

Jogos On-line: Estudo sobre QoE e QoS

João Carvalho, João Oliveira, Paulo Carvalho
Universidade do Minho, Departamento de Informática
4710-057 Braga, Portugal

Email: {a43137}{a43133}@alunos.uminho.pt, pmc@di.uminho.pt

Resumo—Este artigo apresenta um estudo de serviços actuais e emergentes suportados na Internet em torno dos jogos on-line. São abordados os requisitos de desempenho que os jogos mais exigentes impõem às redes TCP/IP, a qualidade de serviço prestada pelos ISPs e também a qualidade experienciada pelos jogadores em Portugal.

A realização deste estudo assenta no contacto directo com alguns dos principais produtores de jogos para obter informações quanto ao seu funcionamento, em entrevistas a jogadores para saber as suas opiniões sobre os serviços que utilizam, discutindo-se ainda possíveis soluções com profissionais que trabalham para fornecedores de serviços de Internet em Portugal.

Neste contexto, apresentam-se os resultados da análise e do estudo efectuado, identificam-se e quantificam-se os principais parâmetros de QoS, e propõem-se possíveis soluções para melhorar tanto a qualidade de serviço como a qualidade de experiência deste tipo de aplicações.

I. INTRODUÇÃO

A indústria dos videojogos tem revolucionado muitas áreas da informática tendo, em particular, um impacto relevante na comunicação de dados em redes TCP/IP. Actualmente os jogos não se resumem apenas a um jogador. O uso generalizado da Internet tornou possível a ligação de vários jogadores em simultâneo. Assim os modos multi-jogador tornaram-se muito populares e a maioria dos produtores de jogos investe cada vez mais nesta vertente [1].

Com o aumento dos jogos com modos multi-jogador e com a evolução da Internet surgiu o conceito “Professional On-line Gaming” e os jogos multi-jogador mais populares passaram a ser conhecidos como “e-sports”¹. Existem actualmente várias equipas, dedicadas a diversos jogos, patrocinadas por fabricantes de hardware ou de software que competem a diferentes níveis dentro dos jogos on-line. O World Cyber Games² ou a Electronic Sports World Cup³ são apenas exemplos de competições que se podem encontrar actualmente.

Assim, a indústria de jogos veio a tornar-se mais complexa. Cada vez mais os fabricantes têm que se preocupar não só com a parte de lazer do jogo mas também com a parte

¹O termo e-sports (desportos electrónicos) é utilizado na generalidade para descrever os jogos em que se compete profissionalmente.

²World Cyber Games - WCG - é um evento internacional de e-sports ao estilo dos jogos Olímpicos. Existe desde 2000 e foi sempre patrocinado pela Samsung, e desde 2006 pela Microsoft. Até 2004 foi organizado em Seoul, e desde então passou a ser organizado em cidades diferentes todos os anos.

³Electronic Sports World Cup - ESWC - é um campeonato mundial de e-sports. Todos os anos os vencedores dos qualificadores nacionais de cada país representam as suas nacionalidades na grande final da ESWC. É um dos eventos mais populares do online gaming profissional.

competitiva. Existem cada vez mais jogos dedicados apenas à vertente multi-jogador, como é caso dos MMORPG's⁴ como World of Warcraft ou Star Wars: The Old Republic, ou dedicados ao jogo profissional, como por exemplo o StarCraft 2. Este último, devido ao enorme sucesso na Coreia do Sul onde foi declarado desporto nacional, inclui uma panóplia de ferramentas, para os comentadores e espectadores, para a prática profissional do jogo, ou como o Trackmania que foi desenvolvido especificamente para a ESWC.

Como tal, a necessidade de ter uma ligação de rede com um desempenho adequado tornou-se vital para os jogadores mais competitivos. A qualidade da ligação passou a ser um ponto essencial, pois nenhum jogador quer perder a vantagem de ter as melhores condições para a prática do on-line gaming para o seu adversário [1].

Neste contexto, e também na perspectiva dos fornecedores de serviço, há uma clara necessidade de um conhecimento real e prático da qualidade de serviço e de experiência que este tipo de aplicações encerra. Esse conhecimento permitirá criar perfis de serviço de rede específicos para dar resposta adequada a um segmento importante do tráfego Internet.

Assim, este artigo estuda e caracteriza os principais tipos de jogos on-line sobre redes TCP/IP, identificando os seus requisitos, e avalia a experiência efectiva sentida por jogadores “casuais” e “profissionais”. São também apresentadas possíveis recomendações para mitigar alguns problemas existentes nos serviços associados a este tipo de aplicações. Desta forma, este estudo contribui para um melhor conhecimento de uma componente importante do tráfego de rede, permitindo efectuar um melhor ajuste do perfil dos serviços oferecidos, e consequentemente, aumentar a qualidade de serviço experienciada pelos utilizadores.

Este documento está organizado como se segue: os conceitos de qualidade de experiência e de serviço são brevemente resumidos na Secção II, os diferentes tipos de jogos on-line, bem como os seus requisitos de qualidade e percepção dos utilizadores, são analisados na Secção III e as conclusões são incluídas na Secção IV.

⁴MMORPG, (do inglês Massively Multiplayer On-line Roleplay Game ou Interpretação de Personagem On-line em Massa para Múltiplos Jogadores) é um jogo que permite a milhares de jogadores criarem uma (ou mais) personagens num mundo virtual dinâmico.

II. QUALIDADE DE EXPERIÊNCIA E DE SERVIÇO

A. Qualidade de Experiência

QoE ou QoX (Quality of Experience), Qualidade de Experiência, é um conceito que representa a percepção que o utilizador tem sobre a qualidade de um determinado serviço. Embora a QoE não possa muitas vezes ser quantificada numericamente, é um dos indicadores mais importantes na avaliação da experiência do utilizador. É do interesse das empresas de jogos bem como dos fornecedores de serviço IP que a QoE seja o melhor possível.

Para os utilizadores finais, satisfazer os seus objectivos e expectativas é o que realmente importa. Isso faz com que a QoE seja um conceito bastante subjectivo porque há utilizadores mais fáceis de agradar do que outros e com comportamentos/expectativas distintas. Contudo, apesar da subjectividade inerente, é muito útil para se avaliar a percepção dos utilizadores face aos serviços prestados.

“A única maneira de saber o que os utilizadores pensam do teu serviço é vê-lo pelos seus olhos.”

Daniel R. Scoggin

B. Qualidade de Serviço

QoS (Quality of Service), Qualidade de serviço, é genericamente definida como o nível de desempenho e de garantia que a rede deve satisfazer face aos requisitos do tráfego e do serviço. Implementar QoS numa rede normalmente implica controlar o tráfego que se admite na rede, definindo prioridades e limites de QoS ajustados aos contratos de serviço negociados com os utilizadores. A QoS, ao contrário da QoE, é mais comum ser definida numericamente com vários parâmetros específicos de qualidade de um serviço de rede, ou de um determinado grupo de aplicações específicas. Resumidamente, podem-se especificar alguns dos parâmetros usados na avaliação da QoS nos jogos on-line [10]:

- **Latência** também chamado atraso, ou mais vulgarmente pelos jogadores *lag* (*latency at game*) ou *ping*, é o tempo, geralmente em *ms*, que o tráfego demora desde que sai do cliente e chega ao servidor ou vice-versa;
- **Taxa de transferência** ou **Débito** é a quantidade de dados transferidos entre cliente e servidor num determinado intervalo de tempo;
- **Perda de pacotes** ou *packet loss*, é a quantidade de pacotes que foram perdidos durante a transmissão entre cliente e servidor devido a degradação do sinal na rede, congestão na rede, etc;
- **Estrangulamento** ou *choke*, acontece quando um emissor tenta enviar uma quantidade de dados que o receptor, por diversos motivos, não consegue receber;
- **Estabilidade de ligação**, é a capacidade da rede manter a comunicação de dados, sem quebra de serviço;
- **Largura de banda** é a capacidade de transmissão da rede ou da ligação.

Os modelos de QoS mais comuns têm origem no IETF (Internet Engineering Task Force) e são o *Diffserv* [2] e o *IntServ* [11]. Mais popular, o *Diffserv* consiste, basicamente,

em diferenciar os pacotes, marcando-os em classes de serviço pré-determinadas enquanto que o *IntServ* usa um sistema de reserva de recursos (largura de banda, buffers, etc.) ao longo de um percurso de rede numa perspectiva fim-a-fim.

C. Relação QoE\QoS

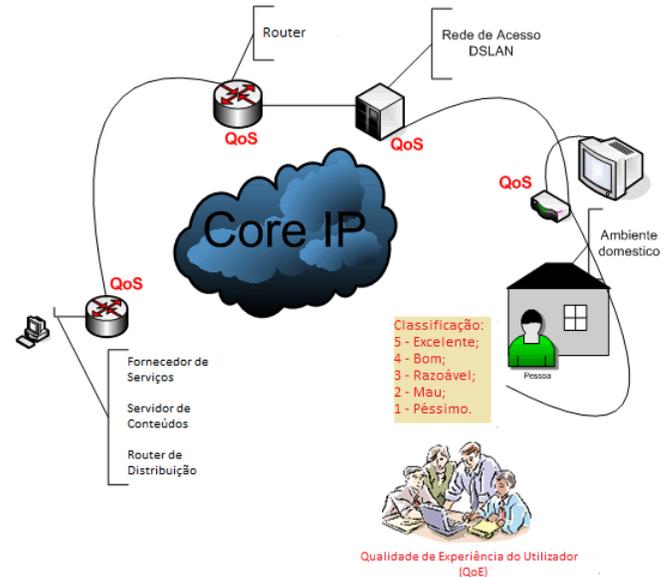


Figura 1. Diagrama exemplo da QoE e da QoS.

Como ilustrado na Fig. 1, a QoS relaciona-se com os mecanismos aplicados ao nível dos equipamentos de rede, enquanto a QoE é relativa à opinião dos utilizadores sobre a qualidade do serviço que usufruem. Por isso, a implementação de QoS deve também ser focada na perspectiva do utilizador, de maneira a proporcionar a qualidade necessária para satisfazer os níveis de QoE dos utilizadores.

III. ESTUDO PRÁTICO DA QoE E QoS

O presente estudo e pesquisa assentam numa amostragem efectiva de aproximadamente duzentos jogadores portugueses. A pesquisa incluiu num inquérito com cerca de dez perguntas sobre as preferências dos jogadores, problemas encontrados diariamente e a sua satisfação com o serviço que lhes é disponibilizado. Estudaram-se também as características e o funcionamento de alguns dos jogos mais importantes de cada tipo.

A. Tipos de jogos e o que exigem da rede

Dentro do universo dos e-sports existem vários tipos de jogos a explorar. No entanto abordam-se em mais detalhe apenas os três tipos mais populares evidenciados no inquérito efectuado (Fig. 2): First Person Shooters (FPS⁵), Real Time

⁵FPS, ou Atirador na Primeira Pessoa é um tipo de jogo sob o ponto de vista da primeira pessoa em que se controla uma personagem livremente num cenário carregando armas de fogo.

Strategy (RTS⁶) e Massively Multiplayer On-line Role Play Game (MMORPG).

Abordam-se apenas estes três tipos, não só por serem os mais populares, mas também por serem os mais exigentes para as infra-estruturas e serviços de rede, cada um de um diferente modo [3] [4] [5].

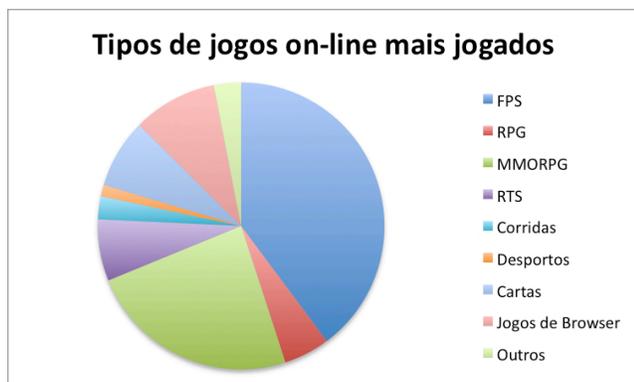


Figura 2. Distribuição dos tipos de jogos on-line mais populares.

1) *FPS*: Os First Person Shooters são dos jogos mais antigos a permitirem multi-jogador. Este tipo de jogos não requerem muita largura de banda, mas exigem ligações com baixa latência. Como são jogos muito rápidos (em termos de jogabilidade) a necessidade de actualizar os dados é prioritária. Actualizar as acções e posições dos jogadores, bem como os projecteis (dependendo do motor do jogo - há jogos onde os projecteis não existem, apenas é validada a posição da mira no cliente) é vital e, como tal, os servidores têm que actualizar todos os clientes em tempo real.

Assim, apesar da largura de banda não ser o mais essencial, a latência deve ser tida em conta como o parâmetro de QoS crítico. A latência é tão importante para os jogadores de FPS que em praticamente todos os jogos do género, no menu em que são mostrados todos os servidores que se podem aceder, o jogador vê várias informações sobre o jogo como, por exemplo, o nome do servidor, o mapa de jogo, o número de jogadores e também a latência que o jogador tem nesse momento para o servidor.

Além disso, os jogos deste género dão a hipótese ao jogador de acompanhar em tempo real a sua latência e assim perceber se tem condições de boa jogabilidade. Esse acompanhamento é possível graças à tabela de classificações (que os jogadores podem aceder sempre que quiserem) mostrar qual equipa que está a ganhar, quais as classificações de cada jogador e a latência que cada jogador tem nesse momento. Em alguns jogos, é também possível ver informação adicional como o número de pacotes que estão a ser enviados do cliente para o servidor e vice-versa e a que débito, o número de pacotes que são perdidos na ligação entre servidor e cliente e o nível de sincronismo entre cliente e servidor.

⁶RTS, ou Estratégia em Tempo Real é um tipo de jogo de estratégia que não precisa de turnos para jogar, permitindo a todos os jogadores jogarem ao mesmo tempo sem pausas ou esperas pelos movimentos dos adversários.

Nos jogos FPS as latências entre os jogadores são independentes. Ou seja, se um jogador tiver uma latência de 250ms (o que é consideravelmente alto) não influencia o jogo dos outros participantes, que podem ter outras latências (menores ou maiores).

Em rede, estes jogos tendem a funcionar através de servidores dedicados, mas também permitem a ligação directa entre jogadores. Em competição apenas se utilizam os servidores dedicados, para não haver a vantagem de um jogador ser o servidor (e como tal não ter latência associada [6]). Mas também é comum ver jogadores ligarem-se directamente entre si para jogarem em rede (principalmente em redes locais).

Os FPS tendem a utilizar os protocolos TCP e UDP. Exemplos de alguns jogos FPS e as suas respectivas portas e protocolos são:

- **Call of Duty - Modern Warfare** Portas 28960 TCP e 28960 UDP;
- **Counter-Strike 1.6** Portas 27020-27039 TCP e 1200, 27000-27015 UDP;
- **Medal of Honor** Portas 12203-12218, 12300, 23000-23009 UDP;
- **Unreal Tournament 3** Portas 6500, 7777, 7778, 7787, 13000, 27900 UDP;

2) *RTS*: Os Real Time Strategy tornaram-se bastante populares na altura do aparecimento dos modems de 32 kbps, por precisarem de pouca largura de banda.

Alguns RTS utilizam um serviço intermédio (como por exemplo a Battle.net⁷ da Blizzard) para comunicação entre jogadores e para estabelecer um jogo entre dois jogadores, que se pode efectivar através de uma ligação directa entre eles ou por um servidor dedicado (on demand), apenas para esses jogadores. Além disso, a ligação directa via endereço IP (através da Internet) ou a ligação via rede local (LAN) continuam a ser escolhas populares dos jogadores menos competitivos.

Inicialmente alguns jogos RTS sincronizavam a latência com todos os jogadores o que fazia com que a latência de um jogador afectasse todos os jogadores, pois o jogo ia adoptar sempre a latência mais elevada (StarCraft). Era comum existirem opções para regular a latência. Em caso de ligações de fraca qualidade, aumentar a latência permitia aumentar os ciclos de transmissão, permitindo que o jogo se desenrolasse mais fluidamente. Nos últimos anos, estes jogos evoluíram e passaram a correr assincronamente e assim a latência de cada jogador deixou de influenciar o decorrer do jogo.

Os jogos RTS mais antigos utilizavam IPX e UDP, enquanto os actuais utilizam TCP e UDP como soluções de transporte. Exemplos de jogos RTS representativos, respectivas portas e protocolos são:

- **Command & Conquer - Red Alert 3** Portas 80, 3783, 4321, 6660-6669, 28900, 29900, 2901 TCP e 6515, 6500, 13139, 27900 UDP;
- **StarCraft: Brood War** Porta 6112 TCP e UDP;

⁷A Battle.net é um serviço da Blizzard Entertainment que gere os modos multijogadores de vários jogos da mesma produtora.

- **WarCraft III: The Frozen Throne** Portas 6112-6119 TCP e UDP;

Existem também jogos de estratégia sem envolver requisitos de tempo real, os jogos de estratégia por turnos. Esses jogos também permitem multijogador mas, não são tão populares devido ao tempo elevado que requerem para realizar um jogo. Também não são tão exigentes em termos de recursos de rede, pois basta actualizar o servidor uma vez para cada jogador, na altura em que este joga.

3) **MMORPG**: Os Massively Multiplayer On-line Role Playing Games surgiram com o aparecimento da Internet de banda larga. Os MMORPG funcionam através de uma arquitectura cliente-servidor. O software que gera e mantém o “universo” corre continuamente num servidor e os jogadores ligam-se através do software cliente. A estrutura lógica do servidor pode ser constituída por vários servidores físicos. Por exemplo, um servidor pode estar alocado a de uma zona específica, e quando os jogadores entram ou saem dessa zona, o servidor transfere ou recebe os dados dos outros servidores. Devido ao excesso de carga que este tipo de jogos exige, os servidores estão geralmente limitados a um número de jogadores, geralmente alguns milhares. O que acontece é serem criados vários servidores “universo” para haver vários servidores do mesmo jogo, mas com uma carga mais distribuída.

Este tipo de jogos é o que exige mais largura de banda, por ter imensas variáveis sob controlo e por ter a necessidade de estar sempre a actualizar, não só as posições, acções e condições do próprio jogador, mas também as dos outros jogadores da mesma zona, do “universo” e dos NPCs (Personagem Não Jogável).

Estes jogos tendem a utilizar os protocolos TCP e UDP. Exemplos de alguns jogos MMORPG e as suas respectivas portas e protocolos são:

- **Aion** Portas 80, 2106, 7777, 10241 TCP;
- **Lineage II** Portas 80, 2106, 2009, 7777 TCP e 53 UDP;
- **World of WarCraft** Porta 3724 TCP;
- **Warhammer on-line** Portas 1380, 8048 TCP;

Um aspecto curioso é que este é o único tipo de jogos que tende a cobrar pela sua utilização. Geralmente envolve uma mensalidade (cerca de 13€) para o jogador poder continuar a jogar. Esta mensalidade é justificada pelos produtores como sendo necessária para cobrir as despesas de manutenção elevadas devido ao enorme número de jogadores que este tipo de jogos envolve.

4) **Outros tipos de jogos**: Outros jogos também funcionam em rede, utilizando tecnologias similares às dos FPSs (caso de simuladores como NFS ou FIFA) ou com necessidades muito reduzidas (jogos de cartas ou browser). Os simuladores tendem a utilizar métodos semelhantes aos dos FPS. Os jogos de cartas utilizam recursos de comunicação muito reduzidos. Para os jogos mais populares indicam-se também as portas e protocolos de transporte usados.

- **Fifa 2010** Portas 80, 443, 9980-9989, 12400-12499, 30400-30499 TCP e 3659, 6000, 9570, 9808-9811, 9858-9861 UDP;

- **Need for Speed Shift** Portas 8201,18206,13505 TCP e 3658, 1042 UDP;
- **PokerStars** Portas 26002, 22 e 443 TCP;

B. As preferências dos jogadores on-line

As preferências dos jogadores em relação à QoS das suas redes varia conforme os jogos em que estes competem.

1) **FPS**: Os jogadores de FPS dão maioritariamente mais valor à *latência* e à *perda de dados*.

Sendo os FPS um tipo de jogo de acção muito rápida, a latência deve ser o menor possível. Para um jogador competitivo uma latência até 50ms é o ideal (acima desse valor já afecta a jogabilidade) e a perda de dados deve ser nula [12]. A necessidade de uma latência reduzida deve-se ao facto de um jogador exigir o menor tempo de resposta possível. Quanto à perda de dados, é mais importante neste tipo de jogos do que noutros, pois a perda de um pacote de dados pode corresponder, por exemplo, a uma interferência num tiro ou num projectil, i.e. pode ser a diferença entre atingir ou não um adversário, e vencer ou não o jogo.

A estabilidade da ligação também é evidentemente importante mas, constitui um factor menor pois, cada vez mais os FPSs vêm equipados com pequenas ferramentas para ajudar quando há uma perda de ligação. Por exemplo, pode-se parar (pausar) o jogo e esperar que o jogador que perdeu a ligação volte a ligar ao servidor para dar continuação ao desafio.

2) **RTS**: Os jogadores mais casuais de RTS dão mais valor à *estabilidade da ligação*, enquanto os profissionais já dão mais valor à *latência* por causa das acções [7]. Ao contrário dos FPS que tem ferramentas que permitem que uma quebra de ligação não afecte (ou afecte o menos possível) um desafio, maioritariamente uma perda de ligação num desafio de RTS implica uma derrota. Essencialmente por essa razão, a perda de ligação deve ser evitada ao máximo.

Assim, a latência passa para segundo plano [5]. Mas, apesar de não ser o mais importante continua a ter um papel essencial, principalmente no circuito profissional pois, em jogos muito competitivos, o menor tempo de resposta possível é essencial no controlo das unidades. Mesmo assim, muitos jogadores defendem que apesar de tudo, a latência pode às vezes ser combatida com antecipação.

3) **MMORPG**: Os jogadores de MMORPGs são mais sensíveis aos valores da *latência* e *largura de banda*, ou da *latência* e *estabilidade de ligação*, dependendo da competitividade do jogador.

Um jogador mais casual prefere latência e largura de banda favoráveis, pois isso faz com que o jogo corra mais fluidamente. As perdas de ligações, se acontecerem, não implicam que sejam vitais, pois o servidor corre continuamente e tudo o que o jogador precisa de fazer é voltar a ligar-se. A perda de dados, se não for elevada, é fácil de combater pois, se uma instrução se perder, basta enviá-la novamente.

Já os jogadores competitivos dão preferência à latência, para terem a maior vantagem possível em relação ao adversário e à estabilidade da ligação, para não correrem o risco de sair do jogo e, ou perderem o desafio ou serem um alvo parado.

A importância da largura de banda em situações mais competitivas é menor pois o servidor apenas tem que considerar as variáveis dos próprios jogadores e não de objectos não jogáveis calculados pelo próprio servidor (NPCs).

4) *Outros tipos*: Os jogadores de outros tipos de jogos não tendem a especificar as suas necessidades mas, pode-se ver na Fig. 3 as necessidades da maioria dos jogadores.

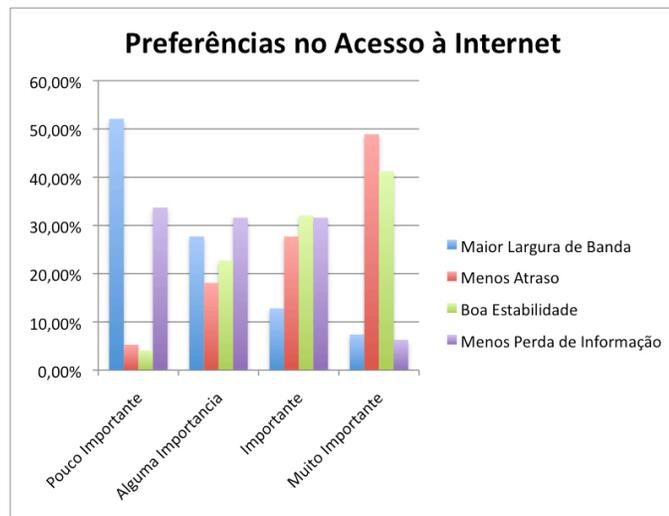


Figura 3. Preferências dos jogadores no acesso à Internet.

C. QoE/QoS: Parameterização

Uma das grandes dificuldades na definição de contractos de serviço e da parametrização adequada dos serviços reside na definição de objectivos concretos de QoS tendo em conta a QoE efectiva sentida dos utilizadores. Nesse sentido, a Tabela I disponibiliza um resumo da avaliação de QoE/QoS efectuada, visando contribuir para um melhor conhecimento dos requisitos de qualidade dos principais tipos de jogos on-line.

Tipo Jogo	1. Parâmetro	Valor	2. Parâmetro	Valor
FPS	latência	< 50 ms	perda_pacotes	0
RTS	estab_ligação	100%	latência	< 200 ms
MMORPG	latência	< 300 ms	largura_banda	2 Mbit/s

Tabela I
PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QoS POR TIPO DE JOGO

D. Os serviços prestados aos jogadores on-line

Apesar dos fornecedores de serviço Internet estarem a melhorar os seus níveis de serviço, ainda não satisfazem por completo as necessidades dos jogadores nos jogos on-line.

1) *As queixas dos jogadores portugueses*: Apesar da maioria dos jogadores estarem satisfeitos com os seus serviços de acesso à Internet, ainda existem alguns problemas.

O seguinte gráfico é ilustrativo dos problemas mais frequentes.

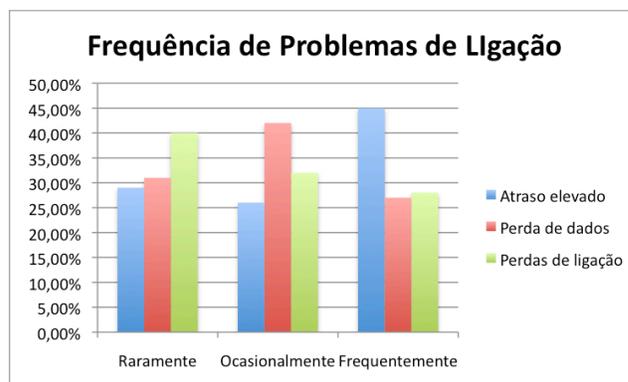


Figura 4. Problemas mais frequentes.

2) Principais falhas de serviço de rede em Portugal:

A principal lacuna dos ISPs portugueses tem sido a impossibilidade de resolver o congestionamento das redes, que ocorre maioritariamente no acesso às mesmas. Esse congestionamento é, na maior parte das vezes, o responsável pelas latências mais elevadas (ocorrência de picos) e pela perda de dados.

Alguns jogadores queixam-se ainda de um encaminhamento deficiente do tráfego, devido sobretudo a um excessivo número de saltos. Neste contexto, os utilizadores tendem a escolher ISPs com um encaminhamento que conduz a melhores latências.

Não muito comum, mas ainda um problema, é a má infraestrutura da rede em alguns locais, principalmente em zonas mais afastadas das cidades, ou em prédios mais antigos.

E. QoE e QoS : possíveis melhorias

Nos últimos anos houve uma evolução considerável na qualidade de serviço dos ISPs em Portugal. Um dos casos mais notáveis foi o da Netcabo (agora ZON) que em 2005 era dos ISPs com mais problemas. Devido ao congestionamento das suas redes (principalmente durante as happy hours⁸), os jogadores eram confrontados com latências e índices de perdas de pacotes elevados, mesmo para servidores nacionais. Muitos ISPs, por vezes, ofereceram promoções de serviço ou *upgrades* para os quais não estavam preparados, causando assim degradação da qualidade de serviço.

Actualmente, esses problemas já foram, na sua maioria, ultrapassados e a maior parte dos jogadores sente-se bem com o serviço que tem. Contudo, ao longo do dia ainda se fazes sentir alguns períodos típicos de maior sobrecarga na rede de acesso. Portanto, apesar dos serviços terem melhorado consideravelmente ainda há espaço para aumentar a QoE/QoS associada a esses serviços.

F. Possíveis soluções para os problemas actuais

Durante a investigação feita para realização deste artigo elaborou-se uma lista de quatro passos essenciais para melhorar a qualidade de serviço:

⁸Happy Hour é um termo utilizado para designar alturas que o tráfego das redes não é contabilizado.



Figura 5. Taxa de satisfação com os ISPs.

- 1) Assegurar que a infra-estrutura que suporta a ligação está em boas condições;
- 2) Desenvolver processos de gestão efectiva da carga na rede de modo a reduzir a perda de dados. Os principais problemas ocorrem na rede de acesso, em que devido a elevadas taxas de contenção e sobrecarga, aumenta a latência e os índices de perda de pacotes;
- 3) Marcar o tráfego dos jogos e atribuir-lhe uma classe de serviço com prioridade alta. Isso permitiria melhorar a latência e a perda de dados em situações de tráfego elevado, implicando certamente um acréscimo no custo do serviço.
- 4) Melhorar o encaminhamento de tráfego. Por vezes, num único ISP, o número de saltos (*hops*) que um pacote dá até atingir o router fronteira ou o próprio destino é excessivo. Percursos com um menor número de saltos, conduzem, em geral, a uma melhoria de alguns milissegundos, que na QoE associada a um jogo representa uma melhoria significativa.

Assim, assumindo que a qualidade de serviço é assegurada, ou pelo menos é o melhor possível, compete também aos jogadores procurar que a sua qualidade de experiência também o é. Para uma utilização óptima da rede, os jogadores devem:

- 1) Configurar o cliente do jogo correctamente, de acordo com as suas opções de rede disponíveis;
- 2) Garantir que o computador apenas está a transmitir dados dos jogos, ou seja, que não existem outras aplicações (downloads, streaming, actualizações de software, etc.) a competir pelos recursos existentes;
- 3) Configurar correctamente os seus equipamentos de rede, por exemplo, configurando as portas dos routers e das firewalls para os seus jogos;
- 4) Assegurar que não existe mais tráfego na sua rede local que utiliza o mesmo ponto de acesso ao ISP.

IV. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

O presente estudo centrou-se na avaliação de aspectos de QoE/QoS no contexto dos jogos distribuídos online. Da avaliação prática efectuada pode-se concluir que os ISPs em Portugal disponibilizam genericamente uma QoS satisfatória

para a maior parte dos jogadores, e que a QoE experienciada pelos jogadores é o principal factor que influencia a escolha do ISP. Atendendo aos requisitos dos jogos online, é ainda notória alguma falta de consistência dos níveis de QoS que alguns ISPs oferecem, sobretudo em períodos de maior utilização da rede, sendo a QoE é directamente influenciada pela QoS oferecida pelo ISP. E quanto maior for a competitividade nos jogos (e-Sports), maior será a sua influência.

Neste contexto, foram identificados vários aspectos, associados aos ISPs e aos utilizadores, que tendem a contribuir para a degradação da QoS, e consequentemente da QoE. Para tipos de jogos mais exigentes, foram também identificados quais os parâmetros de QoS com maior impacto na QoE, e quais os valores correspondentes (limite superior) considerados adequados para um bom desempenho em termos de resposta do jogo. Este estudo é particularmente útil na definição de contractos de serviço e no ajuste da parametrização dos serviços por parte dos ISPs.

Como trabalho futuro seria interessante estender o estudo comparativo da QoE/QoS a nível europeu, e verificar as soluções e serviços implementados por outros ISPs com melhores índices de desempenho. Seria também produtivo avaliar de que forma os fabricantes de jogos poderão tirar mais partido de uma infra-estrutura de rede com QoS.

REFERÊNCIAS

- [1] T. Henderson e S. Bhatti. *Networked games - a QoS-sensitive application for QoS-insensitive users*, Londres, Reino Unido, Agosto de 2003.
- [2] S. Blake, D. L. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang e W. Weiss. *An architecture for differentiated services*, Dezembro de 1998. RFC 2475.
- [3] M. Terrano e P. Bettner. *1500 archers on a 28.8: Network programming in Age of Empires and beyond*. Em *Proceedings of the 15th Games Developers Conference*, San Jose, Califórnia, EUA, Março de 2001.
- [4] L. Pantel e L. C. Wolf. *The impact of delay on real-time multiplayer games*. Em *Proceedings of the 12th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSS-DAV)*, Miami Beach, Flórida, EUA, Maio de 2002.
- [5] N. Sheldon, E. Girard, S. Borg, M. Claypool e E. Agu. *The effect of latency on user performance in Warcraft III*. Em *Proceedings of the 2nd Workshop on Network and System Support for Games (NetGames)*, Redwood City, Califórnia, EUA, Maio de 2003.
- [6] S. Zander e G. Armitage. *Empirically Measuring the QoS Sensitivity of Interactive on-line Game Players*. Melbourne, Austrália, Dezembro de 2004.
- [7] M. Oliveira e T. Henderson. *What on-line gamers really think of the Internet*. Em *Proceedings of the 2nd Workshop on Network and System Support for Games (NetGames)*, Redwood City, Califórnia, EUA, Maio de 2003.
- [8] T. Henderson, *Latency and user behaviour on a multi-player game server*. Em *Proceedings of the Third International COST264 Workshop on Networked Group Communication*. Springer-Verlag, 2001.
- [9] Y. Chang, K. Chen, C. Wu, C. Ho e C. Lei. *on-line Game QoE Evaluation Using Paired Comparisons*.
- [10] L. Mathy, C. Edwards, e D. Hutchison. *Principles of QoS in group communications*. *Telecommunication Systems*, 11(1-2):59-84, 1999.
- [11] R. Braden, D. Clark, e S. Shenker. *Integrated Services in the Internet architecture: an overview*, Junho de 1994. RFC 1633.
- [12] Slashdot.org. *How fast too slow? A study of Quake pings*, Maio de 2001. <http://slashdot.org/articles/01/05/24/2044233.shtml>.