

# INTERFACE DE CONTROLO DE QUALIDADE DE SERVIÇO PARA APLICAÇÕES DE TRABALHO COOPERATIVO

**Paulo Mendes**

Departamento de Engenharia Informática  
Instituto Superior Técnico  
1096 Lisboa Codex  
Tel. +351-1-8417000  
Fax. +351-1-8499242  
e-mail: pmendes@istp.pt

**Edmundo Monteiro**

Departamento de Engenharia Informática  
Universidade de Coimbra – Polo II  
3030 Coimbra  
Tel: +351-39-7000000  
Fax: +351-39-701266  
e-mail: edmundo@dei.uc.pt

**Nuno Guimarães**

Departamento de Informática  
Universidade de Lisboa  
1700 Lisboa  
Tel: +351-1-750 00 87  
Fax: +351-1-750 00 84  
e-mail: nmg@di.fc.ul.pt

## Sumário

Este trabalho<sup>1</sup> estuda o mapeamento de qualidade de serviço entre aplicações CSCW<sup>2</sup> e o sistema de comunicações.

A necessidade de conceber um interface de controlo de qualidade, que efectue tal mapeamento, é motivada pelo facto dos interfaces actuais de transporte não caracterizarem a qualidade de serviço por forma a que as aplicações possam atingir os seus objectivos de grande desempenho e baixos custos em redes com múltiplos serviços.

## 1. Introdução

A utilização de aplicações de CSCW, as quais contribuem para a cooperação e coordenação de várias actividades, associada à necessidade de reduzir os custos das comunicações, reforçam a urgência da integração de todas estas aplicações sobre a mesma infra-estrutura de comunicações.

De entre os desafios que tal abordagem coloca, sobressai o facto dos vários tipos de informação utilizados terem requisitos diferentes, necessitando de diferentes serviços de comunicações, cuja integração é assegurada pelos protocolos RTP<sup>3</sup> (transporte de informação em tempo-real) [Schulzrinne96] e RSVP<sup>4</sup> (reserva de recursos inerentes aos vários serviços) [Braden97], e pelos serviços de controlo de admissão, classificação e escalonamento propostos pela IETF<sup>5</sup> [Braden94].

Em virtude das especificações de qualidade das aplicações e dos sistemas de comunicações serem diferentes é necessário um interface que efectue a gestão do mapeamento dessas especificações. A estruturação de tal interface é apresentada neste trabalho.

## 2. Sessões de Informação

Por forma a compreender-se o funcionamento do interface, convém estruturar a relação entre o termo “sessão”, ao nível da aplicação e ao nível do sistema de comunicações (RTP e RSVP).

Ao nível de aplicação, uma sessão de cooperação está associada à utilização de um dado *media*. No caso dos

dispositivos de informação utilizarem fluxos hierárquicos, à sessão de cooperação vão corresponder tantas sessões de transferência de informação quantos os sub-fluxos que constituem o fluxo hierárquico. Cada sessão de transferência é identificada por um endereço *multicast* X (identificador da sessão de cooperação) e por um porto de valor par Y.

Ao nível do sistema de comunicações, por cada sessão de transferência têm de ser estabelecidas:

- Uma sessão RTP, a qual é constituída por uma parte de dados e uma de controlo. A sessão RTP é identificada pelo mesmo endereço *multicast*(X) + porto(Y) que lhe é passado pelo interface, sendo este endereço atribuído à transferência de dados. A transferência de informação de controlo é identificada pelo mesmo endereço *multicast* e pela porta com o número ímpar Y+1.
- Duas sessões RSVP, uma referente à reserva dos recursos necessários à transmissão dos dados (*multicast*(X) + porto(Y)) e outra referente à reserva de recursos de controlo (*multicast*(X) + porto(Y+1)). A qualidade do serviço associado a uma sessão de dados é fornecida pela aplicação. No que se refere à sessão de controlo, esta apenas apresenta requisitos de qualidade referentes à largura de banda a disponibilizar para a transferência de dados de controlo. Esta largura de banda é uma percentagem da largura de banda associada à transferência de dados. Por omissão, o protocolo RTP funciona com 5%. Esta percentagem é a mesma para todos os participantes na sessão, pelo que se pode considerar como fazendo parte de um perfil de funcionamento do RTP.

A relação entre as sessões é ilustrada na figura 1.

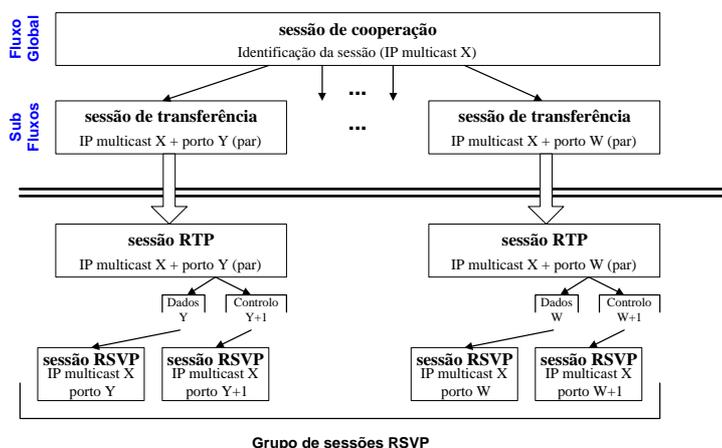


Figura 1: Relação entre os conceitos de sessão

<sup>1</sup> Baseado na dissertação apresentada em [Mendes98]

<sup>2</sup> Computer Supported Cooperative Work [Cosquer94]

<sup>3</sup> Devido ao facto de ser normalmente implementado na própria aplicação não existe ainda nenhum interface padrão.

<sup>4</sup> Já existe um interface definido [Braden96].

<sup>5</sup> A IETF (Internet Engineering Task Force) é uma comunidade internacional constituída por entidades que concebem e vendem tecnologias de comunicação e pesquisadores preocupados com a evolução da arquitectura da Internet.

## 3. Funcionamento do interface

Nesta sessão descreve-se o funcionamento dos módulos do interface e a sua relação com as primitivas do interface e com as rotinas do RTP e do RSVP, tal como se apresenta na figura 2.

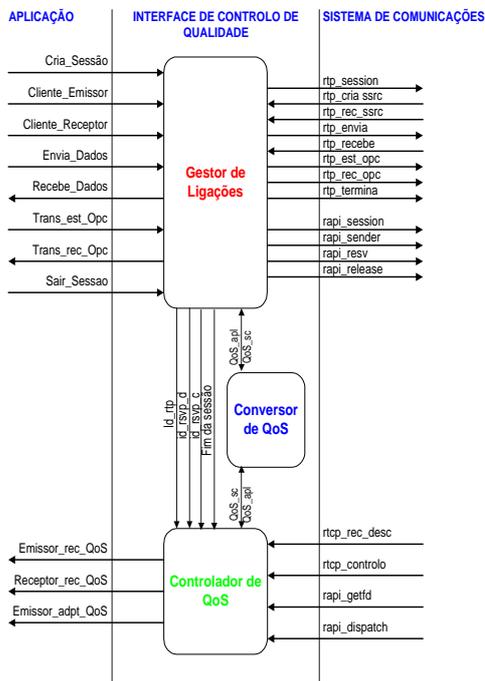


Figura 2: Estrutura do interface de controlo de qualidade

### 3.1. Gestor de ligações

Este módulo é responsável pela recepção e processamento de todos os pedidos que chegam ao interface.

Na figura 3 é representado o funcionamento deste módulo.

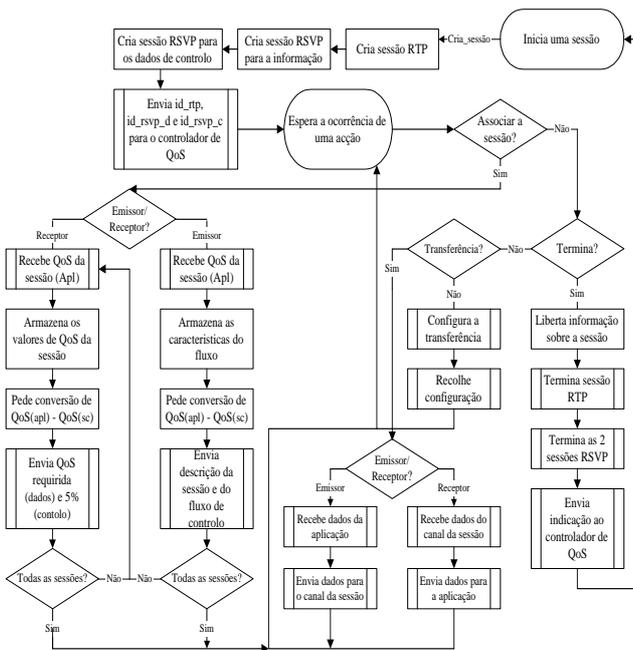


Figura 3: Módulo gestor de ligações

Na figura 3, *id\_rsvp\_d* e *id\_rsvp\_c* são os identificadores dos canais do RSVP associados aos dados e à informação de

controlo e *QoS(apl)* e *QoS(sc)* são os parâmetros de QoS<sup>6</sup> trocados com a aplicação e com o sistema de comunicações.

### 3.2. Controlador de QoS

O módulo controlador de QoS tem como objectivo principal a detecção, no emissor, de alterações do nível de qualidade requerido pelo receptor, para uma sessão de cooperação.

Os diferentes níveis de qualidade, que uma sessão de cooperação pode ter, são geridos por um conjunto de serviços diferenciados. Um destes serviços é o baseado em observações, i.e., o nível de qualidade fornecido ao receptor é previsto com base no comportamento do sistema de comunicações até ao momento. Como podem ocorrer alterações de comportamento não previstas, a existência de módulos controladores de QoS nos sistemas terminais permite a detecção de situações de não obediência do nível de qualidade negociado, possibilitando às aplicações a adaptação à nova situação.

O módulo controlador de QoS efectua a monitorização dos níveis de qualidade, no emissor, tirando partido da informação de controlo fornecida pelo protocolo de controlo do RTP (RTCP) nos pacotes de controlo SR e RR<sup>7</sup>.

Além deste papel de monitorização, o módulo controlador de QoS desempenha outro papel - no emissor e no receptor - no estabelecimento e manutenção de uma sessão, recebendo todos os pacotes inerentes à reserva de recursos.

O controlador de QoS fornece às aplicações a informação sobre a qualidade inerente a uma sessão, por intermédio das primitivas *Emissor\_rec\_QoS* e *Receptor\_rec\_QoS*, e comunica ao emissor qualquer alteração que haja no nível de qualidade negociado, utilizando a primitiva *Emissor\_adapt\_QoS*.

#### 3.2.1 Processo de monitorização

O processo de monitorização<sup>8</sup> utiliza a informação que o módulo controlador de QoS recebe, nos pacotes SR e RR, sobre a perda de pacotes<sup>9</sup>.

Nas ligações unicast a decisão de ajustamento do desempenho da transmissão está directamente relacionada com o grau de congestionamento do sistema de comunicações.

Nas ligações *multicast* a decisão de ajustamento não pode ser tomada nessa base, pois no caso de um receptor estar associado a uma ligação com uma pequena largura de banda, o emissor ver-se-ia forçado a enviar informação com um desempenho baixo, a todos os outros receptores. Um método mais genérico consiste na divisão dos receptores em três grupos, consoante a sua carga: congestionados (*nc*), muita carga (*nmc*) e pouca carga (*npc*).

Na classificação dos receptores são utilizados dois valores para limitar a percentagem de pacotes perdidos, num dado intervalo de tempo, em relação ao valor total de perdas desses mesmo receptores, tal como pode ser visto na figura 4. O

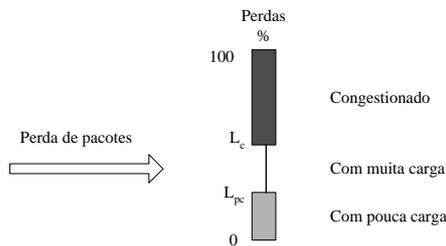
<sup>6</sup> QoS – Quality of Service

<sup>7</sup> Pacotes Sender Report (SR) e Receiver Report (RR)

<sup>8</sup> Baseado no trabalho apresentado por Ingo Busse em [Busse95]

<sup>9</sup> Este método pode evoluir no sentido de utilizar-se, como informação de análise, a variação de atraso dos pacotes.

limite superior  $L_c$  deve ser escolhido de modo a que a transmissão dos dados, apesar de influenciada pela perda de pacotes, continue a ter uma qualidade aceitável. O limite inferior  $L_{pc}$  deve ser estabelecido por forma a que a oscilação da qualidade seja evitável.



**Figura 4:** Classificação dos receptores Ingo Busse [Busse95]

Depois de classificar os receptores, a decisão quanto ao tipo de ajustamento a realizar é baseada na proporção de receptores congestionados, com muita carga e com pouca carga, tal como se apresenta na figura 5, onde  $n$  é o número total de receptores, dos quais se recebeu informação de congestionamento e  $N_d$  e  $N_m$  são parâmetros de configuração do módulo de monitorização de QoS. Como ponto de partida podem utilizar-se os valores de  $N_d=0,1$  e  $N_m=0,1$ . Com estes valores, o algoritmo só incrementa o desempenho se pelo menos 80% dos receptores estiverem com pouca carga de informação.

$$\text{Se } \frac{n_c}{n} > N_d \text{ então diminui o desempenho}$$

$$\text{Senão se } \frac{n_{mc}}{n} > N_m \text{ então mantêm o desempenho}$$

Senão aumenta o desempenho

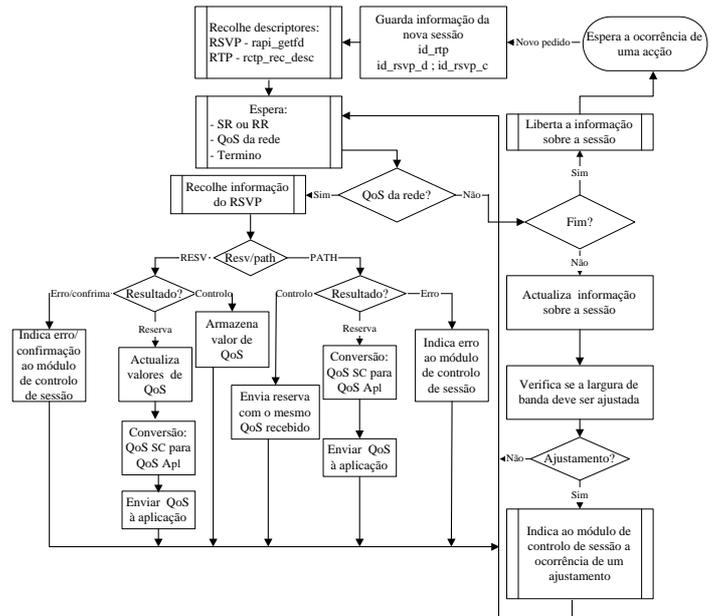
**Figura 5:** Decisão do tipo de ajustamento do desempenho Ingo Busse [Busse95]

### 3.2.2 Funcionamento do controlador de QoS

O módulo controlador de QoS depois de ter recebido a informação, do gestor de ligações, referente a uma nova sessão de transferência, recolhe os descritores dos dois canais do RSVP e do canal do RTP associado a essa sessão e fica à espera da ocorrência de um dos seguintes eventos:

- Chegada de pacotes SR ou RR com informação sobre o número de pacotes perdidos.
- Chegada de novos requisitos de QoS nos pacotes RESV e PATH do RSVP.
- Indicação, pelo módulo gestor de ligações, do termino de uma dada sessão. Neste caso o módulo controlador de QoS liberta toda a informação que possui sobre aquela sessão, o descritor RTP e os descritores dos dois canais RSVP associados à sessão em causa.

Na figura 6 está descrito o funcionamento deste módulo.

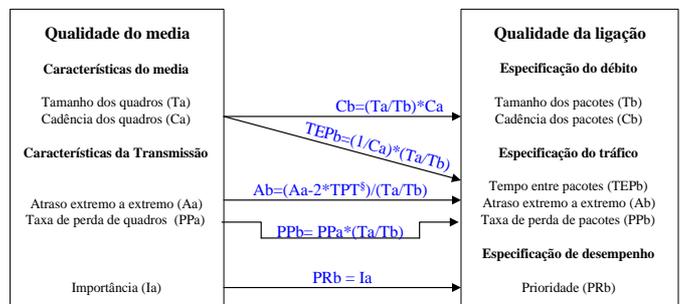


**Figura 6:** Módulo controlador de QoS

### 3.3. Conversor de QoS

Como os parâmetros que descrevem a qualidade de serviço ao nível da aplicação e ao nível do sistema de comunicações são diferentes, o interface tem que se efectuar uma conversão entre eles. Para tal, o interface possui o módulo conversor de QoS, o qual efectua a correspondência entre os parâmetros de qualidade.

Na figura 7 mostra-se a conversão dos parâmetros das aplicações para os parâmetros do sistema de comunicações.



$TPT^s$  é o tempo necessário à aplicação para processar uma amostra.

**Figura 7:** Mapeamento de parâmetros de QoS Klara Nahrstedt [Nahrstedt94]

O parâmetro  $T_b$  (Tamanho dos pacotes) é uma característica do sistema de comunicações, razão pela qual não se especifica nenhuma correspondência entre  $T_b$  e  $T_a$  (Tamanho dos quadros). Como  $T_a$  pode ser superior a  $T_b$ , se houver necessidade de fragmentar um quadro em vários pacotes, o cálculo do atraso extremo a extremo ( $A_b$ ) é influenciado, pois está a aumentar-se o tempo necessário para processar a informação.

O desempenho é calculado multiplicando o valor do tamanho dos pacotes ( $T_b$ ) com o valor da cadência dos mesmos ( $C_b$ ).

A conversão dos parâmetros do sistema de comunicações nos parâmetros das aplicações é realizada utilizando as formulas inversas, ou seja:

Parâmetros das aplicações	Conversão
Cadência dos quadros (Ca)	$Ca = Cb * (Tb / Ta)$
Atraso extremo a extremo (Aa)	$Aa = (Ab * Ta) / Tb + 2TPT$
Taxa de perda de quadros (PPa)	$PPa = PPb * Tb / Ta$
Importância (Ia)	$Ia = PRb$

**Tabela 1:** Mapeamento de parâmetros de QoS.

É da responsabilidade do módulo conversão de QoS associar a cada fluxo de informação o serviço que vai gerir o seu nível de qualidade:

Se a codificação não for hierárquica, os serviços podem ser associados aos fluxos de acordo com o tipo de informação destes.

Se a codificação for hierárquica, um fluxo de informação é dividido em sub-fluxos com importância diferenciada, os quais são codificados e transmitidos separadamente. Desta forma aos sub-fluxos de um fluxo devem ser associados serviços diferentes. Esta associação pode ser definida com base no número total de sub-fluxos do fluxo global da sessão de cooperação ( $n_{fluxos}$ ) e na posição do sub-fluxo ( $id_{fluxo}$ ), como por exemplo:

$$\text{Se } \frac{id_{fluxo}}{n_{fluxos}} > 0,5 \quad \text{então escolhe serviço 1}$$

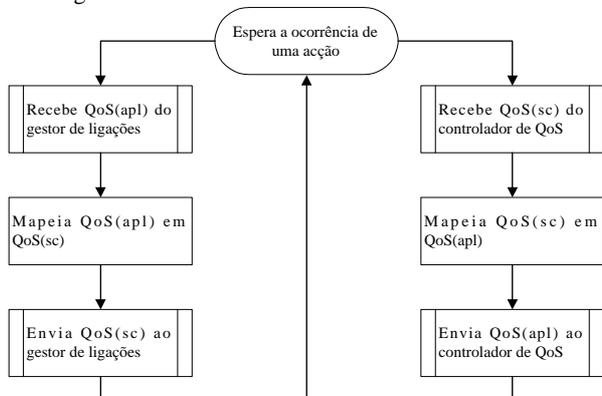
Senão escolhe serviço 2

O serviço 1 oferece mais garantias que o serviço 2. Por exemplo, o serviço 1 poderá ser determinístico, enquanto o serviço 2 poderá ser baseada em observações.

Um outro parâmetro de qualidade é o tipo de reservas a serem realizadas para garantir os níveis de qualidade negociados. Os filtros que definem estas reservas estão associados aos tipos de fluxos a transmitir, da seguinte forma:

- Fluxo de vídeo: é utilizado um filtro *fixed filter*. Neste caso serão reservados recursos diferentes para os fluxos de vídeo de cada emissor associado a esta sessão. Isto porque todos os emissores podem estar a emitir vídeo simultaneamente.
- Fluxo de áudio: é utilizado um filtro *Wildcard*. Neste caso os fluxos de áudio de todos os emissores associado a esta sessão irão utilizar os mesmo recursos. Isto porque num determinado momento de uma conversação, somente um emissor irá transmitir áudio.

Na figura 8 está descrito o funcionamento deste módulo.



**Figura 8:** Módulo conversor de QoS

#### 4. Conclusões e trabalho futuro

O interface estruturado permite a integração de aplicações de CSCW, com diferentes tipos de informação, sobre sistemas de

comunicações com serviços diferenciados, pois inclui várias funcionalidade necessárias à gestão da qualidade dos vários tipos de fluxos de informação, tais como:

- Negociação e renegociação dos parâmetros de QoS, com base nas especificações das aplicações, na informação apercebida pelo utilizador e na informação recebida do sistema de comunicações.
- Conversão entre os parâmetros de QoS utilizados pelas aplicações e pelo sistema de comunicações.
- Monitorização da qualidade das sessões de transferência.

Sobre o interface apresentado poderão ser realizados trabalhos por forma a torná-lo mais flexível permitindo, por exemplo:

- Definir um intervalo de variação aceitável para cada característica de qualidade de serviço, e eventualmente um conjunto de valores objectivos. Será ainda interessante possibilitar não só a especificação de valores absolutos mas também de valores estatísticos.
- Definir limiares e acções a executar em caso de ultrapassagem desses limiares.
- Antecipar o estabelecimento de ligações.

A implementação deste interface será uma realidade depois da associação das suas primitivas com o módulo de controlo de QoS, cujo desenvolvimento dependente da implementação do RTCP do protocolo RTP.

#### 5. Referências

- [Braden94] Braden, R.; Clark, D. (RFC 1633) "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", June 1994.
- [Braden96] Braden, R.; Hoffman, D. "RSVP Application Programming Interface", draft-ietf-rsvp-bsdapi, August, 1996.
- [Braden97] Braden, R.; Zhang, L.; Berson, S.; Herzog, S.; Jasmin S. "Resource Reservation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification" RFC 2205, September 1997, Proposed Standard.
- [Busse95] Busse, I.; Deffner, B.; Schulzrinne, H. "Dynamic QoS control of multimedia applications based on RTP", GMD-Fokus, Germany, May 1995.
- [Cosquer94] Cosquer, F.; Veríssimo, P. "Survey of Selected GroupWare Applications and Supporting Platforms" INESC Technical Report (RT/21-94), Julho 1994.
- [Mendes98] Mendes, P. "Estudo dos requisitos de qualidade de serviço das aplicações de trabalho cooperativo" Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal, Julho 1998.
- [Nahrstedt94] Nahrstedt, K.; Smith, J. "A Service Kernel for Multimedia Endstations", Proceedings IWACA '94, Heidelberg, Germany, September, 1994.
- [Schulzrinne96] Schulzrinne, H; Casner S.; Frederick R; Jacobson, V. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, RFC1889, January 1996.