

# CONTROLO DE TRÁFEGO EM REDES ATM: - DA QUALIDADE DE SERVIÇO À QUALIDADE GLOBAL

Joaquim E. Neves

Joaquim.Neves@dei.uminho.pt

DEI - Universidade do Minho  
Campus de Azurém  
4800 Guimarães

**Resumo:** Adopção de uma rede universal de comunicação, utilizando o Modo de Transferência Assíncrono (ATM, Asynchronous Transfer Mode), onde a capacidade de transmissão, o tipo de tráfego e a qualidade de serviço são negociados no estabelecimento ou durante a fase activa das conexões, permite a utilização de funções de qualidade global, onde os objectivos de controlo e os requisitos da qualidade de serviço, são quantificados e usados nas acções de controlo de tráfego e de gestão de recursos. Nesta perspectiva, analisa-se o conceito de qualidade nos diversos componentes dos sistemas de comunicação, discute-se a quantificação das variáveis de qualidade de serviço e apresentam-se mecanismos de controlo de tráfego e de administração de redes de comunicação. Mostra-se, igualmente, como uma função de parâmetros de qualidade pode ser utilizada no controlo de admissão de conexões ATM e no encaminhamento de chamadas.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas digitais de transmissão e comutação têm vindo a registar um expressivo incremento, quer na quantidade quer na qualidade, dos serviços que suportam. Do ponto de vista tecnológico, assistiu-se à diversificação, não só, dos meios de comunicação e das fontes de informação, mas também, dos mecanismos de controlo de tráfego e de gestão de recursos. Por outro lado, o aumento da oferta e da procura dos mais variados serviços e aplicações, associada à redução dos custos da transmissão, especialmente para grandes distâncias e grandes volumes de informação, tornaram a sociedade moderna cada vez mais dependente da utilização generalizada das tecnologias da informação e da comunicação.

O aparecimento de novos serviços telemáticos conduziu à utilização das redes telefónicas comutadas, onde a transmissão de dados numéricos é efectuada com qualidade de serviço constantes; ou à utilização de redes orientadas à comutação de pacotes, como as redes locais e metropolitanas, onde a qualidade de serviço é muito variável com o volume de tráfego. Note-se que o preço dos equipamentos e sistemas tradicionalmente

utilizados na comutação de circuitos (redes de telecomunicações) é significativamente mais elevado que os equivalentes utilizados na comutação de pacotes (redes locais). Além disso, os interesses dos operadores, quer públicos (tradição Europeia) quer privados (tradição nos EUA), das redes públicas de telecomunicações, nem sempre se concilia com os interesses dos utilizadores dos novos serviços telemáticos. Dispondo de redes orientadas à exploração de serviços de transmissão de áudio e posteriormente de vídeo, os operadores de telecomunicações, preferem caracterizar (vender) o serviço de suporte aos novos serviços telemáticos, tal como no serviço telefónico, como o estabelecimento de conexões de duração variável com capacidade de transmissão fixa; contrariando as motivações dos clientes que pretendem, sobretudo assegurar (comprar) a transmissão rápida de volumes variados de informação, segundo um modelo mais próximo do tradicional serviço postal. A acessibilidade à grande diversidade de meios de comunicação, de fontes de informação e de mecanismos de controlo e gestão, obriga os diversos intervenientes (operadores, produtores de equipamentos e de serviços e utilizadores), a partilhar recursos e a definir e respeitar padrões de qualidade de serviço. Neste sentido, várias entidades de normalização [1, 2 e 3] têm procurado estandardizar um número reduzido de interfaces, protocolos e mecanismos de transmissão, controlo e gestão. Presentemente, assiste-se à tentativa de adopção de uma rede universal de comunicação, utilizando o Modo de Transferência Assíncrono (ATM, Asynchronous Transfer Mode), onde a capacidade de transmissão, o tipo de tráfego e a qualidade de serviço são negociados no estabelecimento e ao longo das conexões. Embora nem todas as variáveis da qualidade de serviço se encontrem completamente definidas e estandardizadas, algumas destas variáveis podem ser eficazmente utilizadas no controlo de tráfego e na gestão de recursos. Como se mostra neste artigo, o controlo da admissão de conexões ATM e o encaminhamento de chamadas poderá recorrer a funções de qualidade global que traduzam cumulativamente os objectivos de controlo e os requisitos da qualidade de serviço pretendidos. Assim, na próxima secção apresenta-se o conceito

de qualidade ao nível dos sistemas de transmissão e comutação. Na secção 3 aborda-se a quantificação das variáveis da qualidade de serviço em funções de qualidade global. Na secção 4 descrevem-se mecanismos de controlo de tráfego e mostra-se como uma função de qualidade pode ser utilizada no controlo de admissão de conexões ATM e no encaminhamento de chamadas. Finalmente, na secção 5, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho.

## 2. TRANSMISSÃO E COMUTAÇÃO

O modelo de referência protocolar (PRM, Protocol Reference Model) das redes ATM caracteriza os planos de utilizador, de controlo e de gestão, bem como a separação lógica dos fluxos de informação, de sinalização e de gestão.

Como se mostra na figura 1, o modelo de referência protocolar satisfaz os princípios da modularidade e independência da tecnologia, definindo os serviços e os protocolos por camadas. As funções de cada camada protocolar são complementadas por primitivas de serviço, através das quais cada camada requer à camada inferior a execução de funções referentes à unidade de dados de serviço (SDU, Service Data Unit) que acompanha a primitiva, ou recebe da camada inferior indicação da disponibilidade de nova SDU. Nos pontos de acesso ao serviço (SAP, Service Access Point), a unidade de dados de protocolo (PDU, Protocol Data Unit) da camada superior corresponde à unidade de dados de serviço (SDU) dessa camada.

As funções das camadas superiores do PRM são dependentes dos serviços e ainda não estão completamente definidas. A camada de adaptação (AAL, ATM Adaptation Layer) executa funções dependentes dos serviços das camadas superiores que são transportados em células pela camada ATM. A camada de adaptação tem duas sub-camadas: a de convergência (CS) e a de segmentação e reassemblagem (SAR). A sub-camada CS é dependente do serviço, tendo por função principal a execução de protocolos no ponto de acesso ao serviço (AAL-SAP), enquanto que a sub-camada SAR segmenta o fluxo de informação recebido da CS em blocos de comprimento igual ao do campo de informação das células ATM, ou reúne os campos de informação recebidos da camada ATM.

A camada ATM é independente dos serviços e da camada física (PL, Physical Layer) que constitui o meio de transmissão. Na camada ATM as células transportam, além do fluxo de informação dos serviços (ATM-SDU), a identificação das conexões de canal e de trajecto Virtual (VCI-VPI), atribuído no estabelecimento ou na renegociação das conexões.

A camada física é constituída por duas sub-camadas: o meio físico (PM) e a de convergência de transmissão (TC).

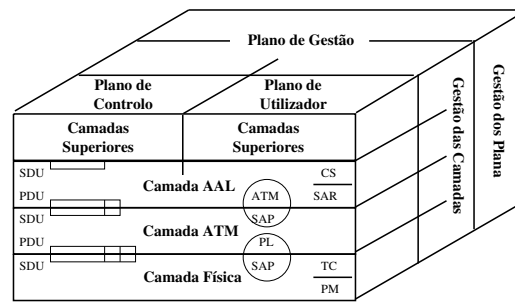


Figura 1: Modelo de Referência de Protocolos ATM, ilustrando a transferência das unidades de dados de serviço (SDU) e de protocolo (PDU), nos pontos de acesso ao serviço (SAP).

### Transparência Semântica e Temporal

Alguns serviços de telecomunicações, principalmente os de débito constante, são actualmente sincronizados pelo ciclo de 8 kHz que caracteriza alguns sistemas de transmissão digitais existentes, não podendo dispensar esta funcionalidade da rede. Noutros serviços, mesmo de débito variável, o conteúdo do fluxo de informação pode estar directamente correlacionado com o instante de geração. Estes serviços terão de dispor de mecanismos de sincronização: - relógio adaptativo, padrão de sincronização, informação temporal explícita; que podem ser executados extremo-a-extremo com base em informações do serviço, ou em sinais de sincronização da rede.

Para especificar os mecanismos de transmissão, a sincronização emissor-receptor e indicação de perda, ou não recuperação de informação recebida com erros, na camada AAL do plano do utilizador do PRM, estão previstos quatro modos de segmentação e reassemblagem, de acordo com as funções necessárias à transmissão e multiplexagem de cada tipo de serviço.

### Sinalização ATM

Para cada direcção de transmissão, existem valores estandardizados para canais e trajectos virtuais que constituem canais permanentes de sinalização. Estes canais, designados de meta-sinalização, permitem o estabelecimento, a atribuição de recursos e a manutenção e libertação de conexões, de canal virtual de sinalização, que atravessam as interfaces de utilizador em conexões ponto-a-ponto ou de difusão. Na interface de acesso, estão previstos canais de sinalização ponto-a-ponto,

de difusão selectiva e de difusão global. O utilizador usa as funcoes protocolares de sinalização para estabelecer conexoes com outros utilizadores, utilizando o canal de meta-sinalização para estabelecimento das conexoes de sinalização. O estabelecimento dos trajectos virtuais pode efectuar-se sem sinalização, com atribuição semi-permanente por subscrição, ou utilizando as funcoes protocolares de meta-sinalização e sinalização para estabelecer conexoes de trajecto virtual.

O plano de gestão do modelo de referência protocolar é responsável pelas funcoes relativas ao processo de meta-sinalização, do mesmo modo que cabe ao plano de controlo gerir as funcoes de sinalização. Os protocolos de sinalização e meta-sinalização serão estruturados hierarquicamente, quer a nível logico, segundo o modelo de referência protocolar, quer ao longo do percurso, entre os utilizadores e as entidades de sinalização envolvidas.

Estes conceitos estão na base da norma conhecida por PNNI (Private Network Network Interface) do ATM Forum [2], que constitui a especificação mais utilizada para sinalização, nas interfaces de acesso e de no de rede, servindo de suporte a algumas applicacoes comerciais.

### **Gestão**

O Modo de Transferência Assíncrono prevê igualmente a geração, a transmissão e o processamento remoto de outras informacoes relativas às funcionalidades de operação administração e manutenção (OAM, Operation and Maintenance) dos sistemas envolvidos. O processamento destas informacoes de controlo será sistematizado de acordo com vários protocolos que servirão de suporte a redes de gestão (TMM, Telecommunications Management Network), onde são transmitidas informacoes dos estados de funcionamento dos diferentes equipamentos, bem como comandos de controlo dos sistemas, e equipamentos envolvidos. Torna-se, assim, possível configurar remotamente os mais diversificados sistemas e equipamentos, produzidos por diferentes fabricantes, em função dos estados de ocupação e de funcionamento dos componentes a rede.

### **Qualidade na Transmissão e Comutação**

Nas interfaces das principais redes digitais de alto débito, as células ATM aparecem multiplexadas, ocupando intervalos temporais que lhes estão reservados em tramas. Os sistemas de transmissão digitais, baseados em agregados multiplexados de tramas, podem ser combinados entre si de uma

forma hierárquica flexível, ou interligados a sistemas electrónicos de comutação espacial e temporal. Outras funcionalidades estão a ser introduzidas nos mecanismos de controlo e de gestão dos sistemas hierárquicos plesiocronos (PDH, Plesiocronous Digital Hierarchy) e síncronos (SDH, Synchronous Digital Hierarchy), que terão particular relevância como suporte de transmissão e comutação das redes ATM. Estas funcionalidades permitirão, para além de averiguar a qualidade de serviço ao nível da transmissão, preceder a realocação de recursos durante a chamada e interligar diferentes sistemas, recorrendo, neste caso, a unidades de interfuncionamento (IWU, InterWorking Unit).

A fiabilidade dos sistemas de transmissão e de comutação tem repercussões imediatas na qualidade do serviço das conexoes estabelecidas, assim como na admissão de novas conexoes. A utilização de fontes de alimentação redundantes é frequente, mas avarias, má utilização, ou má configuração dos sistemas, podem produzir os mais variados efeitos nos mecanismos de controlo de qualidade e nos parâmetros de tráfego, incluindo a perda de continuidade do serviço.

Os sistemas de transmissão poderão ser redundantes, dispondo de linhas suplementares livres para, quando os mecanismos de controlo e gestão detectaram perda de continuidade ou erros de transmissão, substituírem as linhas que apresentem qualidade degradada. Do mesmo modo, as unidades de processamento dos comutadores são também frequentemente duplicadas e configuradas para que, em situacoes de perda de controlo do processador do sistema, se efectue de imediato a transferência das funcoes de controlo para a outra unidade de processamento, sem perda da continuidade do serviço.

A degradação da qualidade de serviço em função do volume de tráfego, pode fazer-se sentir em diferentes variáveis, em função das arquitecturas dos sistemas de comutação. Nas redes de alto débito, os sistemas de comutação de pacotes de cumprimento fixo, como as células ATM, apresentam, genericamente três tipos de arquitecturas: memória partilhada; barramento partilhado; ou matriz de comutação. A partilha intensiva e sistemática da memória do comutador conduz a uma variação do atraso de comutação em função do volume do tráfego, ao contrário da partilha do barramento e da matriz que, garantido atrasos fixos, não excluem a possibilidade de perda, em casos de sobrecarga. Para superar os inconvenientes de cada um destes tipos de arquitectura, estão a ser desenvolvidos comutadores com arquitecturas híbridas, onde existem memorias de diferentes capacidades por onde são encaminhadas as células de conexoes com diferentes qualidades de serviço.

A interligação de sistemas, mesmo que produzidos por diferentes fabricantes, não deve ser factor de degradação da qualidade de serviço. Os organismos de normalização estão empenhados em limitar o ruído electromagnético gerado pelos diferentes equipamentos de modo a reduzir as respectivas interferências e a garantir um ambiente electricamente limpo a todos os utilizadores. A compatibilidade electromagnética (EMC, ElectroMagnetic Compatibility) é, actualmente, um requisito obrigatório de qualquer equipamento de telecomunicações.

### **3. QUALIDADE GLOBAL**

Do ponto de vista comercial, cada operador dispõe de diversos parâmetros e indicadores associados a custos e a lucros de exploração dos diferentes sistemas e serviços, que reflectem a rentabilidade das várias opções de carácter operacional disponíveis. A semelhança dos mecanismos de gestão comercial, que garantem a rentabilidade da exploração dos serviços, seria desejável criar outros mecanismos que conduzam, do ponto de vista tecnológico e operacional, a um objectivo sistemático de incremento da mais valia qualitativa, nas variáveis características dos serviços.

O averiguação do impacto na qualidade de serviço das diferentes opções de controlo e de gestão, obriga à identificação e à consequente quantificação das variáveis características da qualidade.

#### **Variáveis e Funções de Qualidade**

Não existe uma opinião consensual acerca dos requisitos de qualidade que se pretende garantir nas redes de alto débito, dada a pluralidade de critérios que podem presidir à quantificação das variáveis da qualidade de serviço, ou à tomada de acções de controlo, procurando satisfazer um conjunto de objectivos, muitas vezes, contraditórios. É de extrema utilidade a adopção de uma medida global de qualidade que quantifique, numa única função, as diferentes variáveis da qualidade de serviço e os respectivos parâmetros de controlo. Esta função de hiperqualidades deve avaliar e pesar adequadamente, não só, o desempenho dos sistemas de transmissão e de comutação, mas também, as funcionalidades dos conteúdos dos serviços e das aplicações telemáticas, assim como, a forma como estes factores interferem entre si, devido à utilização sistemática de recursos partilhados.

Numa perspectiva de controlo, consideramos três níveis, de variáveis de qualidade: as variáveis específicas que quantificam determinados parâmetros característicos dos serviços ou dos

sistemas que os suportam; as variáveis locais, que quantificam, em cada ponto de referência do sistema, variáveis específicas; e as variáveis globais, que quantificam parâmetros sistémicos independentes ou processados a partir de variáveis específicas ou locais. A partir das variáveis específicas, locais e globais, podem ser então definidas funções de qualidade, de acordo com objectivos de controlo pre-estabelecidos. Estas funções podem ser formuladas por via analítica ou por qualquer outro método numérico ou lógico.

#### **Quantificação e Previsão da Qualidade**

Uma função onde a qualidade é definida e quantificada de acordo com os objectivos de controlo, a nível local ou global, através de um conjunto de funções de variáveis específicas, foi desenvolvida em [4]. Esta função de qualidade integra um conjunto de funções específicas relacionadas com a banda partilhada e com a transparência semântica e temporal, a cada uma das quais está associado um parâmetro de controlo. As funções específicas têm variáveis associadas à banda requerida, à banda disponível, à rejeição de pedidos de conexões e a outros parâmetros de qualidade dos diferentes tipos de serviço, como, por exemplo, taxas de perda de células, atrasos e variações de atrasos.

Nos mecanismos de controlo, a qualidade de serviço, expressa pelas variáveis associadas à transparência semântica e temporal, com base na qual poderão ser tomadas decisões como a aceitação de conexões ou o encaminhamento de chamadas, pode ser observada ou estimada. Para superar a complexidade de cálculo das estimativas da qualidade de serviço, são utilizados frequentemente métodos não algorítmicos na previsão dos principais parâmetros característicos do tráfego. No modelo anteriormente referido, a previsão dos parâmetros de tráfego associados à transparência semântica e temporal é executada por redes neuronais, treinadas pelo algoritmo da Retropropagação, tendo em conta o intervalo temporal para o qual é efectuada a previsão.

### **4. CONTROLO DE TRÁFEGO EM FUNÇÃO DA QUALIDADE**

No modo de transferência assíncrono, o controlo de tráfego será efectuado preventivamente, por controlo de admissão e encaminhamento de chamadas, e reactivamente, por controlo dos parâmetros de utilização e da prioridade das células.

## Admissão de Conexões

Os critérios de admissão de conexões obedecem, genericamente, a dois princípios: estimativa da banda atribuível com garantia da qualidade de serviço negociada; ou estimativa da qualidade de serviço observada para a banda atribuída nessa altura. As técnicas de admissão baseadas no cálculo das estimativas por via analítica utilizam modelos simplificados de tráfego e dos componentes da rede. A utilização de expressões truncadas ou aproximadas é frequente, sobretudo quando o cálculo dos atrasos ou das taxas de perda, em memórias de grande capacidade, exige operações como a convolução do fluxo de informação proveniente de várias fontes de débito variável.

Segundo a técnica para controlo da admissão e encaminhamento de chamadas desenvolvida em [4] e discutida em [5] e [6], são considerados dois níveis de requisitos inerentes à qualidade de serviço que condicionam a partilha de recursos por diferentes tipos de serviço: acesso competitivo; e transparência semântica e temporal. Deste modo, quantificando os requisitos de qualidade de serviço numa função qualidade, condiciona-se a atribuição de recursos a uma nova chamada à alteração prevista na qualidade global provocada por essa chamada. Segundo esta técnica, são utilizadas redes neuronais na previsão das alterações do tráfego provocadas pela inclusão das novas conexões, sendo o controlo de admissão de chamadas efectuado com a seguinte sequência de operações.

1 - Quando surge num ou um pedido de atribuição de recursos a uma chamada, são declarados à entidade de controlo do nó os requisitos de largura de banda, de atraso e de taxa de perda admissível e, obviamente, a linha de saída.

2 - O processador do nó contém uma rede neuronal que é inquirida sobre o estado de carga actual do nó e linha de saída, com e sem a atribuição de recursos à chamada pendente;

3 - Após a resposta da rede neuronal com os padrões de tráfego previsíveis nas duas situações de carga, procede-se ao cálculo da função de qualidade.

4 - Os recursos da rede são atribuídos à chamada se a qualidade em todos os nós e linhas do percurso da chamada for maior com a aceitação das novas conexões.

O critério de admissão de uma nova conexão baseia-se no teste do incremento previsível que a função de qualidade teria, em todos os nós e linhas do percurso da chamada, se a nova conexão fosse aceite. Assim, quando surge um pedido de atribuição de recursos a uma chamada, efectua-se o cálculo da função de qualidade para os casos eventuais do pedido ser aceite ou rejeitado. Os pedidos só são aceites pela entidade de controlo,

que efectuam de imediato a correspondente atribuição de recursos, se a qualidade for maior para o caso de pedido ser aceite do que para o caso de ser rejeitado.

## Encaminhamento de Chamadas

Segundo a técnica anteriormente referida, sempre que o percurso de cada chamada pendente for conhecido, a admissão dessa chamada está condicionada pela qualidade previsível nos componentes da rede utilizados nesse percurso. No caso de haver rotas alternativas, todos os nós e linhas envolvidos nos percursos possíveis são interrogados sobre a qualidade esperada para a nova chamada. A função qualidade, com os parâmetros de controlo adequadamente escolhidos para cada nó e linha, será incluída na função de custo associada à técnica de encaminhamento. A opção mais simples consiste em escolher uma função de custo que inclua uma combinação linear dos valores da função de qualidade em cada componente da rede, tendo em conta, simultaneamente, o número de componentes de cada percurso e os custos de operação de cada componente. Deste modo, o percurso escolhido para encaminhamento das conexões das chamadas será aquele que apresenta maior qualidade global.

## Policimento dos Parâmetros de Utilização

O controlo de fluxo em redes ATM será prioritariamente assegurado pelo controlo de admissão de chamadas. Para além disso, é necessário executar outras acções de controlo e de vigilância dos parâmetros de utilização e detectar, nas interfaces de acesso, a violação dos parâmetros negociados que possam por em causa a qualidade de serviço de todos os utilizadores da rede.

Os mecanismos de controlo de fluxo podem proceder à descarga de células ou à sua marcação para descarga prioritária e devem ser selectivos, detectando e agindo apenas sobre as chamadas que violem os parâmetros negociados. As funções de supervisão procuram assegurar o cumprimento dos compromissos negociados na atribuição de chamadas, sendo por isso implementadas na interface de utilizador. Em interfaces internas da rede, os parâmetros característicos do tráfego referente a uma chamada podem exceder os parâmetros negociados, sem que o utilizador os tenha violado, uma vez que a rede introduz atrasos variáveis em cada célula.

Vários mecanismos de policimento, como o do conta-gotas (Leaky Bucket), o da janela móvel (Jumping Window), o da janela móvel sincronizada (Triggered Jumping Window), o da média deslizante pesada exponencialmente (Exponentially

Weighted Moving Average) e o da janela deslizante (Moving Window), tem sido frequentemente referidos e estão na base de algoritmos de controlo de fluxo, como o GCRA (Generic Cell Rate Algorithm). Os mecanismos do tipo conta gotas e media deslizante pesada exponencialmente são os mais eficientes no policiamento dos parâmetros de utilização. Os restantes mecanismos não são suficientemente flexíveis, na presença de tráfego com flutuações estatísticas de curta duração. O mecanismo da janela deslizante é de implementação comparativamente mais complexa, para valores realistas dos parâmetros a controlar.

### **Variacão do Débito das Fontes**

Em certos serviços não orientados à conexão, nomeadamente em muitas aplicações multimedia e nas aplicações de rede cliente/servidor, a variação dos débitos das fontes em função da disponibilidade de recursos, constitui o principal mecanismo de controlo de fluxo.

Nas redes públicas de alto débito, os mecanismos de controlo do débito das fontes, por acção de mensagens de retorno<sup>1</sup>, exige a introdução de memórias de grande capacidade nas interfaces de acesso e, por isso, tornam-se pouco eficientes. Mesmo assim, e apesar de se esperar que um número significativo de serviços ATM não sejam de débito controlável, existem algumas técnicas de controlo de congestionamento da rede por redução do débito das fontes geradoras.

### **Congestionamentos**

Apesar da eficiência dos diferentes mecanismos de controlo de fluxo, não se exclui a possibilidade de ocorrência de situações de congestionamento, devido, não só, a avarias de equipamentos, utilização maliciosa ou flutuações imprevisíveis do tráfego, mas também, pelo facto do controlo da prioridade de descarga de células e dos parâmetros de utilização ser efectuado por mecanismos de reacção a situações de tráfego indesejadas. A prevenção de congestionamentos e consequência do eficiente controlo da admissão de chamadas e da respectiva alocação de recursos. Eventuais situações de congestionamento serão minimizadas em intensidade, extensão e duração, pelos mecanismos de controlo do débito das fontes de tráfego, da prioridade das células e da prioridade dos serviços.

---

<sup>1</sup> Geradas nos pontos congestionados partir do atraso de transmissão, ou por detecção de descarga de células. Estas mensagens são enviadas, em sentido contrário ao do fluxo de informação, aos nós de origem das fontes geradoras ou à entidade de controlo da rede.

A prevenção e o controlo de congestionamentos têm de ser abordados numa perspectiva multidimensional, combinando acções preventivas e reactivas do controlo de fluxo para assegurar o controlo integrado da capacidade livre nas linhas de transmissão e da ocupação das memórias dos nós, tendo em conta os respectivos tempos de reacção a essas acções de controlo, o que o pressupõe a tomada de decisões de controlo em função das características dos serviços e das qualidades de serviço requeridas.

Os mecanismos de controlo de congestionamentos são de complexidade inferior à dos mecanismos de controlo de admissão de chamadas. Estes mecanismos são complementares e concorrentes, uma vez que não devem ser admitidas novas chamadas em situações de congestionamento.

### **Dimensionamento e Expansão das Redes**

A especificação dos novos serviços telemáticos têm em consideração os aspectos característicos das redes ATM mais relevantes, mas também condicionam o planeamento e expansão de redes. Como é sabido, as estatísticas de tráfego, resultantes da geração das conexões de cada serviço e as células de cada conexão, têm implicações imediatas, não só no dimensionamento das memórias dos nós da rede e da capacidade das linhas de transmissão, mas também nos mecanismos de controlo da admissão de novas conexões e dos parâmetros de utilização. Nesta perspectiva, o processamento das estatísticas de tráfego, utiliza frequentemente três escalas temporais associadas, a três níveis de acções de controlo: nível de célula; nível de actividade de serviço; nível de conexão. Ao nível de célula, a que corresponde, em redes ATM, uma escala temporal da ordem dos micro-segundos, as variações dos intervalos entre células são determinantes no dimensionamento das memórias de retenção de células nos nós. Ao nível de actividade de serviço, correspondendo uma escala temporal da ordem dos milissegundos, ou superior, as relações entre os períodos de actividade e de silêncio de cada serviço condicionam significativamente a aceitação de novas conexões. Ao nível de conexão, com uma escala temporal variável desde segundos a horas, as variações de tráfego são determinantes no dimensionamento da capacidade de transmissão das linhas.

## **5. CONCLUSÕES**

Apesar de Modo de Transferência Assíncrono reunir um conjunto de requisitos que o tornam adequado para suportar uma rede universal de comunicações, espera-se que, um futuro próximo, coexistam dois grandes grupos de sistemas e de

serviços de comunicação: As redes locais, suportando uma variedade de serviços não orientados à conexão, como as aplicações cliente/servidor, em que a qualidade de serviço depende da carga das redes; e as redes públicas de telecomunicações, suportando uma variedade de serviços orientados à conexão, como a transmissão ou difusão de áudio ou vídeo, em que a qualidade de serviço é constante durante as chamadas.

A introdução das tecnologias ATM, onde a qualidade de serviço é negociada, permitirá, progressiva e genericamente, satisfazer os requisitos de todos os serviços de telecomunicações. Numa primeira fase, estão a ser desenvolvidos e normalizados métodos e protocolos para emular redes locais sobre redes ATM e implementar unidades de interfuncionamento entre outros tipos de rede. Deste modo, o fluxo de informação gerado pelas aplicações desenvolvidas para um tipo de rede pode ser encaminhando, transparentemente, por redes ou sistemas ATM e não ATM. Seguir-se-á, o desenvolvimento de aplicações nativas em ATM, que terá como consequência a implementação generalizada dos conceitos relativos à negociação dos parâmetros de tráfego e da qualidade de serviço, bem como, dos mecanismos de controlo de tráfego e de gestão dos recursos partilhados por uma grande variedade e diversidade de aplicações, sistemas, operadores, produtores e utilizadores, numa plataforma universal de comunicação, onde a qualidade constitui um pré-requisito negociável.

## REFERÊNCIAS

[1] <http://www.itu.org/publications/itu-t/itutg.htm>.

[2] <http://www.atmforum.com/atmforum/specs/approved.html>

[3] <http://www.etsi.org>

[4] Joaquim J. S. E. Neves, "Partilha Dinâmica de Recursos em Redes de Comunicação", Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Fevereiro 1996.

[5] J. Joaquim E. Neves, Mário J. Leitão e Luis B. de Almeida, "Neural Networks in B-ISDN Flow Control: ATM Traffic Prediction or Network Medelling?", IEEE - Communications, Magazine, Vol. 33, Nº 10, Pag. 50-56, Outubro, 1995.

[6] Joaquim Esteves Neves, Mário Jorge Leitão, Luis B. de Almeida "Adaptive Technique for ATM Call Admission and Routing Control using Traffic Prediction by Neural Networks", IEEE-International Symposium on Computers and Communications, ISCC'97, Alexandria, Egipto, Julho 1997