

# Integração entre em Inter-Redes IP utilizando RSVP sobre ATM

Carlos Marcelo Pedroso  
pedroso@bastecnet.com.br  
Centro de Estudos Superiores  
Positivo  
Av. N. Sra. Aparecida, 174  
Curitiba - PR

Walter Godoy Jr.  
godoy@cpgei.cefetpr.br  
Centro Federal de Educação  
Tecnológica do Paraná  
CPGEI  
Av. Sete de Setembro, 3165  
Curitiba - PR

Carlos Alberto Malcher Bastos  
cmbastos@orca.telecom.uff.br  
Universidade Federal Fluminense  
Depto. de Telecomunicações  
Rua Passo da Pátria, 156  
Niteroi - RJ

## Resumo

A migração para tecnologia ATM é um grande problema para as empresas, principalmente por causa da integração com os equipamentos existentes. Este artigo descreve o protocolo RSVP como uma tecnologia e reserva de recursos e as possibilidades de integração com o ATM.

## Abstract

The migration for the ATM technology is a major problem for the enterprises, mainly because the integration with the older equipment's. This paper describes the RSVP protocol as a QoS technology and the possibilities of integration with ATM.

Keywords: ATM, RSVP, QoS.

## 1. Introdução

A migração para tecnologia ATM apresenta diversas vantagens para as empresas. Porém, o alto custo dos equipamentos ATM não permite que o parque de equipamentos seja substituído totalmente.

A solução é a implementação do backbone corporativo utilizando ATM, permanecendo o restante da rede dentro dos conceitos tradicionais de redes locais.

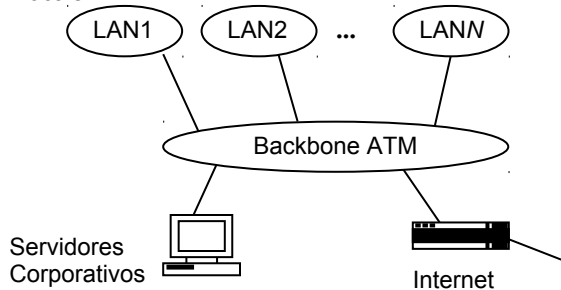


Figura 1 – Arquitetura de migração para ATM

O modelo de transição proposto na figura 1 prevê a utilização de uma tecnologia convencional para cada LAN (ex. IEEE 802.3, IEEE 802.4, etc.).

Para realizar a interconexão de todos os equipamentos é recomendado o protocolo Inter Redes (TCP/IP).

O protocolo IP oferece um serviço de comunicação do tipo "melhor esforço". Esse serviço não oferece garantias com relação a perda de pacotes ou ao retardo experimentado por um pacote.

O IETF definiu um protocolo de reserva chamado RSVP (*Resource ReSerVation Protocol* [8]) como parte de uma arquitetura para garantir a qualidade de serviço.

O protocolo ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) foi desenvolvido com a intenção de oferecer suporte à aplicações que exigem a manutenção da qualidade de serviço, oferecendo a possibilidade de transmissão de dados de tempo real através de LANs, MANs e WANs.

A integração do protocolo TCP/IP com o ATM não é uma tarefa trivial e está exigindo um grande esforço de padronização por parte dos organismos internacionais.

Para promover a utilização rápida de IP sobre ATM o IETF escreveu a RFC 1577 [2], que trata da utilização do IP sobre uma rede ATM. Esta recomendação não utiliza todos os recursos de reserva oferecidos pelo ATM, mas simplesmente o serviço de melhor esforço oferecido pela AAL5. Muitos esforços de padronização tem sido realizados para resolver os problemas não tratados pela RFC 1577.

Este artigo trata da preocupação prática do aproveitamento dos recursos oferecidos pelo ATM através da integração do RSVP com o ATM, de modo a realizar reservas na rede IP e mapear estas reservas na rede ATM quando necessário. Este mapeamento torna possível a utilização dos recursos oferecidos pelo RSVP em conjunto com o backbone ATM. Torna-se possível a manutenção de aplicações de tempo real sem que seja necessário realizar a migração total do parque de equipamentos instalado.

## 2. Visão clássica – IP sobre ATM

A visão clássica considera o protocolo ATM como ocupando a posição das camadas física e de enlace do modelo OSI, ou seja, do ponto de vista do IP estará ocorrendo uma conexão entre as estações componentes da rede dentro do paradigma clássico de redes locais. [2]

A RFC 1577 define a operação do IP e ARP sobre ATM utilizando AAL5 [2][4]. O desenvolvimento inicial do ATM provê um segmento LAN em lugar de:

- Redes locais (ex. Ethernet, Token Ring e FDDI);
- Backbones locais entre redes locais (não ATM);
- Circuitos dedicados ou circuitos virtuais permanentes Frame Relay entre roteadores IP.

As estações de rede são configuradas em um ambiente chamado LIS (Logical IP Subnetwork). Cada LIS constitui uma entidade administrativa que une hosts e roteadores pertencentes a uma subrede IP fechada. Cada LIS opera e comunica independentemente de outras LISs na mesma rede ATM. Hosts conectados na mesma LIS comunicam diretamente com os outros hosts desta mesma LIS.

A comunicação de com hosts fora da LIS local deve ser feita através de um roteador. Este roteador é conectado com a rede ATM e configurado como membro de uma ou mais LIS. Esta configuração pode resultar em um número de LIS sem conexão operando sobre a mesma rede ATM.

Hosts de diferentes subredes IP devem comunicar utilizando um roteador IP intermediário, mesmo sendo possível estabelecer um circuito virtual direto entre os dois hosts IP sobre a rede ATM [2]. Além disso, a rede ATM deve disponibilizar um servidor ATMARP localizado dentro da LIS, operando em um ambiente de circuito virtual comutado. Requisições de ATMARP são enviadas para este endereço para resolução do endereço IP requisitado no endereço ATM correspondente. Este servidor deverá ser responsável pela tradução de todos os endereços IP/ATM dentro da LIS em questão [2]. Caso a LIS opere somente através de circuitos virtuais permanentes, então a estação IP não será obrigada a utilizar o servidor ATM ARP.

Também é recomendado que os roteadores que suportam LIS também sejam capazes de efetuar conexões entre diversas LIS através de uma única interface ATM.

O problema da resolução de endereços IP em endereços MAC da camada de enlace tem sido resolvido de diferentes maneiras. Uma solução bem conhecida é o caso da Ethernet sobre IP, resolvido pela RFC 826 [4]. Uma máquina S determina o endereço MAC de outra máquina D fazendo um broadcast de uma requisição ARP contendo o endereço do nível rede (IP) de D. A máquina que possui o endereço requisitado responde informando qual é o seu endereço MAC [3].

A resolução inversa (InARP) é definida pela RFC 1293 [5]. Dado uma conexão estabelecida entre duas máquinas, elas não tem como conhecer qual o endereço de nível mais alto de protocolo (desde que a conexão dependa apenas de endereços MAC). InARP é o protocolo que permite a ambas as máquinas conectadas descobrirem o endereço de rede da outra [3].

A proposta original apresentada em [2] trata a rede ATM como protocolo de enlace para o IP. Utilizando a rede ATM desta forma, deve ser providenciado um mecanismo para fazer a transformação de endereços IP em endereços ATM. Caso todos os elementos da LIS estejam conectados via circuito virtual permanente (CVP), então será possível continuar operando dentro da abordagem clássica [2], porém caso sejam utilizados circuitos virtuais comutados (CVC), uma outra solução deve ser encontrada.

A RFC 1577 [2] especifica que cada LIS deve possuir um servidor ATMARP, responsável por armazenar a informação de mapeamento entre

endereços IP em endereços ATM (ATMARP) e vice-versa (InATMARP). Desta forma os protocolos definidos pela RFC 826 (Protocolo de Resolução de Endereços de Rede em Endereços Ethernet de 48 bits [4]) e pela RFC 1293 (Resolução Inversa de Endereços [5]), passam a ser válidos dentro deste paradigma.

É recomendado que o servidor ATMARP também seja uma estação IP. Esta estação deve ser administrativamente configurada para operar e reconhecer a si mesma como o servidor ATMARP para a LIS.

O servidor ATMARP não age ativamente para estabelecer conexões. Ele depende de clientes da LIS para iniciar um procedimento de registro, seguindo os seguintes passos [2]:

1. Um cliente conecta com o servidor ATMARP utilizando um circuito virtual ponto a ponto;
2. O servidor, uma vez completada a conexão, irá transmitir um InATMARP\_REQUEST para o cliente para determinar o seu endereço IP;
3. Um ATMARP\_REPLY do cliente contém a informação necessária para o servidor ATMARP construir sua tabela de mapeamento;
4. Esta informação será utilizada para gerar resposta à ATMARP\_REQUEST que forem recebidas.

O serviço ATMARP contém os seguintes elementos: registro de mapeamento, pesquisa e resposta positiva ou negativa e gerenciamento da tabela de mapeamento [3]

### 3. Problemas da Abordagem Clássica

A RFC 1577 foi escrita tendo-se em vista a utilização imediata do IP sobre ATM. Neste caso, do ponto de vista do protocolo IP, a rede ATM se comporta como um protocolo de enlace.

Vários problemas permanecem sem resolução pela RFC 1577. Se somente um servidor por LIS assume a tarefa de resolução de endereços, o serviço depende do desempenho e da disponibilidade desta máquina. Um protocolo que descentralize o serviço ATMARP é desejável. Atualmente o serviço ATMARP é alcançado através de um endereço fixo. Um mecanismo deve existir para determinar o endereço do servidor ATMARP dinamicamente [3].

Como a rede ATM não admite que se realizem broadcasts, a utilização de um servidor ATMARP é obrigatória [2]. Isso pode ser visto como um problema, dado que várias estações conectadas à mesma rede ATM podem não conseguir se comunicar utilizando o protocolo IP – elas devem pertencer a mesma LIS. Também o servidor ATMARP representa um ponto único de falha, do qual depende a operação da rede [3].

Cada participante da LIS deve ser configurado com o endereço do servidor ATMARP, o que pode gerar um problema operacional para manutenção de grandes redes [3].

Estes problema tem sido alvo de estudo por vários grupos de trabalho do IETF. Uma solução atualmente em estudo é o protocolo NHRP (Next Hop Routing Protocol), atualmente em estudo pelo IETF. O objetivo deste protocolo é eliminar os roteadores intermediários.

Permanece ainda o problema do mapeamento de pedidos de qualidade de serviço do protocolo de reserva do

conjunto de protocolos Inter Rede (RSVP, [8], será tratado em detalhes adiante). Esta questão também tem sido alvo de estudo, e recomendações podem ser encontradas em [6] e [7].

Esse artigo irá se concentrar no problema do mapeamento da qualidade de serviço RSVP para ATM. Não serão considerados os problemas da utilização de tecnologias alternativas para a transmissão de IP sobre ATM para resolver os problemas da abordagem clássica.

#### 4. Resource ReSerVation Protocol (RSVP)

##### 4.1. Visão Geral

A necessidade de transmissão de grandes quantidades de informação em tempo real criadas pelas aplicações multimídia estimulam o desenvolvimento de tecnologias de transmissão capazes de suportá-las.

A questão chave para a solução dos problemas é o estabelecimento de conexões capazes de garantir certos parâmetros de desempenho (qualidade de serviço, QoS)

Como o protocolo IP em seu formato original não possui condições para oferecer garantias de qualidade de serviço para determinada aplicação, um mecanismo precisava ser definido para estender as capacidades do conjunto de protocolos Inter Rede de forma a suportar aplicações multimídia.

Além de suportar reservas entre hosts e roteadores que utilizam exclusivamente os protocolos Inter Rede, também deve ser previsto como será realizada a conexão entre outras tecnologias de rede (ATM, Frame Relay, etc.), de modo a garantir a interoperabilidade da solução.

Suponha um elemento A (transmissor) que deseja iniciar uma conexão com um elemento B (receptor), com uma determinada qualidade de serviço.

Inicialmente o elemento A irá enviar uma mensagem para B, informando o seu desejo de iniciar uma transmissão e os parâmetros de qualidade de serviço desejadas.

Caso o elemento B possua condições para estabelecer a conexão (a quantidade de recursos disponíveis de B é igual ou superior ao requisitado por A), B irá enviar uma mensagem para A que contém um pedido de estabelecimento da reserva. Esta mensagem deverá ser interpretada por todos os roteadores do caminho de B até A, e cada um deles deverá efetuar a reserva e enviar adiante a mensagem.

Caso qualquer um dos roteadores do caminho não possua recursos suficientes para estabelecer a reserva, então a conexão não será estabelecida.

Quando a mensagem enviada por B atingir A, a conexão será estabelecida (processo total descrito na figura 2).

O exemplo da figura 2 ilustra um caso em que o protocolo RSVP pode ser utilizado para estabelecer uma conexão entre um equipamento A e um equipamento B, com os passos declarados a seguir:

1. O equipamento A envia uma mensagem utilizando o protocolo RSVP declarando sua intenção de

iniciar uma transmissão com uma determinada qualidade de serviço;

2. O roteador 1 envia a mensagem adiante sem realizar nenhum tipo de reserva;
3. O roteador 2 envia a mensagem adiante sem realizar nenhum tipo de reserva;
4. O roteador 3 envia a mensagem adiante sem realizar nenhum tipo de reserva;
5. O equipamento B realiza a reserva e envia uma mensagem respondendo positivamente ao pedido de A;
6. O roteador 3 realiza a reserva de recursos e envia a mensagem para o roteador 2;
7. O roteador 2 realiza a reserva de recursos e envia a mensagem para o roteador 1;
8. O roteador 1 realiza a reserva de recursos e envia a mensagem para o equipamento A. A reserva está estabelecida e pode ser utilizada.

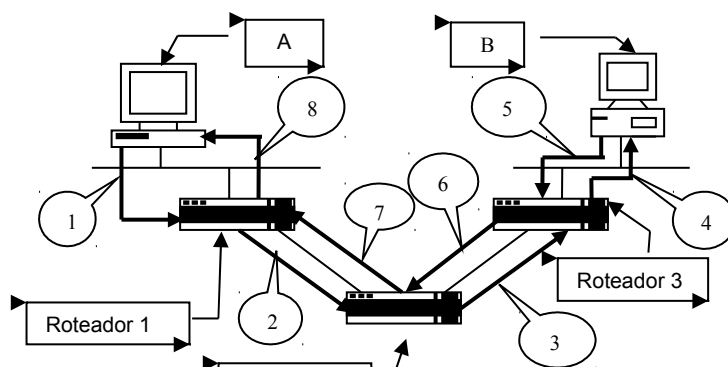


Figura 2 – Estabelecimento de reserva utilizando RSVP

##### 4.2. Conceitos Básicos

O RSVP é utilizado por um host para requisitar qualidade de serviço para uma aplicação em particular. O RSVP também é utilizado por roteadores para entregar requisições de qualidade de serviço para todos os nós ao longo do caminho para atingir o destino, estabelecendo e mantendo a qualidade de serviço requisitada. Geralmente as requisições irão resultar em recursos sendo reservados em cada nó ao longo do caminho escolhido para atingir o destino [8].

As requisições de qualidade de serviço são realizadas em uma direção (simplex), o protocolo trata o transmissor como sendo logicamente distinto do receptor. Isso não impede que o processo transmissor seja tratado como transmissor e receptor ao mesmo tempo [8].

O RSVP opera no topo da camada IP (versão 4 ou 6), como mostrado na figura 3. Também é importante enfatizar que este protocolo é independente de outros protocolos padrão, como ICMP, IGMP ou protocolos de roteamento.

Os componentes do RSVP são:

- Transmissores
- Receptores
- Roteadores

Os dois conceitos chave do protocolo RSVP são o *Fluxo* e *Reserva*.

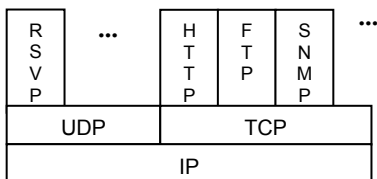


Figura 3 – Localização do protocolo RSVP em relação à pilha de protocolos Inter Rede.

### 4.3. Fluxos

O RSVP define uma sessão como sendo um fluxo de dados com um destino em particular e um protocolo de camada de transporte [5]. Um fluxo é identificado por um rótulo no cabeçalho do pacote contendo a tripla (*DestAddress*, *ProtocolId*, *DstPort*). O campo *ProtocolId* contém a identificação do protocolo IP. O campo *DestAddress* indica o endereço de destino, que pode ser unicast ou multicast e o campo opcional *DstPort* indica qual a porta no TCP ou UDP ou um campo equivalente em um outro protocolo de transporte utilizado.

Antes de enviar um fluxo, o transmissor envia uma “mensagem de solicitação de reserva”, destinada ao receptor. A mensagem contém o endereço IP da origem, o endereço IP de destino e a banda passante desejada. A banda passante desejada, especificada através da velocidade e do atraso máximo para este fluxo é a qualidade de serviço que o fluxo está requisitando. Esta mensagem é então enviada ao receptor pelos hosts e roteadores ao longo do caminho [20][6][5].

Quando houverem múltiplos destinos, a mensagem de solicitação de reserva será enviada para todos os destinatários.

### 4.4. Reserva

Uma vez recebida a “mensagem de solicitação de reserva”, o receptor se torna responsável por realizar a reserva. Com o receptor fazendo a reserva, existe grande flexibilidade para manipulação de fluxos multicast. Este modelo baseado no receptor é mais eficiente em ambientes de rede heterogêneos [20].

O receptor envia uma mensagem de reserva alertando cada roteador ou host na rede a sua intenção de receber um fluxo de dados com uma determinada qualidade de serviço. Esta requisição inclui o endereço IP de origem, o endereço IP de destino, a taxa de transferência necessária e o tempo de atraso mínimo. Durante o processo de reserva, o pedido de Qualidade de Serviço é analisado por dois módulos de decisão: o Controle de Admissão e o Policiamento de Admissão. O Controle de Admissão determina se o nó possui recursos disponíveis para fornecer a Qualidade de Serviço determinada. O Policiamento de Admissão determina se o usuário possui permissão administrativa para fazer a reserva. Se ambos os testes tiverem

sucesso, os parâmetros são configurados na camada de enlace do roteador para reservar a Qualidade de Serviço requisitada. Se qualquer um dos testes falhar, a aplicação é notificada e nenhuma reserva é realizada [8].

Quando o transmissor obtiver a resposta, contendo o resultado do pedido de Qualidade de Serviço requisitada, ele poderá iniciar a transmissão do fluxo (caso a reserva tenha sucesso) ou não (caso não tenha sucesso) [8].

O responsável pela manutenção da reserva é o receptor, enviando periodicamente mensagens de manutenção do fluxo. Caso contrário, os roteadores no caminho podem desfazer a alocação de recursos devido a falta de notícias dos hosts que utilizam os recursos. Neste caso é razoável presumir que a comunicação cessou e a reserva pode ser desfeita [8].

A estrutura e conteúdo do pedido de Qualidade de Serviço são documentadas em especificação desenvolvida pelo Integrated Services Working Group [9].

#### 4.4.1. Estilos de Reserva

Uma requisição de reserva inclui um conjunto de opções que são coletivamente chamadas de “estilo de reserva”.

Uma opção de reserva se preocupa com o tratamento de pedidos de reserva para diferentes transmissores com a mesma sessão: estabelecer uma reserva distinta para cada transmissor, ou então fazer uma única reserva que é compartilhada entre todos os pacotes dos transmissores selecionados [8].

Outra opção de reserva controla a seleção de transmissores: pode ser uma lista explícita de todos os transmissores ou um curinga que implicitamente seleciona todos os transmissores para a sessão. Em uma seleção explícita de transmissores, cada parâmetro de filtragem deve coincidir exatamente com o transmissor, enquanto em uma seleção realizada com um curinga, nenhum filtro é necessário [8].

Seleção do transmissor	Reserva	
	Distinta	Compartilhada
Explícita	Estilo Filtro Fixo (FF)	Estilo Explícito Compartilhado (EC)
Curinga	Não definido	Estilo Filtro de Curinga (FC)

Tabela 1 – Estilos de reserva do RSVP

##### 4.4.1.1. Estilo Filtro de Curinga (FC)

O estilo FC implica a opção: reserva compartilhada e seleção de curinga para transmissor. Então, o estilo FC cria uma única reserva compartilhada pelos fluxos de todos os transmissores. Esta reserva pode ser vista como uma espécie de “tubo” compartilhado, onde o tamanho é a maior das requisições de reserva entre todos os receptores, independentemente do número de transmissores o utilizando. O pedido de reserva estilo FC é propagado para todos os transmissores e automaticamente estendido a novos transmissores a medida que eles surgirem [8].

Simbolicamente, pode-se representar uma reserva no estilo FC por  $FC(*\{Q\})$ , onde o asterisco representa uma seleção curinga de transmissor e Q representa o desempenho requisitado.

#### 4.4.1.2. Estilo Filtro Fixo (FF)

O estilo FF implica as opções: reservas distintas e seleção explícita de transmissor. Assim, este estilo de reserva requisita a criação de uma reserva distinta para pacotes de dados de um transmissor em particular, não os compartilhando com pacotes de nenhum outro transmissor para a mesma sessão. Pode-se representar a reserva FF por  $FF(S\{Q\})$ , onde S é o transmissor selecionado e Q é o desempenho requisitado; este par forma o descritor do fluxo [8].

O RSVP permite múltiplas reservas FF requisitadas simultaneamente utilizando uma lista de descritores:  $FF(S1\{Q1\}, S2\{Q2\}, \dots)$ . A reserva total em um enlace para uma dada sessão é a soma de Q1, Q2, Q3, ... para todos os transmissores requisitantes [8].

#### 4.4.1.3. Estilo Explícito Compartilhado (EC)

O estilo EC implica as opções: reserva compartilhada e seleção explícita de transmissor. Assim, uma reserva em estilo EC cria uma única reserva compartilhada pelos transmissores. Diferente do estilo FC, o estilo EC permite que o receptor explicitamente especifique um conjunto de transmissores para serem incluídos. Pode-se representar uma requisição EC contendo uma requisição de performance Q e uma lista de transmissores S1, S2, ... por  $SE(S1, S2, \dots)\{Q\}$  [8].

Reservas compartilhadas, criadas pelos estilos FC e EC são apropriadas para aplicações multicast que possuem múltiplas fontes de dados que transmitem preferencialmente um de cada vez. Um sinal de áudio é um exemplo de aplicação capaz de compartilhar reservas, desde que um número limitado de pessoas fale simultaneamente, cada receptor pode utilizar o estilo FC ou EC para requisitar duas vezes a banda passante requerida para um transmissor (que habilita a fala simultânea até um determinado limite). Por outro lado, o estilo FF, que cria reservas distintas para fluxos de diferentes transmissores, é apropriado para sinais de vídeo.

As regras do RSVP desabilitam a mistura de reserva compartilhada com reservas distintas, uma vez que estes modos são fundamentalmente incompatíveis. Elas também desabilitam a mistura de uma seleção de transmissor explícito com uma seleção de curinga, desde que isto poderá produzir reservas não previsíveis para um receptor que especifique uma seleção explícita. Como resultado destas proibições, os estilos de reserva FC, FF e EC são mutuamente incompatíveis [8].

## 5. Qualidade de Serviço utilizando ATM

Quando duas estações utilizando ATM iniciam uma comunicação, elas devem estabelecer um contrato baseado em parâmetros de qualidade de serviço (QoS

– *Quality of Service*). Este contrato especifica um envelope que descreve o tráfego previsto para esta estação, que contém informações como a taxa de pico, a taxa média de geração de bits, a variação máxima permitida para o atraso e o comprimento máximo de uma rajada [10].

É de responsabilidade do dispositivo ATM seguir o contrato estabelecido, realizando a modelagem de tráfego, utilizando filas para restringir explosões de tráfego, limitar a taxa de pico, e distribuir o tráfego de forma a preencher as condições contratadas no envelope [1].

Os comutadores ATM possuem a opção de utilizar o policiamento de tráfego para forçar o contrato. O Comutador pode determinar o fluxo atual de tráfego utilizado e compará-lo com o envelope contratado. Se ele encontrar um tráfego fora dos parâmetros, ele irá ativar o bit CLP nas células que extrapolam o contrato. Isso torna possível que a célula seja descartada, o que significa que qualquer comutador estará habilitado a descartar esta célula durante períodos de congestionamento [1][10].

O controle de congestionamento é preocupação primária dos projetistas do ATM. A retransmissão pode iniciar um aumento exponencial no congestionamento, um comutador ATM pode descartar células individuais de diferentes pacotes (caso do IP sobre ATM, por exemplo), resultando na retransmissão total das células deste pacote, que irá causar mais células para serem descartadas.

### 5.1. Sinalização

O estabelecimento de uma conexão ATM é realizado através de um protocolo de sinalização, que é diferente do protocolo utilizado para transmissão de dados propriamente dita [10].

O ATM Forum incluiu na especificação UNI 3.1 a definição de um protocolo de sinalização chamado de Fase 1 do protocolo de sinalização, que é um subconjunto da recomendação Q.2931 do ITU-T, acrescido de algumas funcionalidades importantes [10].

Quando um dispositivo ATM (elemento A) deseja estabelecer uma conexão com outro dispositivo ATM (elemento B), o elemento A envia um pacote contendo uma requisição de sinalização diretamente ao comutador ATM conectado à ele. Esta requisição contém o endereço ATM do elemento B, bem como todos os parâmetros de qualidade de serviço desejado. O pacote de sinalização é desmontado pelo comutador e examinado. Se o a tabela de rotas do comutador possui um caminho para atingir o elemento B e o comutador possui recursos suficientes para estabelecer a conexão desejada, ele inicializa um circuito virtual e envia a requisição para o próximo comutador (de acordo com a sua tabela de rotas).

Cada comutador ao longo do caminho realiza o mesmo procedimento. Se qualquer um dos comutadores ao longo do caminho não possa acomodar a qualidade de serviço desejada, a requisição é rejeitada e uma mensagem de rejeição é enviada para o requisitante original (equipamento A) do pedido de reserva.

Quando o pacote de sinalização atinge o elemento B, ele é desmontado e analisado. Se o elemento B pode suportar a QoS desejada, ele responde com uma mensagem de aceitação. Quando a mensagem de aceitação se propaga de volta ao requisitante original, os comutadores estabelecem o circuito virtual. O elemento

requisitante recebe a mensagem de aceitação do computador conectado diretamente à ele, bem como o VPI/VCI que deve ser utilizado para atingir o elemento B.

O protocolo utilizado para realizar o roteamento da sinalização ATM é chamado de NNI. Uma descrição do procedimento de estabelecimento da conexão pode ser encontrado em [10].

## 6. Integração entre RSVP e ATM

Em uma primeira situação um dos equipamentos A conectado à uma sub rede local L1 deseja estabelecer uma conexão com outro equipamento B conectado à sub rede L2. O processo ocorre da seguinte maneira (figura 5):

1. O equipamento A envia a mensagem de solicitação de reserva para B.
2. O roteador conectado à borda PE1, estabelece uma conexão com o roteador de borda conectado ao endereço de destino (PE2) e envia a mensagem adiante. Esta conexão pode ser realizada utilizando AAL5 e os conceitos definidos pela abordagem clássica.
3. O equipamento B envia uma mensagem confirmando a reserva para A.
4. O roteador conectado à borda PE2 recebe o pedido de reserva e a mapeia para o padrão de sinalização ATM, estabelecendo um circuito virtual com PE1 de acordo com o pedido.
5. A seguir o roteador PE2 envia a mensagem RSVP para PE1 utilizando o circuito estabelecido no passo 4.
6. O roteador de borda PE1 envia a mensagem para A, sinalizando que a reserva foi criada com sucesso.

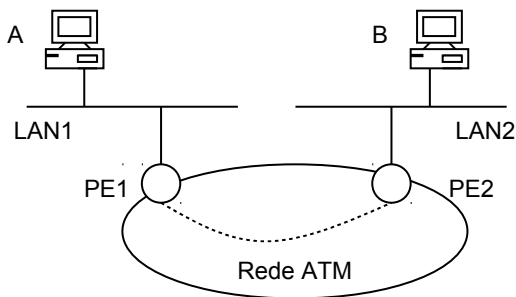


Figura 5 - Estabelecimento da conexão

O procedimento descrito para o estabelecimento da conexão é genérico, algumas informações importantes são omitidas.

Não foi detalhado como realizar o mapeamento de qualidade de serviço RSVP/ATM. Existem muitas opções, dependendo do estilo da reserva, como descrito no item 4.4. O mapeamento depende fundamentalmente do estilo utilizado pela aplicação.

Caso a reserva seja estabelecida entre um equipamento da sub rede local e outro conectado diretamente à rede ATM, um driver de conversão de

pedidos de qualidade de serviço deve existir neste equipamento.

Os equipamentos devem pertencer a uma LIS. Quando uma nova abordagem estiver disponível, ela poderá ser utilizada. Isso significa que deve existir pelo menos um servidor ATMARP na rede.

O roteador de borda deve possuir uma interface IP e uma interface ATM. Podem existir outros roteadores no caminho entre A e B, o procedimento a ser tomado é o descrito no item 4.

## Conclusão

A migração para tecnologia ATM deve ser gradual. É importante que os equipamentos existentes nas empresas possam ser integrados à rede sem que seja exigida a sua substituição.

Uma das tendências atuais é a utilização do IP como protocolo comum entre todas as estações da empresa. Porém, a especificação existente não permite a utilização dos recursos do ATM por parte das aplicações baseadas em IP.

Um recurso bastante utilizado é a utilização de emulação de LAN. Esta solução também não aproveita a capacidade total oferecida pelo ATM.

O modelo de tradução de QoS para o estabelecimento de conexões permite o melhor aproveitamento da tecnologia ATM e a interoperabilidade com os equipamentos já existentes na empresa.

## Referências Bibliográficas

- [1] Soares, Luiz F. Gomes. Das LANs MANs e WANs às Redes ATM. Segunda edição, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1995.
- [2] Laubach, M. "[RFC 1577] Classical IP and ARP over ATM", RFC 1577, Janeiro 1994.
- [3] Schuba, Cristoph L, et.al. Classical IP and ARP over ATM
- [4] Plummer, D., "An Ethernet Address Resolution Protocol - or Converting Network Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware", STD 37, RFC 826, MIT, Novembro 1982.
- [5] Bradely, T., and C. Brown, Inverse Address Resolution Protocol, RFC 1293, Wellfleet Communications, Inc., Janeiro 1992.
- [6] Berson, S., Berger, L, IP Integrated Services with RSVP over ATM, Internet Draft – Março 1997
- [7] Luciani, James V., et. all, NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP), Routing over Large Clouds Working INTERNET-DRAFT, Janeiro 1997
- [8] Braden, B., Ed., et. al., "[RFC 2205] Resource Reservation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Setembro 1997.
- [9] Wroclawski, J., "The Use of RSVP with Integrated Services", RFC 2210, Setembro 1997.
- [10] Dias, Ronaldo L., et. al., ATM: O futuro das redes. Makron Books, São Paulo, 1997.