

3. Especificação da Arquitetura do Protocolo

Neste capítulo será especificada a arquitetura geral de um modelo de mapeamento interdomínios baseado na caracterização do tráfego. Os componentes básicos de monitorização e políticas de mapeamento serão discutidos e exemplificados.

3.1 Suporte Qbone para Comunicação entre Domínios

Na visão do projeto QBONE, um agente chamado BB(Bandwidth Broker) [Niel99] atua como negociador de Recursos entre os diferentes domínios. Ele pode ser considerado como um tipo de gerente de políticas que guarda informações sobre os recursos disponíveis na rede e é responsável pela coordenação da alocação e provisionamento de recursos. Basicamente o que ocorre é uma solicitação de alocação de recursos, através de um processo denominado RAR (Resource Allocation Request). Esse processo é mantido entre o usuário e o BB. Em seguida o BB negocia com outros BBs adjacentes, isso ocorre através de um outro processo denominado CAC (Connection Admission Control) que se propaga até que os recursos sejam garantidos fim a fim. Este processo é ilustrado na Figura 3.01.

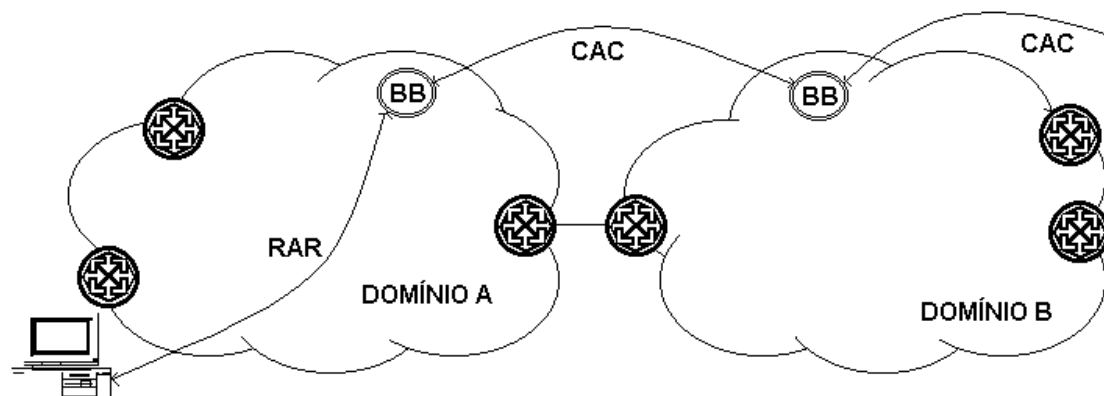


Figura 3.01 - Bandwidth Broker

Esse modelo é eficiente em ambientes homogêneos, como por exemplo entre domínios puramente DiffServ [RFC2475]. Entretanto existe uma lacuna entre domínios que implementam diferentes arquiteturas. Nesse ponto, faz-se necessário uma ação de mapeamento para que a conversão ocorra com um mínimo de perdas.

3.2 Negociadores de Recursos (NR)

O conceito de Bandwidth Broker [Niel99] foi criado especificamente para referenciar negociações entre domínios DiffServ e como não se tem pretensão de desvirtuar esse conceito, será considerada a existência de um outro elemento com funções similares às do BB, além de outras adicionais, o qual será tratado por NRs (Negociadores de Recursos). Pelo menos um Negociador de Recursos deve existir em cada domínio para que o processo de mapeamento, adiante descrito, seja possível. Como as extensões dos NRs estão relacionadas ao processo de mapeamento, serão apresentadas mais adiante, após este processo ter sido descrito.

Nas seções seguintes será apresentada uma proposta onde se busca garantir, fim a fim, os níveis de qualidade acordados nos contratos de usuários ou SLA's (Service Level Agreement).

3.3 Especificação da Arquitetura do Protocolo de Mapeamento

O protocolo de mapeamento proposto, que pode ser considerado um serviço adicional dos NRs, baseia-se em dois parâmetros para escolher o serviço equivalente em outro domínio. O primeiro é obtido através de um processo de monitorização e tem como objetivo calcular a taxa média de transmissão dos fluxos. O segundo avalia as características ou requisitos de QoS associados a cada fluxo. A partir da integração desses dados, pode-se proceder o mapeamento entre quaisquer arquiteturas de QoS.

Para mapear serviços e mecanismos de QoS, faz-se necessário primeiro identificar quantitativamente as suas características em termos de parâmetros de QoS. Por isso, a fase inicial da arquitetura proposta contém um módulo de monitorização descrito a seguir.

3.3.1 - Monitorização Dinâmica de Fluxos

Em um ambiente de QoS, caberá ao provedor [RFC2664], escolher o serviço que melhor se ajuste às necessidades das aplicações de seus usuários. Esta tarefa, entretanto, nem sempre é trivial e pode implicar em uso inadequado dos recursos, seja pela superutilização, seja pela subutilização dos mesmos.

Um mecanismo que observe o tráfego dinamicamente e determine qual o serviço mais adequado ao mesmo, além de essencial ao mapeamento automático, pode ser encarado como uma importante ferramenta de auxílio ao Provedor de Serviços Internet - ISP (ver Figura 3.02).

Basicamente, a monitorização dos fluxos implica em proceder medições em unidades de tempo preestabelecidas. A avaliação estatística dos resultados, combinada à interação com mecanismos, como por exemplo, o marcador, permitirá que se eleja o serviço mais adequado.

Atuando de forma semelhante ao *IP Switching* [New96] quanto a monitorização e observação de fluxos IP, poder-se-ia obter vantagens em dois importantes aspectos:

- a) O ISP não mais agiria intuitivamente na tarefa de escolher um serviço adequado as suas aplicações. Isso implicaria em uma racionalização de seus recursos, uma vez que o processo se daria de forma automática.

- b) Além disso, esse novo componente traria uma contribuição ímpar no processo de mapeamento interdomínios.

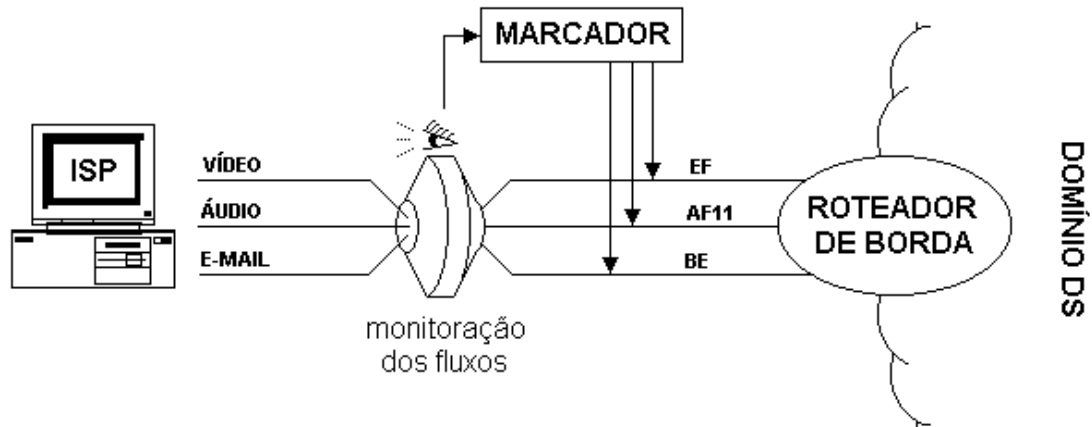


Figura 3.02 - Monitorização e Marcação Dinâmicas de Fluxos

A Figura 3.02 representa o mapeador atuando sobre três fluxos denominados vídeo, áudio e e-mail. Esses fluxos são monitorizados, ou seja, observados e suas características associadas a um serviço específico. Este serviço, no caso de um domínio DS, é efetivado através da ação do marcador que, baseado em informações do mapeador, carimba o DSCP mais apropriado no cabeçalho dos pacotes desses fluxos.

Esse simples processo de avaliação de amostragem pode disponibilizar parâmetros essenciais a um mapeamento mais eficiente. Por exemplo, monitorizando dinamicamente os fluxos pode-se deduzir qual a taxa média de transmissão, caracterizar rajadas, etc.

Deve-se considerar que um período inicial de ajuste será necessário para adequar as leituras aos respectivos serviços. Para fluxos duradouros será mostrado que o efeito desta fase de ajuste é mínimo na QoS fim-a-fim. Há de se destacar também que esse ajuste incide nas taxas efetivas e não nas aproximadas. Isso minimiza o desperdício de recursos resultantes de reservas super dimensionadas ou inativas.

O serviço de monitorização deve ser implementado, preferencialmente, através de um processo hóspede de nós de borda selecionados pelos administradores do domínio.

Um complemento necessário ao processo de monitorização de fluxos é a caracterização dos mesmos. Apresentar-se-á na próxima seção uma proposta de caracterização desses fluxos segundo cinco parâmetros de QoS.

3.3.2 - Negociação entre Domínios Heterogêneos

Para que a negociação ocorra de forma transparente e uniforme, faz-se necessário que os serviços sejam parametrizados segundo seus requisitos de QoS. A especificidade de cada serviço, no que tange a sua parametrização, deve ser fruto dos contratos ou SLA's (Services Level Agreement) firmados com os usuários. Um exemplo dessa proposta de parametrização, que caracteriza os requisitos de QoS através de combinações dos parâmetros alto/médio/baixo, é mostrado na Tabela 3.01 [Alis99].

	Necessidade de largura de banda	Hold Time (Duração da sessão)	Rajada	Sensibilidade a Latência	Sensibilidade a Jitter
Voz	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Médio
Streamed Vídeo	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Vídeo Interativo	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto
Aplicação Compartilhada	Baixo-Médio	Médio	Alto	Médio	Baixo
Dados	Baixo-Médio	Baixo-Médio	Alto	Baixo	Baixo

Tabela 3.01 - Parametrização Segundo Requisitos de QoS

Caracterizado o tráfego, será necessário um procedimento de mapeamento baseado em políticas, o qual será descrito na próxima seção.

3.3.3 - Arquitetura Interna do Negociador de Recursos

No protocolo proposto cada Negociador de Recursos manterá uma tabela denominada Tabela de Parametrização de Políticas ou PPT (Policy Parameterization Table), responsável pela associação de requisitos de QoS aos serviços das diversas arquiteturas (ex. serviço EF-Premium em DiffServ associado aos requisitos de vídeo Interativo - Tabela 3.02). Uma vez que os parâmetros desta tabela serão manipulados como sendo políticas de mapeamento, sua atualização será feita via protocolos de gerenciamento de políticas como, por exemplo, o COPS (Common Open Policy Service) [Boy99].

Requisitos de QoS						Mapeamento		
Banda	Hold Time	Rajada	Sensibilidade		Taxa	DiffServ		Label MPLS
			Latência	Jitter				
Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto	> 250k	EF		1
Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Médio	100-250k	AF11		2
Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Médio	50-99k	AF12		3
					
						AF14		N

Tabela 3.02 - PPT (Policy Parameterization Table)

Já nos roteadores de borda, mais especificamente nos de saída (*egress nodes*), uma segunda tabela denominada Tabela de Requisitos de Fluxos ou FRT (Flow Requirements Table) guardará os requisitos de QoS de cada fluxo de dados (Tabela 3.03). Os estados das tabelas de requisitos de fluxos, FRTs, serão mantidos, via sinalização, enquanto perdurar a transmissão.

Identificação do Fluxo				Requisitos de QoS				
IP		Porta		Banda	Hold Time	Rajada	Sensibilidade	
Fonte	Destino	Fonte	Destino				Latência	Jitter
152...	158...	pf	Pd	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto
174...	179...	pf	Pd	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Médio
...								

Tabela 3.03 - FRT (Flow Requirements Table)

Superpondo-se os requisitos de QoS de ambas as tabelas, PPT e FRT, complementados pela taxa de transmissão monitorizada dinamicamente, torna-se simples obter o serviço mais adequado no processo de mapeamento.

Adicionar novos domínios no processo de mapeamento também se mostra uma tarefa relativamente simples. Isso pode ser feito com o acréscimo de novas colunas na Tabela de Parametrização de Políticas ou PPT.

Caso fosse adicionado o mapeamento para um domínio MPLS, considerando-se que cada etiqueta encaminharia o fluxo por uma rota previamente definida (via Roteamento Baseado em Restrições, por exemplo), bastaria criar uma coluna na PPT associando os diversos serviços a etiqueta

mais apropriada. Por exemplo, poder-se-ia associar o Serviço EF à etiqueta "1", o Serviço AF11 à etiqueta "2" e assim por diante.

3.3.4 - Manutenção das Tabelas PPT e FRT

Para alimentar e atualizar a tabela FRT, deve-se fazer uso de um processo de sinalização entre o transmissor e os Negociadores de Recursos que, posteriormente, replicariam esta informação aos nós de borda. Esta proposta consiste na utilização de mensagens com a estrutura mostrada na Figura 3.03, que seguem o padrão de sinalização do RSVP [RFC2205]. O campo MsgType (Message Type), que especifica o tipo de mensagem (Ex. 1- PATH; 2- RESV) passará a incluir um tipo "9" que carregará as características do fluxo. Além de trazer a caracterização do fluxo a ser transmitido, a mensagem também porta o chamado bit de flexibilidade. Esse bit pode estar ligado (1) ou desligado (0) e é usado para indicar a possível tolerância do fluxo a um mapeamento em um serviço inferior ao definido na tabela de políticas. Sua utilização prática se daria quando o NR não obtivesse sucesso na negociação dos recursos. Por exemplo, um fluxo com características de vídeo normalmente seria mapeado no serviço EF em um domínio DiffServ. Ligar o bit de flexibilidade para este fluxo implicaria na aceitação de que o mesmo viesse a ser mapeado em um serviço AF11 no caso de insucesso no processo de negociação.

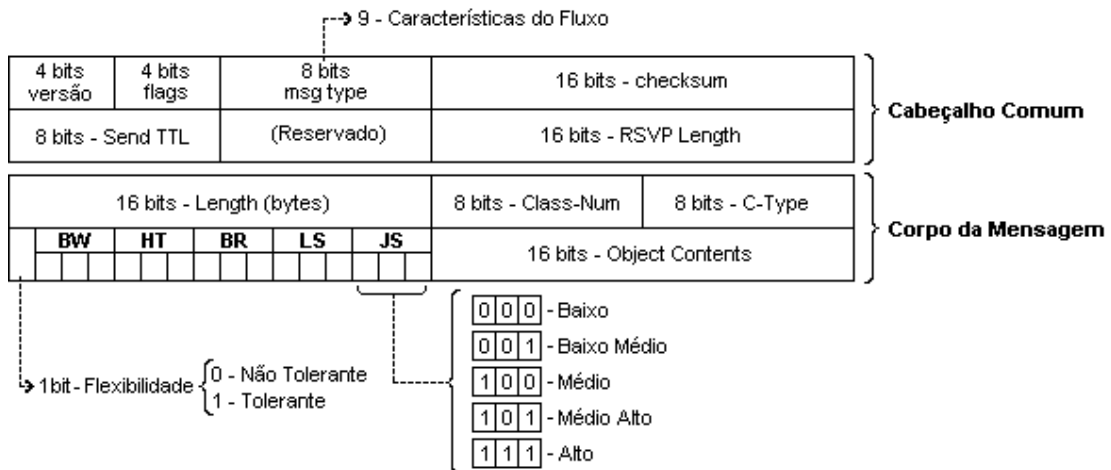


Figura 3.03 - Lay-out da Mensagem usada na Sinalização

A PPT, como é responsável pelo armazenamento das políticas de mapeamento, será atualizada via protocolos como COPS.

3.4 Descrição Seqüencial do Processo de Mapeamento

A Figura 3.04 ilustra o processo de mapeamento, cujos passos estão descritos em seguida.

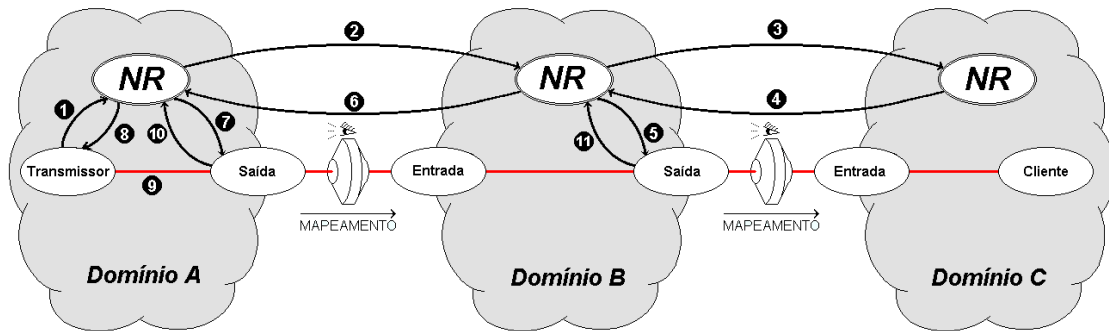


Figura 3.04 - Mapeamento passo a passo

- 1) O transmissor sinaliza para o Negociador de Recursos (NR) enviando uma mensagem com os requisitos do fluxo a ser negociado. (Figura 3.04)
- 2) O NR negocia com os NRs adjacentes propagando a sinalização com os requisitos do fluxo a ser transmitido.
- 3) O passo 2 se repete até que o domínio do receptor seja alcançado.
- 4) Completado o ciclo de negociações, o NR do último domínio sinaliza para seu antecessor indicando que há viabilidade para a transmissão (considerando-se que existe provisionamento suficiente ao longo do caminho para comportar o fluxo).
- 5) O NR do penúltimo domínio envolvido alimenta a tabela de requisitos de fluxos ou FRT (mantida na borda) com os dados contidos na mensagem de sinalização.
- 6-7) Esse procedimento se propaga nos domínios antecessores até o domínio que originou a sinalização.
- 8) O transmissor recebe autorização para enviar o fluxo, uma vez que a sinalização já está concluída.

- 9) Se todos os passos anteriores forem realizados com sucesso, então a transmissão será iniciada.
- 10) Entra em ação o módulo de monitorização para calcular métricas como a taxa de transmissão. Após um tempo de medição preestabelecido pelos administradores de cada domínio, a tabela de políticas de mapeamento é consultada e o serviço equivalente é selecionado e gravado na FRT.

Cada NR tem a incumbência de fazer uma sinalização periódica para manter viva a referência na FRT. Ao final da transmissão o NR deixa de enviar as mensagens de manutenção de estado e a tupla é removida da FRT por *timeout*.

3.5 Considerações Específicas

A grande contribuição desta proposta de mapeamento converge para a flexibilidade na adição de novas arquiteturas, atualização dinâmica de políticas de mapeamento e ainda extensão do número de parâmetros que identificam os fluxos tornando a caracterização mais confiável.

A Tabela 3.04 estabelece um comparativo sintético entre o modelo de mapeamento descrito no capítulo 2 [Wro00] e o modelo de mapeamento interdomínios proposto nesta dissertação.