Capítulo 5

Conclusão

Este trabalho realizou um estudo sobre mecanismos de Controle de Admissão de Conexão (CAC) para redes ATM. Além disto, foram apresentadas uma caracterização de tráfego das várias classes de serviço existentes e uma análise do ganho de multiplexação estatística nestas redes. Estes estudos são fundamentais para uma melhor utilização e eficiência das Redes Digitais de Serviço Integrado de Faixa Larga (RDSI-FL), que foram projetadas para suportar uma grande diversidade de serviços, cada qual com os seus próprios requisitos de qualidade de serviço, tais como atraso máximo e taxa de perda de células.

No estudo da caracterização de tráfego em redes ATM, constatou-se que as classes de serviço CBR, ABR e UBR apresentam uma caracterização bastante simples e podem ser facilmente gerenciadas a partir da descrição de seus parâmetros de tráfego. Já a da classe VBR é bem mais complexa, devido a grande diversidade de características e requisitos existentes em suas fontes de tráfego. Como conseqüência, diversos são os modelos de tráfego propostos na literatura para a sua descrição. Enquanto as características das fontes de voz são bem conhecidas, pouco ainda se sabe sobre as fontes de vídeo. Entretanto, há um relativo consenso na literatura, para a descrição destas fontes, de que três parâmetros sejam suficientes: a taxa binária de pico, a taxa binária média e o comprimento de rajada. Esta opinião está baseada na relação custo-benefício que existe entre a simplicidade de sua caraterização e baixa complexidade necessária ao seu processamento por parte dos nós das rede.

Embora o gerenciamento do tráfego da classe CBR seja bastante simples, a utilização deste serviço por aplicações com tráfego em rajadas não o é. A principal dificuldade que surge para o usuário está na estimação da banda passante necessária para que a suavização do tráfego em rajadas obtenha a qualidade de serviço desejada e maximize o nível de utilização da rede.

No estudo da multiplexação estatística, foi feita uma avaliação do ganho decorrente de seu uso e do impacto de cada parâmetro de tráfego sobre este ganho. Para isto, foi introduzida uma aproximação do nó de comutação ATM por um modelo fila-servidor, onde o servidor equivale ou a um VP ou a um canal de enlace, compartilhado por diversas conexões de VCs ou VPs, respectivamente.

Da avaliação do impacto dos diversos parâmetros de tráfego sobre o ganho de multiplexação estatística, as seguintes constatações foram feitas:

- a taxa de pico é mais importante quando o número de conexões que são multiplexadas é pequeno, pois o ganho de multiplexação estatística é pequeno e a capacidade a ser alocada por fonte normalmente é próxima a esta taxa. Com o aumento do número de fontes, o índice de rajada passa a desempenhar um papel mais importante, pois o efeito de multiplexação estatística aumenta consideravelmente para fontes com um maior índice de rajada. No caso da multiplexação de 30 fontes e um objetivo de CLR de 10^{-4}, a capacidade necessária por fonte para um índice de rajada igual a 10 é aproximadamente 3 vezes menor que a taxa de pico. Já para um índice igual a 3, esta capacidade reduz de aproximadamente 1.5 (figura 3.5);

- o comprimento médio da rajada tem um impacto maior sobre o ganho de multiplexação estatística quando o seu valor é menor que o tamanho do *buffer* do multiplexador. Para valores maiores que o tamanho do *buffer*, seu valor deixa de ser crítico. No caso da multiplexação de 10 fontes e um tamanho de *buffer* de 50, a capacidade necessária por fonte para um tamanho médio de rajada de 50 é cerca de 1.5 vezes maior que para um tamanho médio de rajada de 5 (figura 3.12);

- a taxa de perda de células também apresenta um grande impacto sobre a multiplexação estatística. Quanto menor for o valor desejado de taxa de perda de células, menor será o ganho a ser conseguido com a multiplexação estatística. A capacidade necessária, por exemplo, para multiplexar 10 fontes com um objetivo de CLR de 10^{-9} (bastante esperado em redes ATM) é aproximadamente 2.5 vezes maior que para um objetivo de CLR de 10^{-2} (figura 3.8);

É importante ressaltar, porém, que os modelos de tráfego utilizados tanto nas simulações quanto na análise teórica não refletem necessariamente a realidade das redes ATM. Esta afirmativa se baseia principalmente no fato de que muitos dos serviços, aplicações e requisitos referentes a estas redes não estão definidos e, mais importante, nem porventura imaginados.

No estudo de mecanismos de CAC, diversos mecanismos propostos na literatura foram apresentados e analisados. Além disto, foi feita uma classificação destes mecanismos para que as suas diferenças pudessem ser melhor compreendidas.

O conceito apresentado nos mecanismos de alocação de capacidades é bastante útil para fins de engenharia, pois a decisão de aceitação ou não de uma nova conexão reside apenas em saber se a capacidade efetiva da nova conexão é maior ou não que a capacidade disponível no canal de transmissão. Esta simplicidade, contudo, como foi observado, pode reduzir sensivelmente o ganho de multiplexação estatística. Algumas das extensões propostas para este método atentam para este detalhe e conseguem um melhor desempenho. Contudo, mais análises são necessárias para a validação destes modelos.

Os mecanismos de reservas rápidas apresentam um bom desempenho quando fontes com períodos de rajadas muito longos e de rara ocorrência são multiplexadas, pois, nestes casos, alocar recursos da rede por toda a duração da conexão pode ser muito dispendioso. Entretanto, como mostrou sua análise, seus resultados são bastante superestimados quando se multiplexa fontes com tamanhos de rajada menores. Em alguns casos, a taxa de perda de células é superestimada em mais de 5 ordens de grandeza (figura 4.14). Em razão disto, a sua utilização em um ambiente heterogêneo tende a ser pouco eficiente.

A idéia apresentada na aproximação não-paramétrica é muito interessante, pois nenhum modelo de tráfego é assumido e a taxa de perda de células é estimada com base apenas nos parâmetros de tráfego fornecidos pelo usuário. Isto vai de acordo com os objetivos das RDSI-FL em atender serviços com as mais diversas características. Contudo, assim como os mecanismos de reservas rápidas, seus resultados tendem a ser bastante superestimados, principalmente para tráfegos com períodos curtos de rajada. Em algumas vezes, este método chega a superestimar a taxa de perda de células em várias ordens de grandeza (figura 4.17).

Os métodos dinâmicos inovam pelo fato de que o controle de admissão é feito com base não apenas nos parâmetros especificados pelo usuário, mas também nos valores medidos de tráfego. Com isto, a interface entre o usuário e a rede pode ser simplificada sem a contrapartida da perda de eficiência, pois, mesmo que ocorra uma superestimação inicial, o seu efeito é diminuído ao longo do tempo. Entretanto, a avaliação destes métodos é bastante difícil, visto que a sua eficiência está diretamente associada a acurácia dos esquemas de medição. Além disto, questões como qual a freqüência necessária para a atualização de seus dados e como o mesmo vai se comportar perante variações rápidas no tráfego da rede permanecem em aberto.

As variações de atraso de células (CDV) exercem um grande impacto sobre os mecanismos de CAC, como foi visto no capítulo 4. Para tratar destas variações, diversos métodos foram apresentados, cada qual possuindo suas vantagens e desvantagens. No entanto, nem sempre é possível aplicar alguns destes métodos em particular, já que a ocorrência do CDV pode existir em diversos lugares na rede. Assim, uma combinação destes métodos pode e deve ser utilizada.

Na análise de todos os mecanismos de CAC apresentados, constatou-se que a eficácia destes varia bastante de acordo com a faixa de parâmetros de tráfego utilizada e com os objetivos de QoS desejados. Enquanto alguns são mais adequados para os casos onde o ganho de multiplexação estatística é grande e/ou para taxas de perda de células mais altas, outros o são para os casos onde o impacto de cada fonte isoladamente é mais significativo e/ou para taxas de perda de células mais baixas. Portanto, a decisão sobre qual o mecanismo mais adequado depende bastante de qual o tráfego mais esperado, ou seja, com maior probabilidade de ocorrência. Todavia, é certo que a abrangência destes mecanismos deve ser a maior possível de modo a ser eficiente para uma maior faixa de valores possíveis.

O compartilhamento de recursos entre classes com diferentes objetivos de QoS continua sendo um desafio a ser vencido. O método híbrido, apresentado no capítulo 4, representa uma tentativa neste sentido, porém ainda bastante simples por apenas considerar dois níveis diferentes de QoS.

Como sugestões para trabalhos futuros, podem ser citados o desenvolvimento de modelos mais gerais para fontes de vídeo, um estudo da multiplexação estatística entre classes com características e requisitos bem diferentes, uma melhor análise dos mecanismos de CAC dinâmicos e uma incorporação destes mecanismos à arquitetura de implementação GTA/MM sobre uma plataforma ATM.

Este trabalho representa o primeiro passo na implementação de mecanismos de controle de admissão destinados a um sistema integrado para aplicações multimídias a ser desenvolvido pelo GTA.