

# Qualidade de Serviço para Entretenimento Eletrônico

Robson dos S. França<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Rua Santa Adélia, 166 - Bangu 09.210-170 – Santo André – SP – Brazil

robson.franca@ufabc.edu.br

**Abstract.** *This article points out some of the network issues found in Electronic Entertainment, especially the Quality of Service (QoS) issue. In order to achieve that, two papers describing these issues were analyzed and conclusions were made based on them. Since games have distinct needs from ordinary network applications (like Web Browsers) a short description of these needs is provided as well.*

**Resumo.** *Este artigo destaca algumas questões de redes de computadores em entretenimento eletrônico, especialmente a questão da qualidade de serviço (QoS). Para fazer isso, dois artigos que descrevem tais questões foram analisados e algumas conclusões foram obtidas. Devido ao fato que os jogos têm necessidades distintas de aplicações de rede tradicionais (como os Web Browsers), uma descrição sucinta dessas necessidades também é fornecida.*

## 1. Introdução

A área de entretenimento eletrônico tem crescido nos últimos anos. E os jogos para vários jogadores online estão se tornando cada vez mais populares, provocando o surgimento de mundos e comunidades virtuais na Internet [Kuan-Ta Chen and Lei 2006].

Com o aumento da popularidade, também ocorre um aumento na demanda dos serviços de rede. Um aumento tanto quantitativo como qualitativo. O atendimento dessa demanda torna-se cada vez mais custoso e urgente. A cada dia novos usuários acessam a Internet, interagindo das mais diversas formas, usando as mais novas tecnologias de acesso e de transmissão de dados, como as conexões DSL, que utilizam a mesma fiação e estrutura das linhas telefônicas convencionais, mas possibilitando a comunicação em velocidades mais elevadas do que as conexões baseadas em *modems*.

Contudo, mesmo com tais avanços, uma questão ainda persiste: a qualidade do serviço. Vários cientistas, tecnólogos e estudiosos da área de comunicação e redes se dedicam para entender como certas aplicações - como os jogos, por exemplo - se comportam na rede. Isto envolve tráfego, técnicas de compressão de dados, roteamento e o item mais crítico de todos em relação aos jogos eletrônicos para vários jogadores: a latência.

Este artigo, baseado em dois textos com estudos sobre o tema, irá realizar uma análise e posterior discussão sobre certos “mitos” e dilemas na área.

## 2. Jogos com Vários Jogadores

Pode-se definir um jogo eletrônico como uma máquina de estados finita, que pode receber suas entradas em outros dispositivos além daqueles tidos como tradicionais. Da mesma forma, sua saída é normalmente apenas visual e sonora.

A maioria dos jogos possui um ciclo de iteração principal, chamado de ciclo de jogo ou *Game Loop*. Esse ciclo costuma ser relacionado com o tempo de atualização da tela, que assume valores de 13 a 33 milissegundos. Isto implica que, mesmo que a entrada possa ser lida rapidamente, a sua interpretação dentro do ciclo do jogo ocorre dentro desse intervalo de tempo. Felizmente os mecanismos de entrada são normalmente mais lentos, o que permite ler esses dispositivos a cada dois ou mesmo três ciclos de jogo.

Alguns jogos utilizam um mecanismo de predição de estado. Como a comunicação com o servidor não é imediata, a aplicação rodando no cliente não pode esperar essa comunicação para continuar o seu processamento. Por isso, o jogo no lado cliente faz uma extrapolação de certas informações, como o estado do jogo e a posição dos jogadores por exemplo, e ajusta essa extrapolação de acordo com as respostas do servidor. A precisão dessa extrapolação está diretamente relacionada com a quantidade de informação recebida pelo cliente o que, por sua vez, está relacionado com a velocidade em que a informação é transmitida e recebida [Adams 2004].

Os primeiros jogos com vários jogadores eram limitados. Apenas um jogador poderia interagir com o computador por vez. Os jogadores eram obrigados a jogar em turnos. Os jogos que permitiam o acesso de dois ou mais jogadores simultâneos eram simplificados, de modo a minimizar o impacto no processamento.

Nos anos 90, com a popularização dos computadores compatíveis com o padrão IBM PC, já era possível utilizar dois equipamentos, conectados pela porta serial padrão RS-232C. No entanto o grande impulso para os jogos com vários jogadores foi a popularização das redes locais.

Primeiramente os jogadores aproveitavam dos recursos disponíveis nos seus locais de trabalho. Em seguida, com o uso de moduladores-demoduladores ou *modems*, os usuários passaram a se conectar pela linha telefônica. Diversas empresas e indivíduos com melhores conexões com a Internet passaram a hospedar servidores de vários jogos, com ênfase nos jogos de aventura baseado em texto (MUD).

O avanço nos computadores rumo à multimídia promoveu os jogos eletrônicos a um novo patamar gráfico, sonoro e de interatividade. Jogos com gráficos tridimensionais, como os jogos de tiro em primeira pessoa<sup>1</sup> foram responsáveis pela disseminação e pela criação de comunidades de jogadores, chamadas de *clans*. Mais recentemente, outro segmento ganha força: os RPG's (Role-Playing Games<sup>2</sup>) para grandes grupos de jogadores online simultâneos, denominados MMORPG (Massive Multiplayer Online RPG). Com um público-alvo altamente exigente, a demanda por qualidade de serviço é igualmente crescente.

Nos jogos com vários jogadores pode-se utilizar a arquitetura cliente-servidor ou ponto-a-ponto, de acordo com o número de jogadores, a interação entre eles, etc. Nos MMORPG's é utilizada a arquitetura cliente-servidor. O servidor, nessa arquitetura, é responsável por manter o estado do jogo, transmitir esse estado para todos os jogadores, receber certas informações dos jogadores (como movimentação, status, etc.) e validar essas informações para impedir a ação de trapaceiros [Adams 2004].

---

<sup>1</sup> *First-person shooters* em inglês

<sup>2</sup> Literalmente "Jogos de Encenação de Papéis"

**Tabela 1. Pessoas de 10 anos ou mais de idade que utilizaram a Internet, segundo a finalidade de acesso à Internet - 2005 (fonte: IBGE)**  
 (\* Inclusive as pessoas que utilizaram a Internet para mais de uma finalidade)

<b>Finalidade</b>	<b>Número de pessoas</b>
<b>Total</b>	<b>32.109.939</b>
Educação e Aprendizado *	23.020.996
Comunicação com outras pessoas *	22.040.184
Atividade de lazer *	17.432.108
Leitura de jornais e revistas *	15.065.370
Interação com autoridades públicas ou órgãos do governo *	8.810.894
Comprar ou encomendar bens ou serviços *	4.395.891
Transações bancárias ou financeiras *	6.135.728
Buscar informações e outros serviços *	7.852.581

O volume de informação é relativamente reduzido. Entretanto, como essas informações devem ser passadas a cada ciclo de jogo ou a cada mudança de estado dentro do jogo, o número de pacotes que são transmitidos por segundo é relativamente alto, em comparação com outras aplicações. Este é um fator extremamente importante quando a qualidade de serviço é estudada no âmbito dos jogos eletrônicos.

### **3. Qualidade de Serviço**

A Qualidade de Serviço, também conhecida pelo acrônimo em inglês QoS ou *Quality of Service* está relacionada com a capacidade de reservar recursos de rede de acordo com as necessidades de cada serviço.

Os quatro parâmetros que definem as necessidades de cada serviço ou fluxo de informações na rede são confiabilidade, retardo, flutuação e largura de banda [Tanenbaum 2003].

Como foi visto anteriormente, a necessidade dos jogos eletrônicos para vários jogadores é bem distinta das demais aplicações utilizadas em rede ou na Internet. Dois itens serão levantados para demonstrar essas diferenças.

#### **3.1. Protocolos da Camada de Transporte**

Segundo [Tanenbaum 2003], o protocolo da camada de transporte está no cerne da comunicação em rede, com os demais protocolos de níveis mais baixos e mais elevados em volta dele. Inclusive, entre os seus objetivos, está a oferta de um serviço confiável e eficiente.

Os dois protocolos da camada de transporte utilizados na Internet por rede IP são o *Transmission Control Protocol* ou TCP e o *User Datagram Protocol* ou UDP. As principais características destes protocolos estão listadas na Tabela 2.

Em uma primeira análise, pode-se supor que o protocolo TCP é o mais adequado para todas as operações em jogos eletrônicos. Na realidade os pontos fortes do TCP tornam-se seus pontos fracos. No estudo descrito em [Kuan-Ta Chen and Lei 2006], as necessidades dos jogos eletrônicos e a maneira como estes utilizam a rede não é beneficiada pelos mecanismos oferecidos pelo protocolo TCP.

**Tabela 2. Características dos Protocolos TCP e UDP**

<b>Característica</b>	<b>TCP</b>	<b>UDP</b>
Comunicação	Baseada em fluxo	Baseada em datagrama
Permite broadcast em rede local	Não	Sim
Garantia de recepção	Alta	Normal/Baixa
Quebra do conteúdo em pacotes	Sim	Não

Considerando que os pacotes transmitidos pelos jogos online são pequenos, o cabeçalho acrescentado pelos protocolos TCP e IP corresponde a cerca de 46% do total de banda utilizado. Isto significa que o cabeçalho do pacote pode consumir até quatro vezes mais largura de banda do que a própria informação enviada pela aplicação. Além disso, o protocolo TCP garante que as informações cheguem ao seu destinatário na ordem correta, byte a byte. No entanto, dada a natureza da própria internet, os pacotes que compõem a mensagem chegam de maneira aleatória e qualquer pacote perdido implica em mais atrasos.

Outro fator desabonador do TCP é o controle de congestionamento de tráfego, que é baseado no fato que a aplicação irá transmitir toda a informação que necessita até o limite da rede. Porém os jogos necessitam enviar pequenos blocos de informação, e enviam até o limite da aplicação em si. Isto resulta em latência sempre que o jogo enviar grandes quantidades de informação, seguida por breves momentos de ociosidade. O último fator levantado pelo estudo é o fato de que o algoritmo de retransmissão rápida utilizado pelo TCP é ineficiente devido ao tamanho reduzido dos pacotes e o tráfego bidirecional. Com isso, 99% dos pacotes perdidos não são detectados pelo transmissor até que ocorra um *timeout*, o que leva a uma latência média de 700ms, comparada com a latência de 185ms de pacotes enviados sem perdas [Kuan-Ta Chen and Lei 2006].

O estudo analisou o tráfego do jogo ShenZhou Online, um MMORPG baseado no protocolo TCP. Este jogo pode ser considerado uma exceção, pois vários jogos MMORPG utilizam o protocolo UDP. Além disso, a maioria dos jogos online utiliza esse protocolo, pois permite uma transmissão mais simples e rápida, o que é essencial em certos jogos que necessitam de uma resposta rápida do jogador, como os jogos de tiro em primeira-pessoa.

### **3.2. As Redes DSL**

A redes DSL<sup>3</sup> surgiram para que as operadoras telefônicas pudessem oferecer um serviço de conexão à Internet em velocidades superiores às conexões discadas tradicionais, mantendo a mesma estrutura telefônica existente. O primeiro passo foi retirar um filtro - utilizado para otimizar a comunicação por voz - das linhas dos usuários assinantes do serviço, retirando uma restrição de banda de 4000 Hz para que seja possível usar toda a banda disponível entre o ponto de acesso do usuário e a central telefônica. Em seguida, a banda é dividida em canais, sendo que normalmente um deles é reservado para voz, outros são reservados para *upstream*<sup>4</sup> e outros para *downstream*<sup>5</sup>. Como os usuários normalmente “baixam” mais conteúdo do que enviam, são reservados mais canais para *downstream* do

<sup>3</sup>Digital Subscriber Line ou Linha Digital do Assinante

<sup>4</sup>Comunicação do usuário para a rede

<sup>5</sup>Recebimento de informações da rede pelo usuário

que para *upstream*. Quando isto ocorre trata-se de uma rede assíncrona, e é nomeada ADSL. A velocidade de uma rede desse tipo costuma ser de, no máximo, 8 Megabits por segundo [Tanenbaum 2003].

No estudo descrito em [Wright and Tischer 2004], há uma descrição dos tipos de jogos online, e dos requisitos de rede para jogos online. Em seguida, os autores do artigo apontam oito falácias relacionadas com jogos online. Essas falácias são:

**A rede é confiável** Em redes locais e de tamanho reduzido, raramente ocorrem falhas. No entanto, em redes amplas (WAN<sup>6</sup>) com um maior número de elementos dentro da rede, há uma maior probabilidade de falhas. Os jogos online normalmente mascaram as falhas de rede pela aplicação, o que implica que o jogo deve estar preparado para essas falhas.

**Latência é zero** Nos jogos que exigem uma resposta rápida do jogador, o tempo de latência deve ser menor que o tempo de reação do jogador. Os componentes principais da latência são o tempo de atraso na propagação e o tempo de transmissão dos pacotes. O jogador com acesso mais lento determina a latência na transmissão. As redes DSL com taxas de *downstream* de 1.2Mb/s podem reduzir o tempo de envio de um pacote de jogo típico de 333 milissegundos para 1 milissegundo, mesmo considerando as redes assimétricas pois os jogos com arquitetura Cliente/Servidor não necessitam de altas taxas de *upstream*.

**Largura de Banda é infinita** Parte-se do pressuposto que a banda é infinita em redes locais, pois é mais rápida que as necessidades de E/S dos usuários. Em uma rede WAN, o gargalo está exatamente no acesso dos usuários aos serviços. Alguns jogos são adaptados para conexões lentas como a discada.

**A rede é segura** Rodando o jogo em uma única estação, é possível concentrar todos os esforços de segurança em um único ponto. Com aplicações distribuídas, utilizadas por vários usuários simultaneamente, há mais pontos de ataque disponíveis. Assim, mecanismos de segurança são necessários e eles causam um impacto no processamento do jogo que resulta num impacto na performance de rede.

**A topologia nunca muda** As redes WAN apresentam diversos tipos de equipamentos e interconexões que fornecem redundância à rede, sempre com o objetivo de manter a rede acessível. Porém devido as mudanças frequentes na topologia, podem ocorrer desequilíbrios na performance dos usuários.

**Só há um administrador** Jogos para vários jogadores online na Internet podem ter vários jogadores, espalhados em várias regiões do mundo. Por isso há a necessidade de vários administradores, mantendo os servidores do jogo em regiões mais próximas dos usuários.

**Custo do transporte é zero** O custo de transporte em uma rede local tende a ser distribuído pelo custo operacional. Em uma rede WAN, o custo é distribuído entre os usuários para manter a viabilidade econômica dos custos em uma infraestrutura compartilhada.

**A rede é homogênea** Além de diferentes formas de acesso à Internet, há também diferentes dispositivos, como consoles e computadores. Isso sem contar dispositivos móveis. Tudo isso leva a uma heterogeneidade da rede, que estimula a ampliação da estrutura dos servidores de jogos para comportar tantos dispositivos diversos.

---

<sup>6</sup>Wide Area Network Redes de Área Ampla

Os autores do artigo citam algumas vantagens do uso de jogos online rodando em provedores de serviços de aplicação presentes em redes DSL. Entre elas destacam-se a proximidade destes servidores com as estações dos usuários, minimizando a latência; a facilidade no gerenciamento dos recursos de rede; uma certa homogeneidade entre os pontos dentro da rede DSL [Wright and Tischer 2004].

**Tabela 3. Pessoas de 10 anos ou mais de idade que utilizaram a Internet no domicílio em que moravam, segundo o tipo de conexão à Internet no domicílio - 2005 (fonte:IBGE) (Inclusive as pessoas sem declaração do tipo de conexão à Internet no domicílio.)**

<b>Tipo de Conexão</b>	<b>Usuários</b>
<b>Total</b>	16.064.673
Somente acesso discado	8.377.146
Somente acesso por banda larga	6.616.264
Acesso discado e por banda larga	1.069.472

#### **4. Discussão e Conclusões**

O artigo que trata da performance do protocolo TCP em jogos online [Kuan-Ta Chen and Lei 2006] realizou uma análise mais estatística e com forte apoio técnico. Os autores propõem algumas soluções que podem ser utilizadas no projeto dos protocolos de transporte dos jogos. Entre essas soluções destacam-se o uso de múltiplos fluxos de comunicação, deixando as mensagens mais independentes entre si; e o suporte à entrega de pacotes tanto em ordem como fora de ordem. Entende-se que tais medidas são importantes para garantir o mínimo de qualidade durante o jogo. No entanto, uma questão permanece: como medir a qualidade de serviço se o serviço é um jogo para vários jogadores?

Considerando-se um jogo que possui somente jogabilidade online, isso significa uma experiência uniforme para a maioria dos usuários, ou seja, que a informação do estado do jogo esteja disponível para os usuários simultaneamente, sem grandes atrasos entre eles. A confiabilidade da informação pode ficar em segundo plano, em alguns casos.

Um conhecimento mais aprofundado da estrutura das redes de computadores, em especial da Internet, é fundamental para projetar e desenvolver jogos dessa natureza. As métricas de qualidade de serviço usadas normalmente em aplicações convencionais podem não ser as mais adequadas para jogos. Com pacotes pequenos e enviados a intervalos regulares, a infraestrutura presente no protocolo TCP para garantir que a informação chegue ao seu destino pode acrescentar tantos atrasos que a informação torna-se inútil. Um pacote enviado por um servidor de jogos online tem validade, e a resposta do usuário é determinada principalmente pelas informações que este recebe. Informações antigas podem ser a diferença entre a satisfação e a frustração.

Em raros casos o uso do protocolo TCP é recomendado. Por exemplo, para *chat's* textuais ou para o download de conteúdo. Como a garantia do envio da informação neste caso é mais importante que o tempo (pois não há reação do usuário), o TCP torna-se

mais adequado do que o UDP. Portanto, em algumas situações, o ideal é combinar os protocolos da camada de transporte.

De acordo com pesquisas realizadas pelo IBGE, o número de brasileiros com acesso à Internet e o número de brasileiros que possuem Internet com banda larga em suas residências é incipiente. Pelo artigo [Wright and Tischer 2004], com a ampliação das redes DSL, há um aumento na qualidade de serviço graças à diminuição da latência e do aumento da banda. Entretanto, ainda não é possível remover totalmente a latência, pois ela continuará existindo devido a heterogeneidade da Internet, com todas as suas interconexões, roteamentos e dispositivos de acesso variados. Toda e qualquer medida para minimizar a latência, tanto por um planejamento da arquitetura de rede, como no projeto do jogo (tanto no ambiente cliente como servidor), deve considerar todos esses fatores.

## **Referências**

- Adams, J. (2004). *Programming Role Playing Games with DirectX*. Thomson Course Technology.
- Kuan-Ta Chen, Chun-Ying Huang, P. H. and Lei, C.-L. (2006). An empirical evaluation of tcp performance in online games. *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de Computadores*. Editora Campus.
- Wright, S. and Tischer, S. (2004). Architectural considerations in online game services over dsl networks. *IEEE Communications Society*.