

---

# *Serviços Integrados na Internet*

FEUP/DEEC/RBL – 2002/03

*José Ruela*

---

## *Modelos de QoS em Redes IP*

---

- » Historicamente as redes IP têm baseado o seu funcionamento num modelo de serviços *best effort*, caracterizado por não oferecer quaisquer garantias quanto à entrega ou ao atraso na entrega de pacotes
- » Com o objectivo de suportar na mesma infra-estrutura IP aplicações de dados elásticas e aplicações com requisitos de tempo real tornou-se necessário criar extensões ao modelo tradicional *best effort*, que incluam o suporte de diferentes níveis de QoS e a capacidade de gerir a atribuição de recursos por classes de tráfego
- » Estão actualmente definidos dois modelos de QoS IP
  - O modelo de **Serviços Integrados** (*Integrated Services - IntServ*), orientado para a provisão de QoS por fluxo (aplicações individuais) e que normalmente é associado ao protocolo RSVP (*Resource ReSerVation Protocol*)
  - O modelo de **Serviços Diferenciados** (*Differentiated Services - DiffServ*), orientado para a provisão de QoS a classes de serviço ou fluxos de tráfego agregados

## *Serviços Integrados na Internet*

---

O IETF desenvolveu inicialmente um modelo de Serviços Integrados - *Integrated Services (IntServ)* - que se encontra descrito em vários documentos, nomeadamente

- » RFC 1633 - *Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview*
- » RFC 2205 - *Resource Reservation Protocol - Version 1 Functional Specification*
- » RFC 2210 - *The Use of RSVP with IETF Integrated Services*
- » RFC 2211 - *Specification of the Controlled-Load Network Element Service*
- » RFC 2212 - *Specification of Guaranteed Quality of Service*
- » RFC 2215 - *General Characterization Parameters for Integrated Services Network Elements*

## *Serviços Integrados - Princípios*

---

- » O modelo *IntServ* é orientado para o suporte de QoS a fluxos individuais de pacotes (*flows*) e baseia-se no pressuposto de que, para atingir este objectivo, é necessário que os *routers* tenham capacidade de reservar recursos
- » O modelo *IntServ* necessita de um protocolo de reserva de recursos e requer que os *routers* mantenham informação de estado por fluxo
- » No modelo *IntServ* são propostas duas classes de serviço, para além do serviço *best effort*:
  - *Guaranteed Service* - para aplicações que requerem que o atraso dos pacotes não exceda um valor pré-definido, que deve ser garantido
  - *Controlled-Load Service* - para aplicações que são tolerantes e se adaptam a perdas ocasionais de pacotes (incluindo as resultantes de atrasos superiores a um valor limite aceitável)

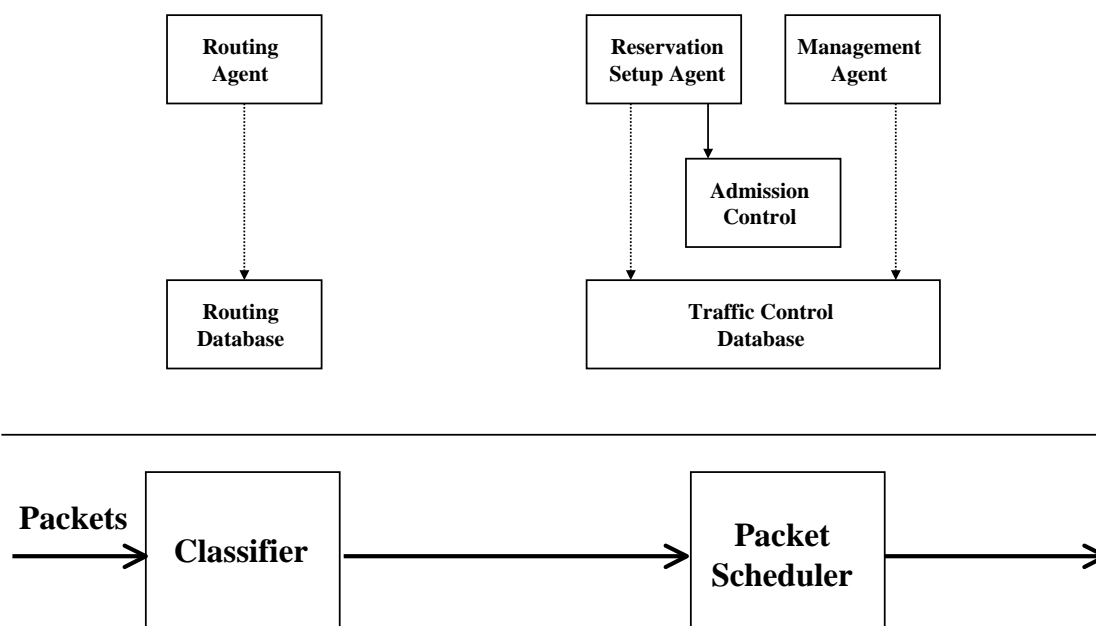
## Serviços Integrados - Funções

---

- » O modelo *IntServ* requer um conjunto de funções necessárias para suportar QoS, controlar o congestionamento e partilhar largura de banda por várias classes de tráfego
- » As funções directamente relacionadas com a transferência (*forwarding*) de pacotes incluem a Classificação e o Escalonamento dos pacotes, de acordo com a classe e o fluxo a que pertencem; associada a estas funções deve existir uma política de Descarte, em caso de congestionamento, e um mecanismo de Policiamento que permita verificar a conformidade dos fluxos
- » As funções de controlo de tráfego incluem ainda o Controlo de Admissão de fluxos, que para além da disponibilidade de recursos e das garantias de QoS a providenciar, deve ter em conta políticas administrativas no que se refere à reserva de recursos (*Policy Control*)
- » São ainda necessárias várias funções de suporte (e protocolos associados), nomeadamente Encaminhamento (com capacidade *multicast*), Reserva de Recursos e Gestão
- » Estas funções estão organizadas em componentes que constituem a base da arquitectura de *routers IntServ*

## Componentes de um Router IS

---



## *Flowspec*

---

- » A informação fornecida à rede para caracterizar o tráfego a submeter e o serviço pretendido designa-se por *flowspec* e consta de duas partes
  - *TSpec* - descreve as características do tráfego
  - *RSpec* - descreve o serviço solicitado (com QoS associada)
- » *TSpec* é caracterizado pelos seguintes parâmetros
  - *p* - *peak rate*
  - *r* - *token bucket rate*
  - *b* - *bucket size*
  - *M* - *maximum datagram size*
  - *m* - *minimum policed unit*
- » *RSpec* é apenas especificado para o serviço Garantido e inclui
  - *R* - *service rate* (deve ser superior ou igual a *r*)
  - *S* - *delay slack*; representa o atraso adicional aceitável, relativamente ao que seria obtido com reserva igual a *R*; *S* = 0 significa que deve ser reservada largura de banda igual a *R*, enquanto *S* > 0 significa que pode ser reservada uma largura de banda inferior a *R* que cumpra o atraso tolerado

## *RSVP - Resource ReSerVation Protocol*

---

- » O RSVP foi proposto em 1993 e adoptado como protocolo de reserva de recursos na arquitectura de Serviços Integrados (RFC 2205)
  - É também usado na arquitectura *DiffServ*, na negociação de contratos entre clientes e fornecedores de serviços (SLA - *Service Level Agreement*)
  - É usado, com extensões, na arquitectura MPLS para distribuição de etiquetas (*labels*) associadas a LSPs e para estabelecer rotas explícitas sujeitas a restrições
- » O RSVP é um protocolo de sinalização usado por emissores, receptores e *routers* para reservar recursos na rede e para manter a informação de estado associada
- » O RSVP permite a reserva de recursos em cada nó da rede mas não realiza funções de Encaminhamento, Controlo de Admissão ou Escalonamento de Pacotes, implementados por outros componentes da arquitectura
  - Os pedidos de reserva de recursos têm de ser validados face aos recursos disponíveis (Controlo de Admissão) e permissões de carácter administrativo (*Policy Control*)

## RSVP - modelo de reserva de recursos

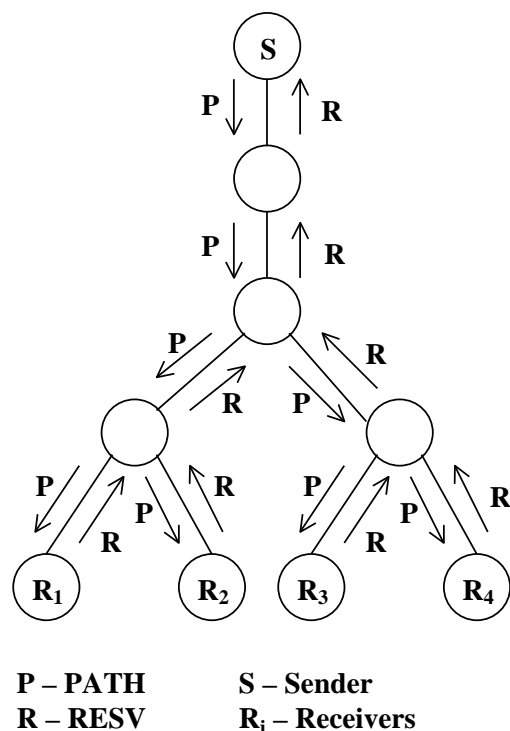
---

- » Os emissores enviam periodicamente mensagens PATH, com endereços *unicast* ou *multicast*, que incluem
  - *TSpec*
  - *Sender Template* (contém o formato dos dados e o endereço e a porta de origem)
- » As mensagens PATH permitem fornecer aos receptores informação sobre as características do tráfego do(s) emissor(es) e do percurso, possibilitando assim reservas compatíveis com a natureza do emissor e os requisitos a satisfazer
- » Os receptores solicitam a reserva de recursos em mensagens RESV, enviadas pelo percurso inverso do das mensagens PATH, que incluem
  - *TSpec*, idêntico ao do emissor, excepto eventualmente o valor de M
  - *RSpec*
- » A reserva de recursos iniciada pelo(s) receptor(es) é mais facilmente escalável do que reservas iniciadas pelo emissor
- » As reservas são mantidas temporariamente, sendo eliminadas se não forem refrescadas regularmente pelos receptores (modelo *soft state*, mais robusto do que o modelo usado em ATM, que é do tipo *hard state*)

## RSVP – Exemplo de reserva de recursos

---

- Os receptores associam-se previamente a uma sessão *multicast* (cujo endereço é divulgado)
- As mensagens PATH propagam-se na árvore *multicast* mantida pelos *routers*
- As reservas solicitadas pelos receptores são independentes (podendo ser diferentes, de acordo com as características e os requisitos de cada um) e propagam-se em sentido inverso na árvore
- Cada *router* deverá consolidar as reservas recebidas nos ramos, considerando o valor mais elevado para o troço seguinte no percurso até ao emissor



## Controlled-Load Service

---

- » Aplicações que se adaptam a perdas ou atrasos ocasionais têm um desempenho aceitável mesmo quando usam um serviço *best effort*, desde que não ocorra congestionamento
- » O objectivo do Serviço de Carga Controlada é emular o serviço *best effort* que se obteria numa rede pouco carregada, isto é, o desempenho deve ser praticamente independente da carga, não se deteriorando de forma perceptível com o aumento da carga
- » Esta caracterização é intencionalmente imprecisa e significa que este serviço não oferece garantias quantitativas firmes, mas apenas que
  - uma percentagem muito elevada de pacotes é entregue com sucesso
  - o atraso sofrido por uma muito elevada percentagem de pacotes não excede de forma significativa o atraso mínimo que se obteria com a rede pouco carregada
- » O emissor especifica um TSpec (não é necessário indicar o *peak rate*), não sendo especificado um RSpec; a rede limita a quantidade máxima de tráfego deste tipo (Controlo de Admissão) e escalona-o numa classe separada
- » A rede verifica a conformidade do tráfego caracterizado pelo TSpec; tráfego não conforme é enviado como *best effort*

## Guaranteed Service

---

- » O Serviço Garantido oferece garantias estritas para aplicações com requisitos de tempo real:
  - Largura de banda garantida
  - Atraso extremo-a-extremo majorado (e controlado passo a passo); não é especificado pelo utilizador, mas pelo serviço no momento em que é invocado
  - Ausência de perdas de pacotes conformes nas filas de espera dos *routers*
- » Os recursos são reservados por fluxo, com base num *flowspec* (TSpec+RSpec); se o pedido for aceite, cada *router* ao longo do percurso reserva uma largura de banda  $R$  e um número de *buffers*  $B$  para o fluxo
- » O limite superior para o atraso extremo-a-extremo é dado por:
$$T_{\max} = [(b - M) (p - R)] / [R (p - R)] + (M + C_{\text{tot}}) / R + D_{\text{tot}} \quad \text{se } p > R \geq r$$
$$T_{\max} = (M + C_{\text{tot}}) / R + D_{\text{tot}} \quad \text{se } R \geq p \geq r$$

Os valores  $C_{\text{tot}}$  e  $D_{\text{tot}}$  representam a soma de termos  $C$  e  $D$  que devem ser considerados em cada *router* ao longo do percurso e que dependem, entre outros, do algoritmo de escalonamento, da largura de banda e do atraso de propagação da ligação física com o próximo *router* e do tamanho máximo dos pacotes do fluxo

## Conclusões

---

- » As principais vantagens apontadas ao modelo *IntServ*, por comparação com o modelo ATM de QoS, são a robustez (*soft state*) e a escalabilidade do protocolo de reserva de recursos (iniciada pelos receptores)
- » No entanto, o modelo apresenta igualmente sérias limitações no que se refere à escalabilidade, uma vez que a reserva de recursos é orientada a fluxos individuais, o que tem várias consequências:
  - A necessidade de manter em cada *router* informação de estado por fluxo e realizar o seu refrescamento periódico
  - A necessidade de Classificar, Policiar e Escalonar pacotes por fluxo
  - A necessidade de invocar o Controlo de Admissão de cada vez que é feito um pedido de reserva de recursos
- » Estas razões têm suscitado dúvidas que põem em causa a viabilidade do modelo em redes de grande dimensão
- » Com o objectivo de ultrapassar algumas destas limitações foi proposto um modelo de Serviços Diferenciados (*DiffServ*), baseado em princípios diferentes dos adoptados no modelo *IntServ*