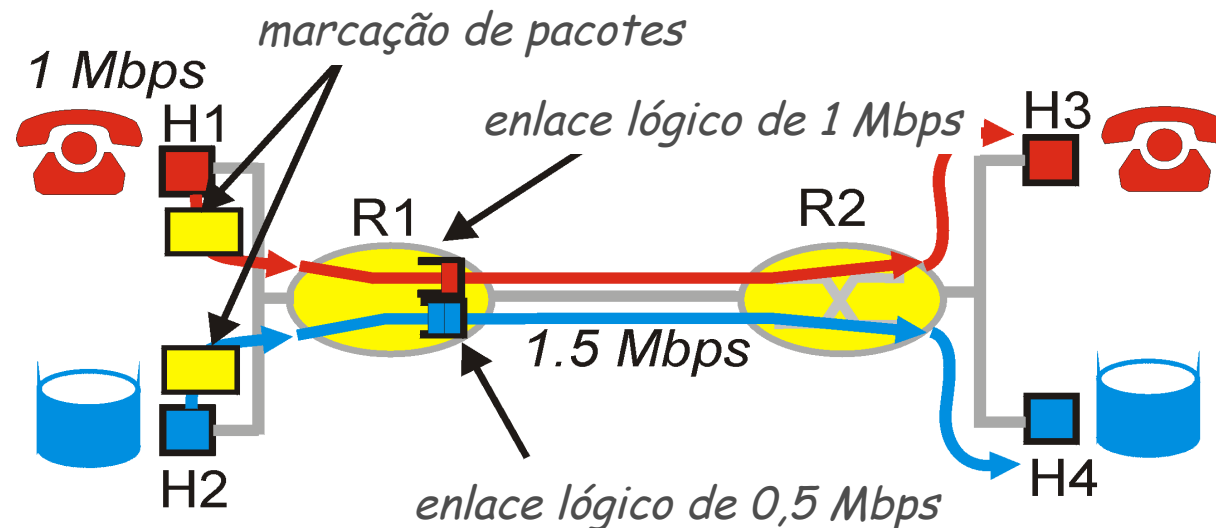
Princípios para Garantia de QoS

- ø Considere uma aplicação de áudio mal comportada e uma aplicação FTP compartilhando um enlace de 1.5 Mbps.
 - *áudio envia pacotes numa taxa superior a 1 Mbps anteriormente assumida;*
 - *Tráfego FTP não será atendido*
- ø PRINCÍPIO 2: fornecer proteção (isolamento) para uma classe em relação às demais
- ø Exige mecanismos de policiamento para assegurar que as fontes atendem aos seus requisitos de banda passante. Classificação e policiamento precisam ser feitos nas bordas da rede (sistema final ou roteador de borda):



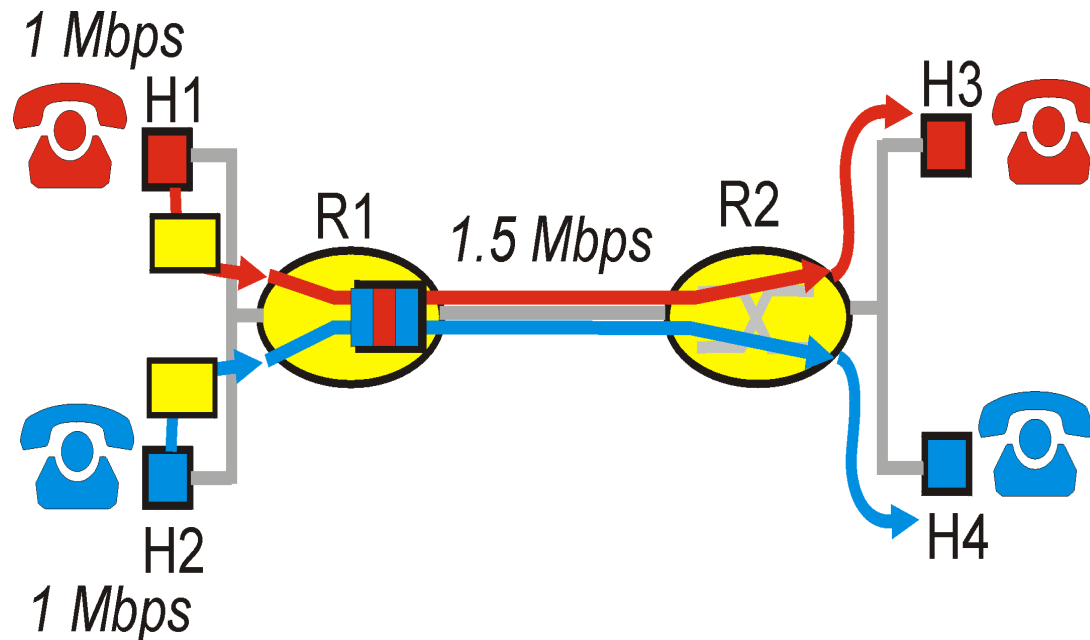
Princípios para Garantia de QoS

- δ Alternativa à marcação e policiamento: alocar uma porção da taxa de transmissão a cada fluxo de aplicação; pode produzir um uso ineficiente da banda se um dos fluxos não usa toda a sua alocação
- δ PRINCÍPIO 3: Embora fornecendo isolamento, é necessário usar os recursos da forma mais eficiente possível



Princípios para Garantia de QoS

- ð Considere duas aplicações de áudio a 1 Mbps
- ð Não deve ser aceito tráfego além da capacidade do enlace
- ð **PRINCÍPIO 4: É necessário um Controle de Admissão; a aplicação declara a necessidade do seu fluxo, a rede pode aceitar ou bloquear a chamada se a necessidade não puder ser satisfeita**



Resumo

QoS para aplicações em redes

classificação de pacotes

Isolamento: escalonamento e policiamento dos fluxos

alta eficiência de utilização

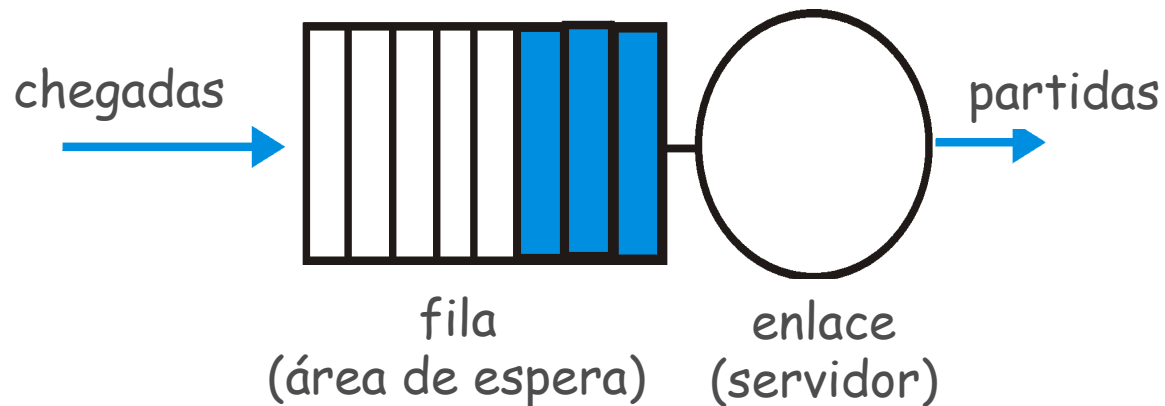
Controle de admissão

Mecanismos de Escalonamento

- **Escalonamento:** a escolha do próximo pacote para transmissão num enlace pode ser feita de acordo com várias regras:
- *FIFO*
 - *Filas com Prioridade*
 - *Round Robin*
 - *Weighted Fair Queuing (fila justa ponderada)*

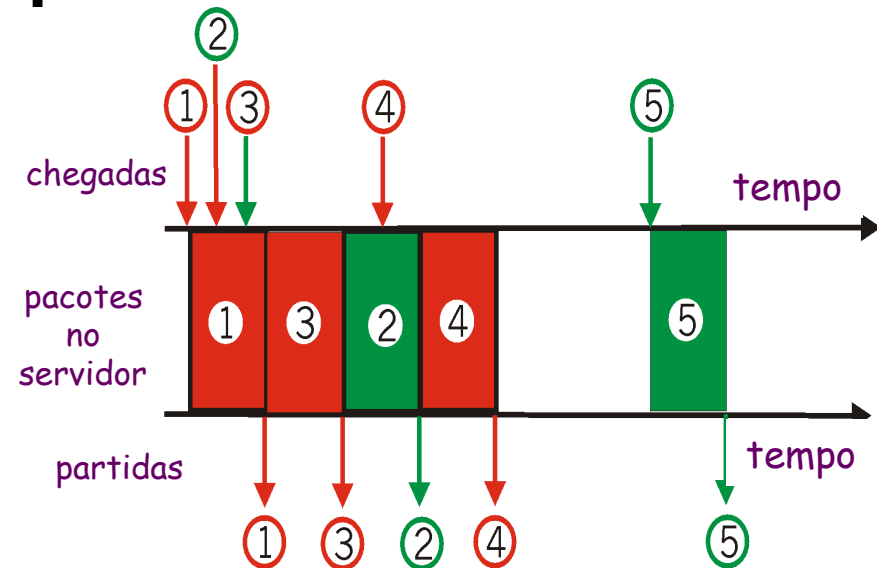
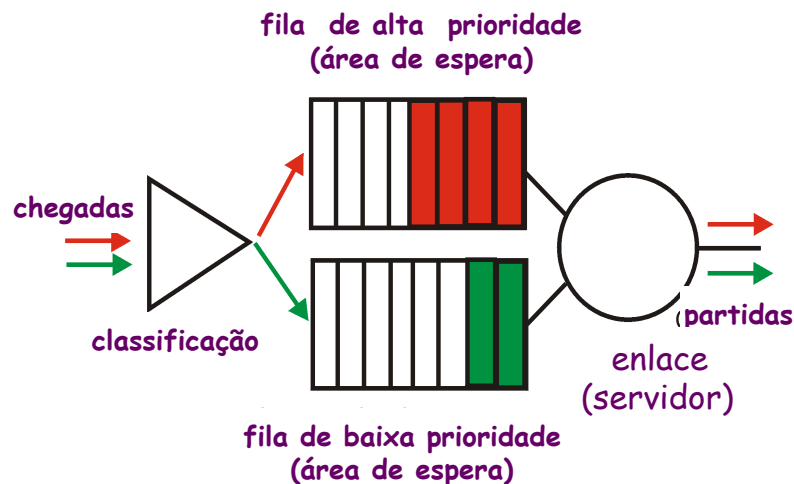
Mecanismos de Escalonamento

- **FIFO (first-in-first-out) ou FCFS (first-come-first-served):** na ordem de chegada na fila
 - *pacotes que chegam são enfileirados no buffer ou, caso o buffer esteja cheio, são descartados, ou uma política de descarte é usada para determinar qual pacote descartar entre aquele que chega e aqueles que já estão na fila*



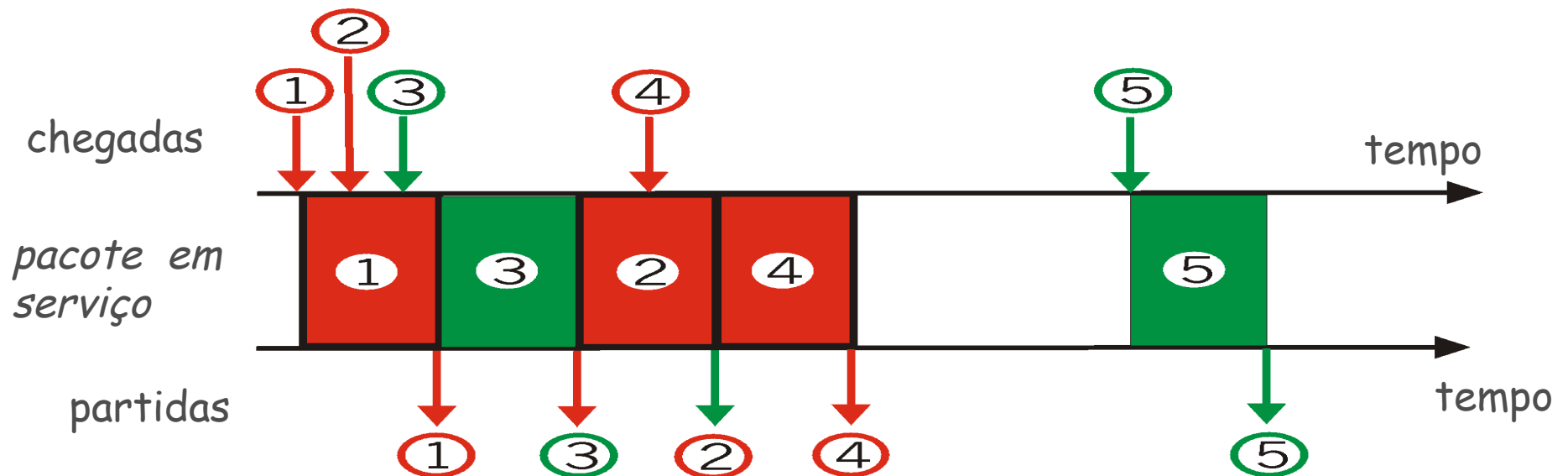
Mecanismos de Escalonamento

- ø **Filas com Prioridade:** classes têm diferentes prioridades; classes podem depender de marcação explícita ou de outras informações no cabeçalho, tais como, o endereço de origem ou de destino, número de portas, etc.
- ø Transmite um pacote da prioridade mais alta que esteja presente na fila
- ø Exemplo de versão não-preemptiva



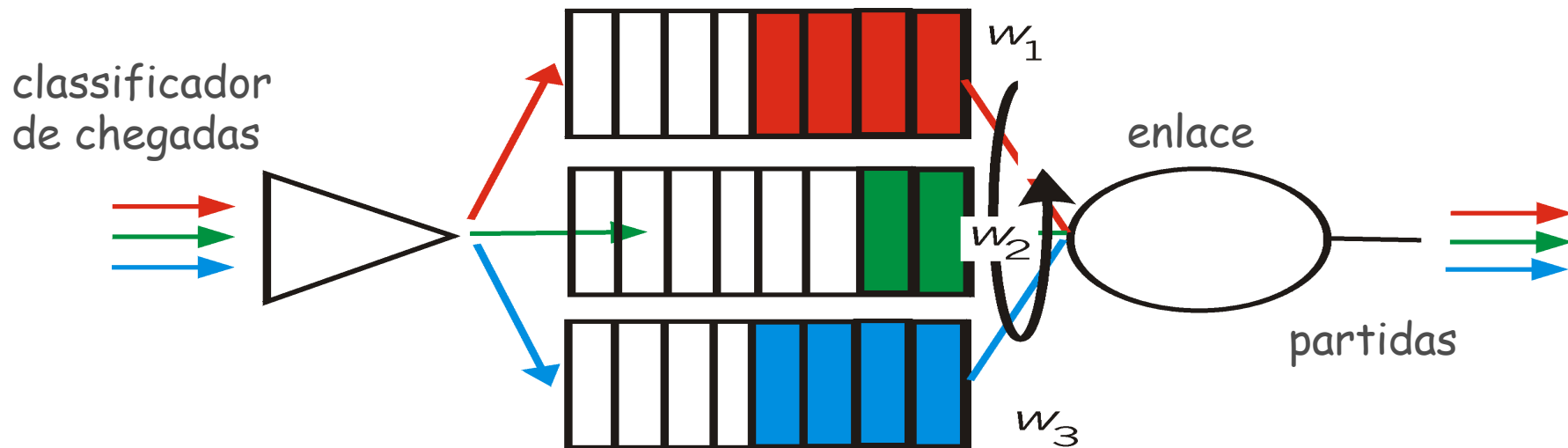
Mecanismos de Escalonamento

- **Round Robin: percorre as classes presentes na fila, servindo um pacote de cada classe que tem pelo menos um representante na fila**



Mecanismos de Escalonamento

- **Weighted Fair Queuing (fila justa ponderada):** é uma forma generalizada de Round Robin na qual se tenta prover a cada classe um volume diferenciado de serviço num dado período de tempo



Mecanismos de Policiamento

ð Três critérios:

- ***Taxa Média***
 - Limite da taxa média por intervalo de tempo
 - o aspecto crucial é o tamanho do intervalo de tempo (100 pacotes por segundo ou 6000 pacotes por minuto??)
 - Período relativamente longo
- ***Taxa de Pico***
 - ex. 6000 pacotes por minuto na média e 1500 pacotes por segundo de pico
- ***Tamanho da Rajada***
 - número máximo de pacotes enviados consecutivamente, isto é, num curto período de tempo

Mecanismos de Policiamento

δ Mecanismos de policiamento

- *Limitam o tráfego para que ele não exceda os parâmetros acordados*
 - Também chamados de modeladores de tráfego (*shapers*)

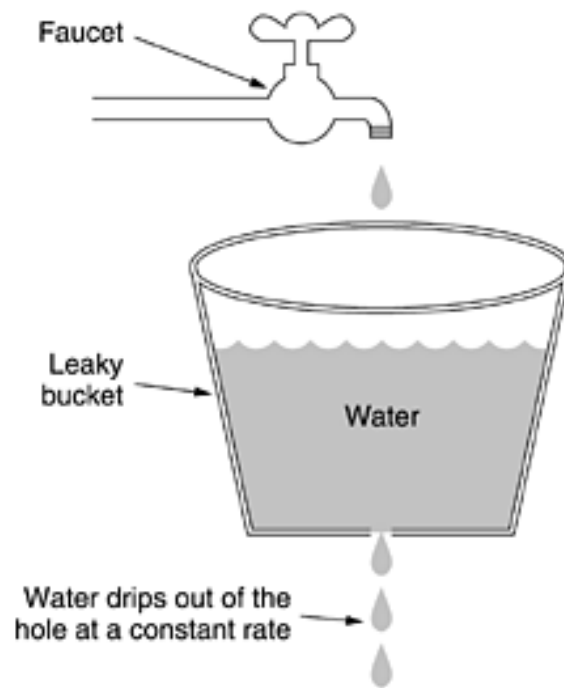
δ Exemplos

- *Balde furado (Leaky bucket)*
 - Pacotes enviados a taxa constante: regula a taxa média
 - Quando o balde está cheio, pacotes podem ser descartados
- *Balde de permissões (Token bucket)*
 - Um pacote é transmitido quando recebe uma permissão
 - Quando o balde está cheio, permissões são descartadas
- *Etc*

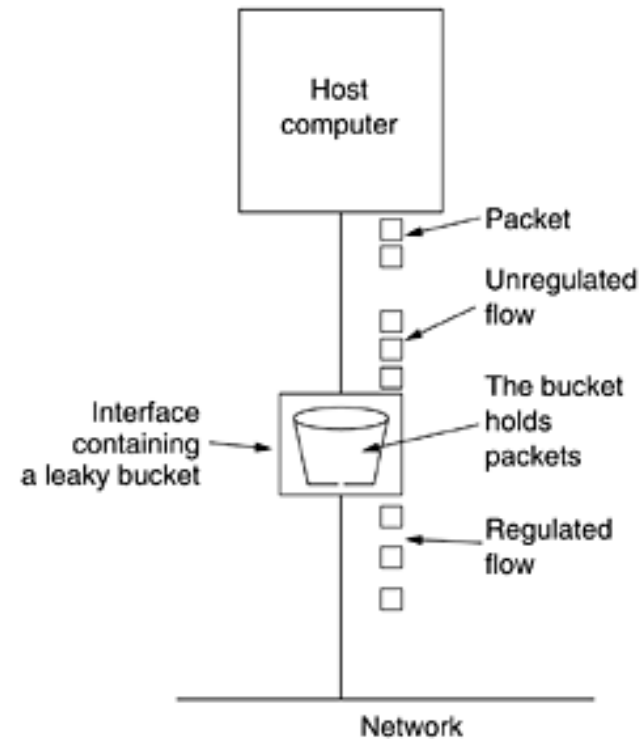
Mecanismos de Policiamento

• *Leaky Bucket* - Balde furado

- *Regula a taxa de envio dos pacotes (“tamanho do furo”)*



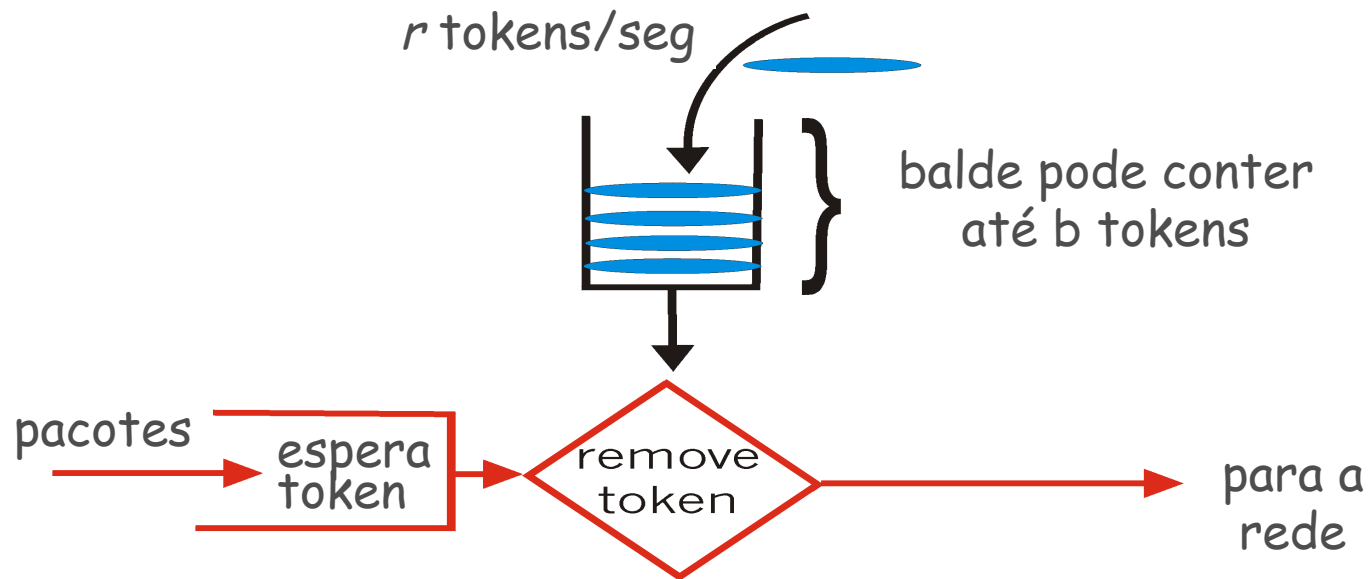
(a)



(b)

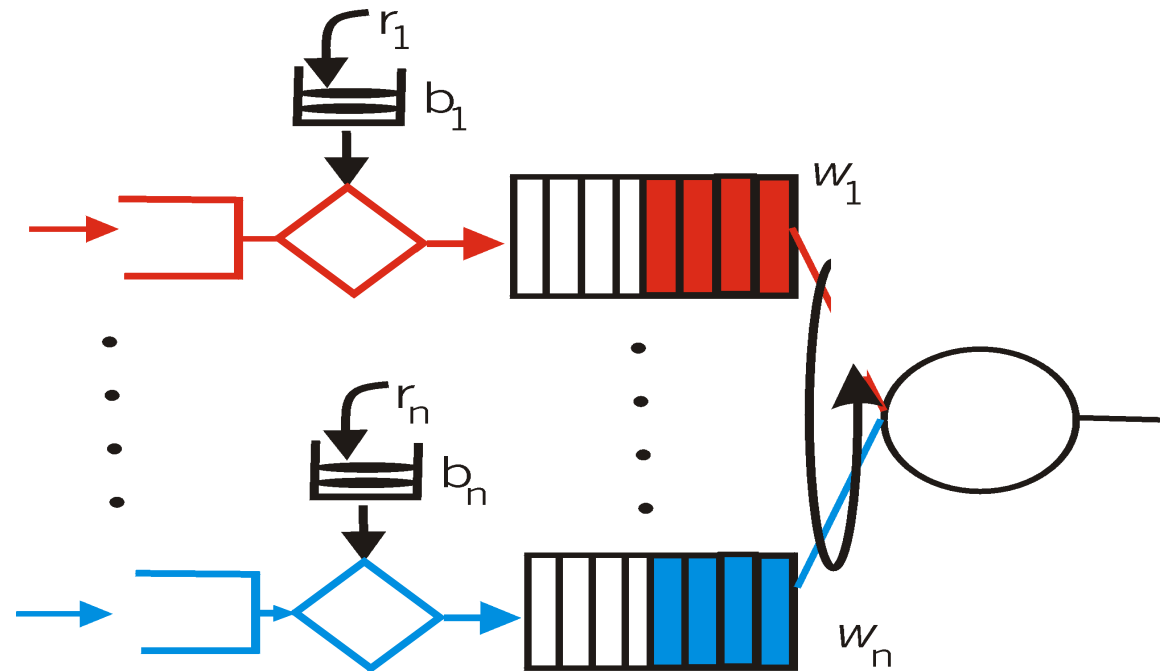
Mecanismos de Policiamento

- Mecanismo *Token Bucket* (balde de permissões), oferece um meio de limitar a entrada dentro de um tamanho de rajada e uma taxa média especificados.



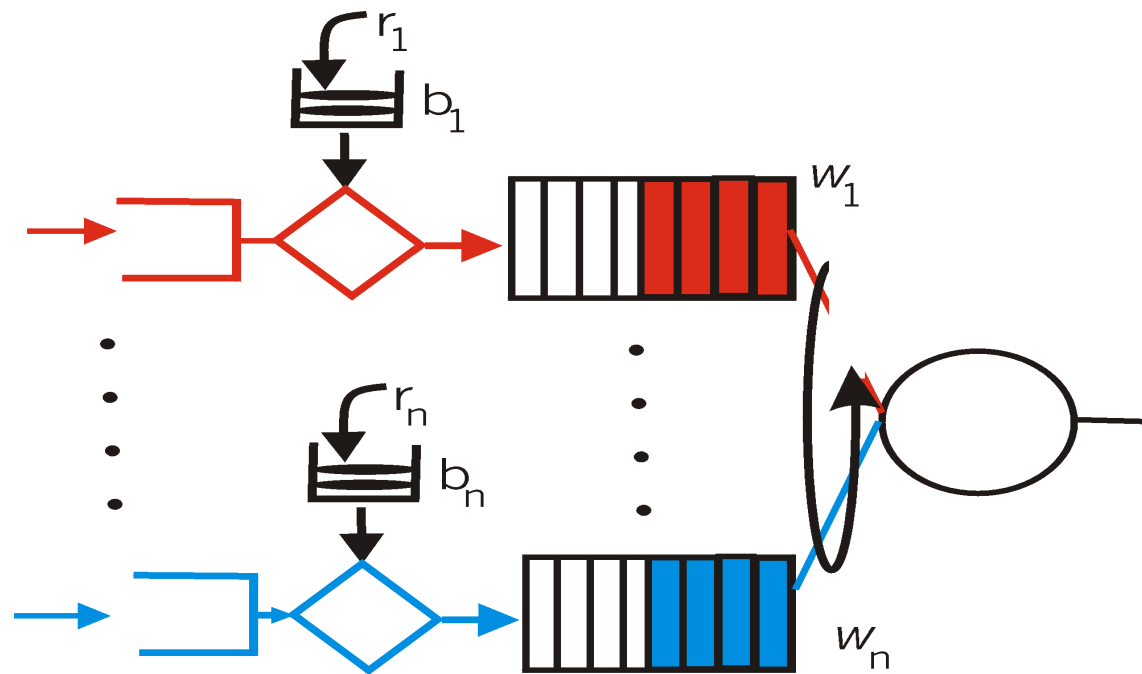
Mecanismos de Policiamento

- Balde pode armazenar b tokens; tokens são gerados numa taxa de r *token/seg* exceto se o balde está cheio.
- Num intervalo de tempo t , o número de pacotes que são admitidos é menor ou igual a $(rt + b)$.
- Token bucket e WFQ podem ser combinados para prover um limite superior ao retardo.



Mecanismos de Policiamento

- δ Token bucket e WFQ podem ser combinados para prover um limite superior ao retardo.
- δ R = taxa de transmissão no enlace
- δ $R \times w_i / (\sum w_j)$ = taxa da fila i
- δ Retardo máximo da fila $i = b_i / (R \times w_i / (\sum w_j))$



Qualidade de Serviço na Internet

ð Situação atual

- *Internet de hoje fornece um serviço do tipo melhor esforço*
 - tráfego é tratado tão rápido quanto possível
 - não há garantias temporais ou limites de erro

ð Clientes exigem mais

- *Internet é hoje uma infraestrutura comercial*
 - fornecimento de **qualidade de serviço** está sendo considerada cada vez mais um requisito essencial
 - qualidade + serviço = capacidade para diferenciar entre tráfego ou tipos de serviço, de forma que o sistema possa tratar uma ou mais classes de tráfego diferentemente de outras

Qualidade de Serviço na Internet

• Trabalhos da IETF relacionados com garantias de QoS

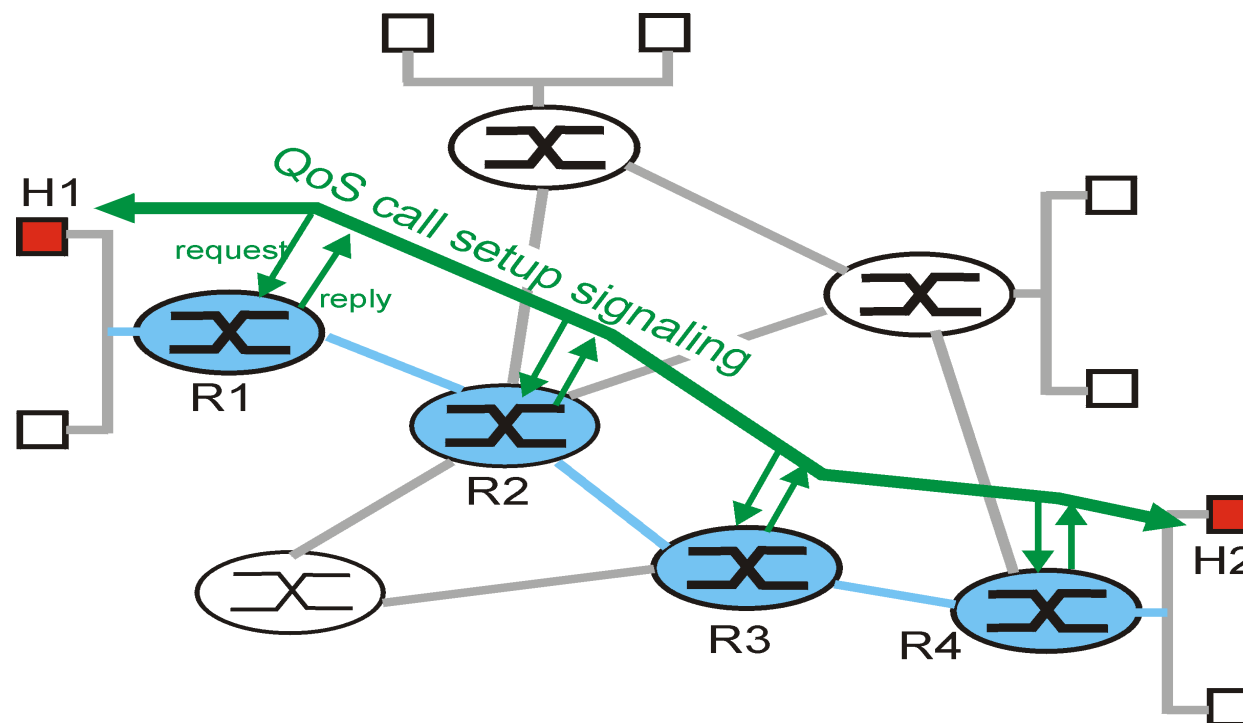
- *IETF tem proposto vários modelos de serviço e mecanismos para satisfazer a necessidade de QoS na Internet*
 - proporcionando um melhor controle sobre o tráfego na Internet
 - *na forma de priorização de certas aplicações (com certas restrições temporais) em detrimento do restante (tráfego essencialmente melhor esforço)*
- *Entre estes trabalhos estão:*
 - IntServ - modelo de Serviços Integrados
 - DiffServ - modelo de Serviços Diferenciados

Serviços Integrados

δ Serviços Integrados (IntServ)

- *IntServ é baseado na reserva de recursos*

- aplicações devem primeiro configurar caminhos e reservar recursos antes dos dados serem transmitidos
- Circuito Virtual!!



Serviços Integrados (IntServ)

• Serviços Integrados (IntServ)

- *alta granularidade na reserva de recursos, realizada por fluxos individuais.*
- *Roteadores devem ser capazes de reservar recursos para fornecerem QoS especial para fluxos de pacotes específicos do usuário*
 - estados específicos dos fluxos devem ser mantidos pelos roteadores

Serviços Integrados (IntServ)

• Identificação de um fluxo

- *versão 4 do IP (IPv4), pela concatenação dos seguintes campos, presentes no cabeçalho dos pacotes:*
 - endereços IP de origem e destino, tipo do protocolo de transporte e portas de origem e destino.
 - Acrescenta-se a esses campos o identificador da sessão de QoS.
- *versão 6 do protocolo IP (IPv6) introduziu o campo flow label, identificando os fluxos de forma mais eficiente, pela simples leitura do endereço do transmissor juntamente com o campo flow label.*

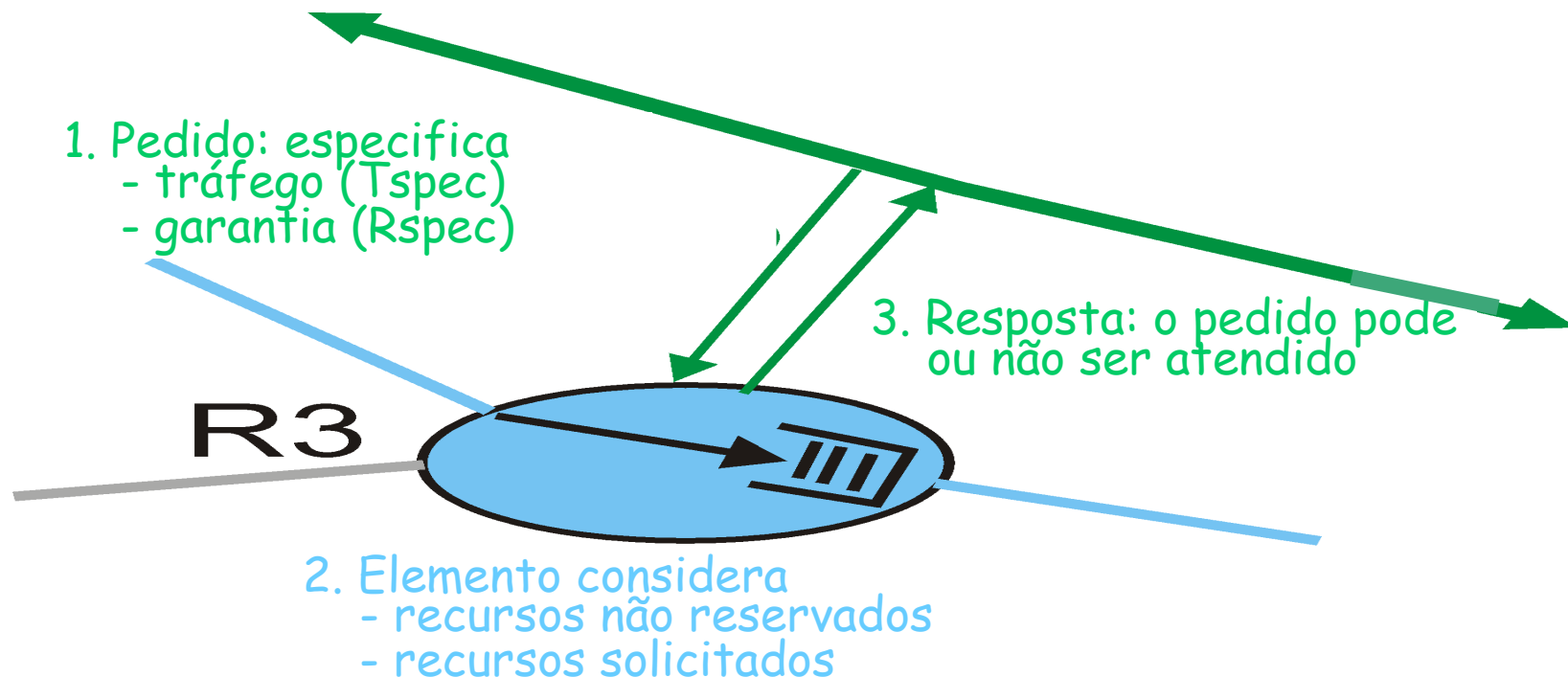
Admissão de Chamadas

- ð **A sessão deve primeiramente caracterizar o tráfego que ela enviará através da rede e solicitar seus requisitos**
 - *T-spec: define as características de tráfego*
 - *R-spec: define a QoS sendo solicitada*

- ð **Um protocolo de sinalização transporta a R-spec e a T-spec aos roteadores onde a reserva deve ser pedida**
 - *RSVP – Resource reSerVation Protocol*

Admissão de Chamadas

- Roteadores realizam o controle de admissão com base nas suas R-spec e T-spec e com base nos recursos correntemente alocados nos roteadores para outras chamadas.



Serviços Integrados (IntServ)

δ Classes de Serviço Propostas

- *Serviço Melhor Esforço*
- *Serviço Garantido*
 - projetada para aplicações de tempo real críticas que são muito sensíveis ao retardo e a sua variação
 - garantia de retardo máximo fim-a-fim, sem perda de pacotes
 - Caracterização do tráfego (Tspec) + especificação da QoS (Rspec)
- *Serviço de Carga Controlada*
 - projetada para as aplicações IP de hoje que se comportam bem quando a rede não está carregada
 - Retardo baixo, próximo ao oferecido por um serviço de melhor-esforço em uma infraestrutura de rede controlada (sem congestionamento).
 - Caracterização do tráfego (Tspec)

Serviços Integrados (IntServ)

ð Problemas da Arquitetura Serviços Integrados

- *Montante de informações de estado aumenta proporcionalmente ao número de fluxos*
 - causa uma sobrecarga de armazenamento e processamento nos roteadores (arquitetura não é escalável)
- *Requisitos nos roteadores são altos*
 - todos os roteadores devem implementar RSVP, controle de admissão, classificação e escalonamento de pacotes

Serviços Diferenciados (DiffServ)

ð Origem

- *Surgiu devido as dificuldades de implementar e utilizar Serviços Integrados/RSVP*

ð Princípio

- *Agregação de fluxos em classes de serviço*
- *Pacotes são marcados diferentemente para criar várias classes de pacotes*
 - pacotes de diferentes classes recebem diferentes serviços

Serviços Diferenciados (DiffServ)

• **Classificação dos pacotes pode ser feita de 2 formas:**

- *baseada em vários campos do cabeçalho dos pacotes*
 - endereços de origem e destino, tipo e porta do protocolo de transporte, etc
 - chamada classificação MF (Multi Field)
- *baseada simplesmente, no campo DS, sendo, neste caso, denominada de classificação BA (Behavior Aggregate).*
 - campo TOS (Type Of Service) do cabeçalho do pacote IPv4 ou campo Class do cabeçalho do pacote IPv6
 - *setado pelo roteador de entrada do domínio diffserv ou pelo usuário*

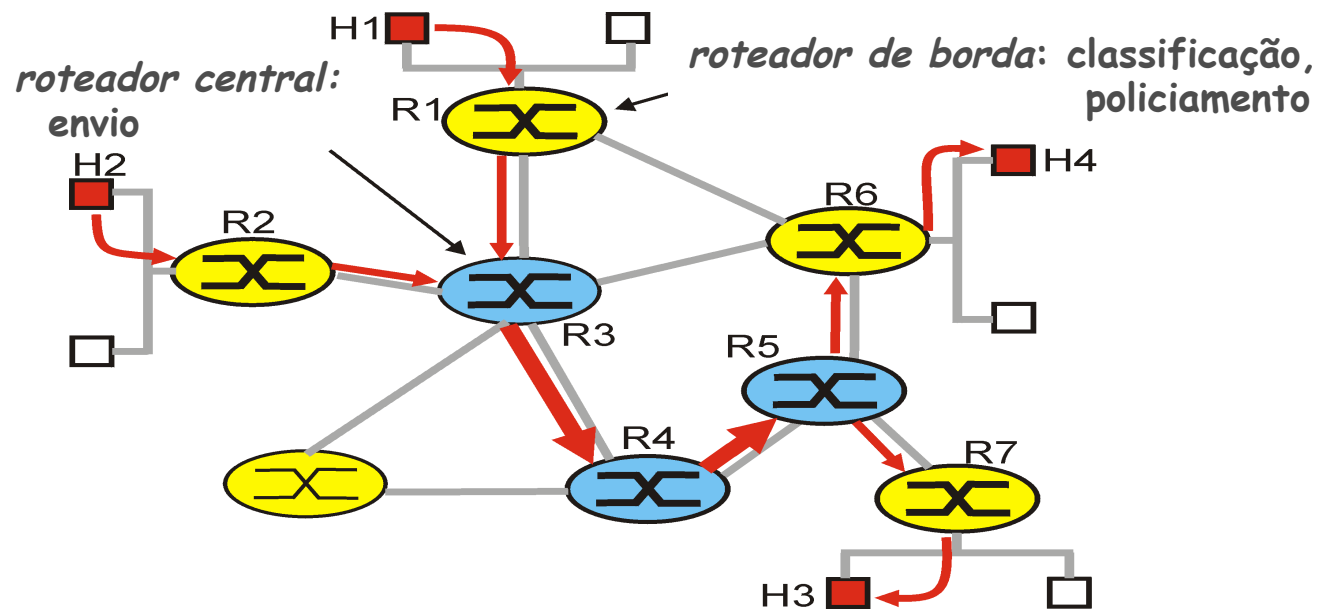
Serviços Diferenciados (DiffServ)

• Roteador de borda

- *Classificação*

• Roteador central

- *encaminhamento*



Serviços Diferenciados (DiffServ)

- O modelo *diffserv* não padroniza serviços, especificando apenas comportamentos de encaminhamento ou PHBs (*Per Hop Behaviors*).
- Um PHB descreve como será realizado o encaminhamento dos pacotes pertencentes a uma mesma classe em cada roteador:
 - *EF (Expedited Forwarding)*
 - recomendável ao fornecimento de serviços com baixo retardo e variação, taxa de erros controlada e largura de banda assegurada.
 - *AF (Assured Forwarding)*
 - permite a implementação de serviços com diferentes níveis de garantia de QoS, como os serviços probabilísticos, por exemplo.
 - Serviços olímpicos
 - *Ouro, Prata e Bronze*

Serviços Diferenciados (DiffServ)

ð Diferenças dos Serviços Integrados:

- *Há apenas um número limitado de tipos de serviço indicados no campo DS*
 - conjunto de informações de estado é proporcional apenas ao número de classes e não proporcional ao número de fluxos
 - Serviços Diferenciados é mais escalável do que Serviços Integrados
- *Operações de classificação, marcação e policiamento são apenas necessárias nas fronteiras das redes*
 - funções simples no interior da rede
- *Não define classes de serviço, ao invés disso fornece componentes funcionais com os quais as classes de serviço podem ser construídas*

Serviços Integrados sobre Diferenciados

• *intserv* nas redes de acesso

- *melhor razão utilização dos recursos / custo obtida com a reserva por fluxo característica desse modelo*
- *maior número atual de aplicações adaptadas a algum mecanismo de solicitação de serviços intserv, normalmente empregando uma das diversas APIs existentes no mercado*

• *diffserv* nos provedores de *backbone*

- *Razões de escalabilidade*

