2. Sumário Executivo

Constitui objectivo deste estudo analisar os resultados obtidos a partir de uma abordagem técnica, que permita retirar conclusões, em boa aproximação, quanto aos níveis de desempenho percepcionados pelo consumidor residencial/particular, nomeadamente através das aplicações de utilização mais generalizada, como o WEB Browsing e a transferência de ficheiros através por FTP (File Transfer Protocol).

O estudo inclui dois tipos de acesso em banda larga: móvel 3G e fixo (cabo e ADSL). Na vertente de acesso móvel 3G foram realizados testes *indoor* (residências de particulares) e *outdoor (*incluindo locais públicos, como sejam áreas de comércio e lazer, aeroportos, escolas, em que existe uma elevada utilização de internet banda larga móvel), nas áreas metropolitanas dos concelhos de Lisboa e Porto. Para este efeito, foi seleccionada uma amostra de cerca de 60 locais em cada um dos concelhos, onde se recolheram medições durante sete dias consecutivos.

Para a avaliação dos acessos fixos foi constituído um painel de 203 utilizadores (51 Cabovisão, 50 Zon, 50 Clix, 52 Sapo), seleccionados aleatoriamente a partir de bases de contactos adquiridas para o efeito. O estudo[10] realizou-se entre 5 de Novembro e 21 de Dezembro de 2008, para os acessos móveis; e entre 30 de Outubro de 2008 e 8 de Fevereiro de 2009, para os acessos fixos.

As diferenças de dimensionamento da amostra consideradas para o acesso móvel e para o acesso fixo, são justificadas pela maior variabilidade dos indicadores esperados para o acesso móvel, razão pela qual a dimensão da amostra do acesso móvel é superior relativamente ao acesso fixo. Pelas mesmas razões foram também consideradas, para o acesso móvel, regiões geográficas diferentes (concelhos de Lisboa e Porto). Esta diferença permite aumentar a precisão dos resultados alcançados no acesso móvel, obtendo-se desta forma a mesma ordem de grandeza de precisão registada no acesso fixo.

As medidas de desempenho foram efectuadas com recurso a uma plataforma tecnológica capaz de simular a realidade para cada um dos dois tipos de acesso (móvel-3G e fixo), através da execução autónoma de testes activos (tráfego gerado de forma automática em horários pré-determinados).

[10] Com interrupção dos testes durante o período de férias escolares do Natal (entre 14 de Dezembro de 2008 a 3 de Janeiro de 2009).

Para o efeito foram utilizados dois "sistemas clientes" distintos, um para a banda larga móvel e outro para a banda larga fixa, dadas as especificidades técnicas de cada uma das tecnologias de acesso. Os dois sistemas foram instalados em locais escolhidos aleatoriamente, de forma a satisfazer os requisitos de validade estatística pretendidos para o estudo.

Para a banda larga fixa e estando em causa uma análise de carácter mais abrangente do ponto de vista de distribuição geográfica, englobando todo o território de Portugal Continental, foram usados os computadores pessoais dos subscritores de serviços de cada um dos operadores, no quais foi instalado um pacote de software para gestão dos testes a efectuar.

As ofertas comerciais analisadas, foram seleccionadas de acordo com a informação disponibilizada pelos operadores, segundo critérios de maior representatividade face ao seu universo de clientes. Desta forma e dada a variedade das ofertas, especialmente no caso da banda larga fixa, os tarifários observados apresentam velocidades máximas anunciadas diferentes entre si. Relativamente aos operadores de banda larga móvel, foram escolhidos tarifários de características máximas anunciadas semelhantes e, portanto, directamente comparáveis entre si, embora a dinâmica natural do mercado tenha determinado algumas alterações nestas características no decorrer do estudo, consideradas neste relatório.

Principais resultados

Os principais resultados, obtidos a partir do desempenho individual de cada operador, são apresentados seguindo uma abordagem comparativa entre operadores de tecnologia fixa e móvel e entre operadores da mesma tecnologia.

Os indicadores comparados neste sumário executivo representam os resultados mais relevantes. Por conseguinte, analisam-se os indicadores respeitantes às velocidades de *download* e *upload* de ficheiros por FTP, os tempos de *download* de página de Web e a latência de rede. Outros indicadores podem ser consultados na secção de resultados (*e.g.* os indicadores de disponibilidade e fiabilidade do acesso em redes móveis 3G).

Comparação de resultados entre tecnologias de acesso

No que respeita às velocidades de *download* de ficheiros, a partir dos acessos fixos, em virtude dos tarifários em estudo oferecerem velocidades máximas anunciadas superiores às equivalentes nos acessos móveis, obtiveram-se, como seria de esperar, velocidades médias superiores, para todos os destinos, conforme ilustrado na Figura 4 e Figura 5. Ainda assim, as diferenças registadas entre móvel e fixo são menos significativas, para os acessos internacionais, com especial destaque para as sessões com destino aos Estados Unidos (ver Figura 33 e Figura 55).

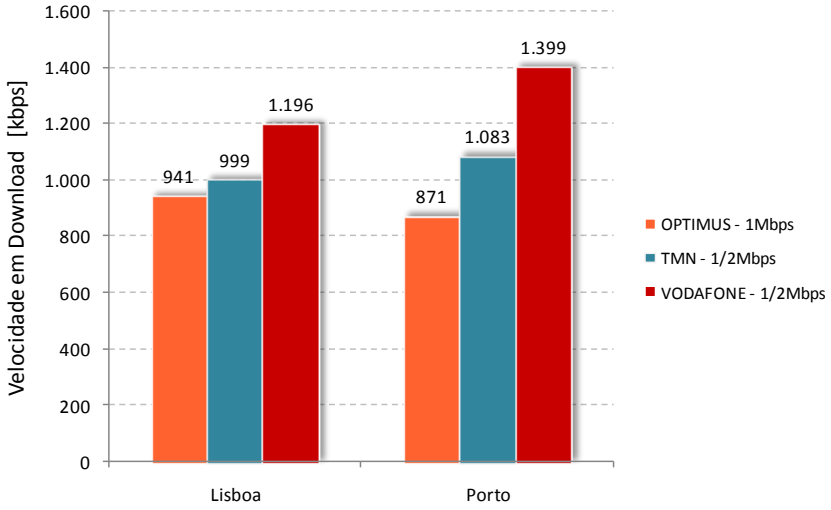

Figura 4 – Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso móvel

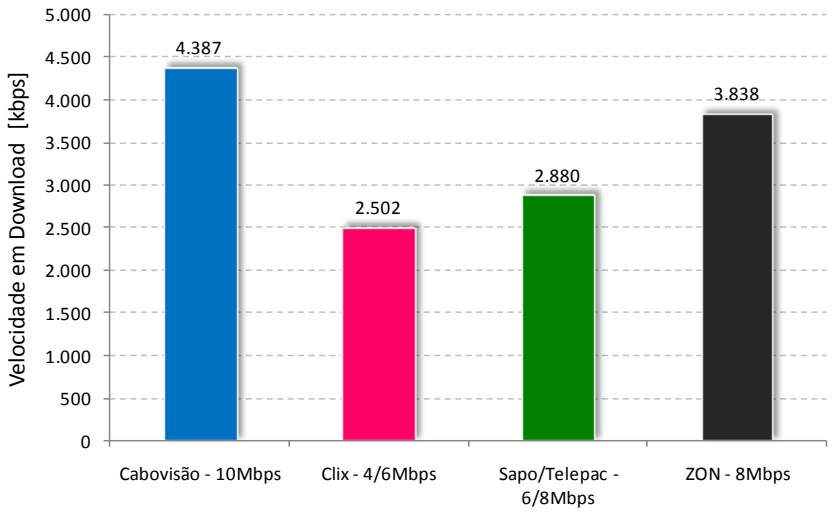

Figura 5 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso fixo

Em oposição ao verificado para as velocidades de *download* para transferência de ficheiros as velocidades de *upload* da tecnologia móvel são geralmente superiores às da tecnologia fixa. Os tarifários móveis em análise indicam como valor máximo de *uplink* 512kbps, no entanto, apresentam valores médios bastante superiores, dependendo do operador e do concelho em análise. Os tarifários fixos estudados, apesar de anunciarem um valor máximo de *uplink* de 512kbps (exceptuando o Sapo/Telepac, que anuncia 1Mbps de *upload* no tarifário dos 8Mbps) ficam, em termos médios, aquém deste valor. Estas diferenças acentuam-se mais quando considerarmos apenas os acessos ao servidor nacional, onde a tecnologia móvel chega a apresentar valores médios superiores a 1Mbps, enquanto os fixos mantêm um registo médio abaixo dos 512kbps (ver Figura 70 e Figura 92).

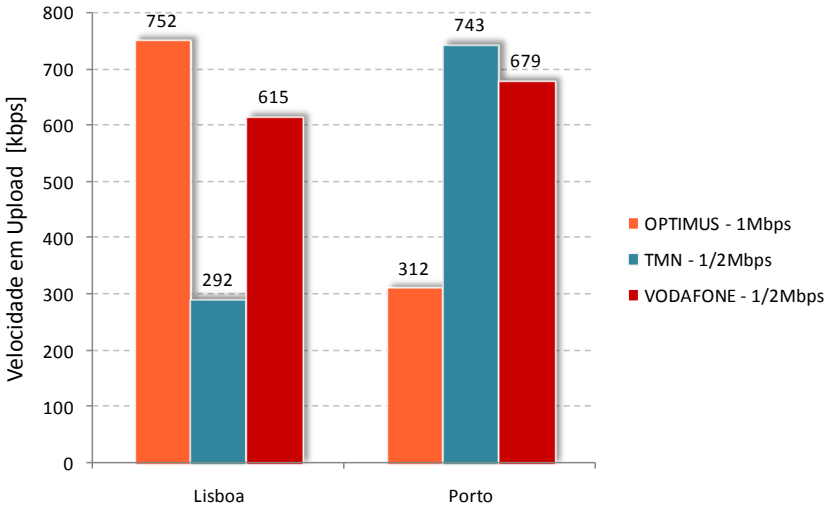

Figura 6 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador de acesso móvel

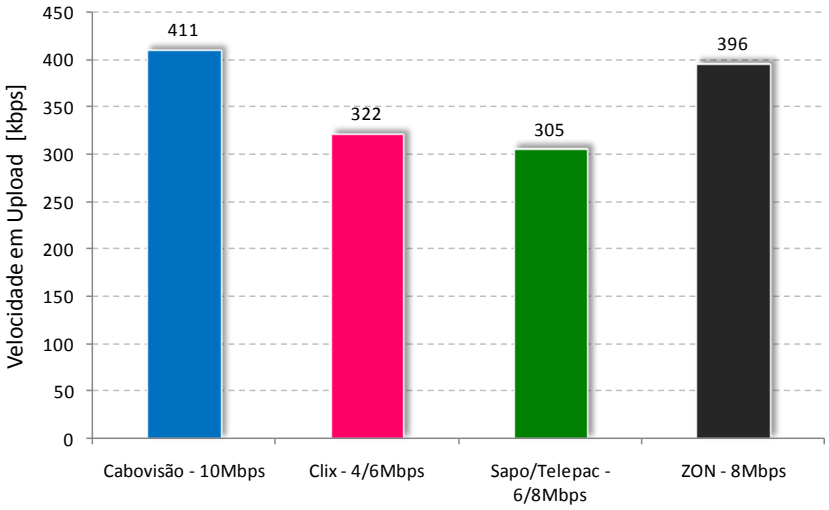

Figura 7 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador de acesso fixo

A qualidade percepcionada em WEB browsing é geralmente associada ao tempo necessário para localizar e fazer o *download* de uma página da internet. Além da velocidade de resposta do servidor DNS (resolução do endereço IP) e da latência de rede, a velocidade da ligação é um dos factores que contribui para a qualidade global experimentada. Em geral, os acessos fixos proporcionam tempos médios de *download* de página inferiores à tecnologia móvel. No entanto, tal como no *download* de ficheiros para os acessos internacionais, a diferença entre tecnologias reduz-se, significativamente, para os acessos aos Estados Unidos, em particular para o servidor USA2 localizado na costa oeste. Para este destino, os valores médios registados são semelhantes aos do

móvel, não se fazendo notar a diferença de velocidade no acesso (ver Figura 8 e Figura 9). Já nos acessos nacional e para o Reino Unido, a tecnologia fixa proporciona, em alguns casos, menos de metade dos tempos médios de *download* em web browsing quando comparados com o desempenho da tecnologia móvel.

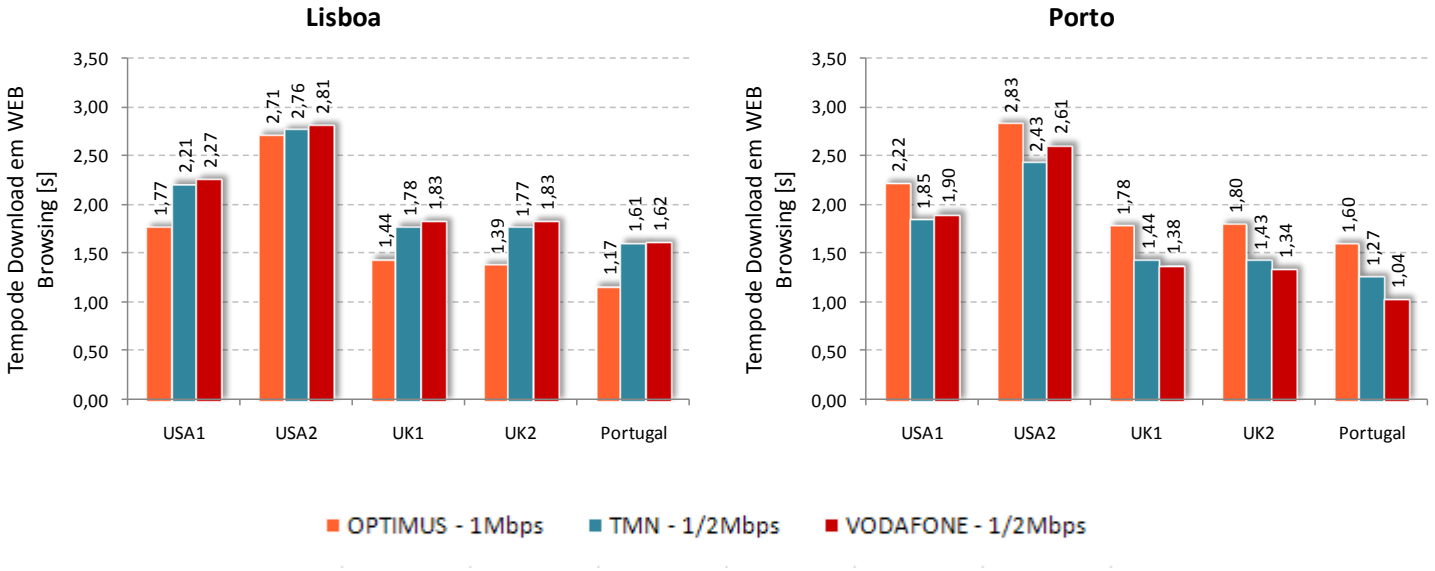

Figura 8 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador móvel, servidor de destino e concelho

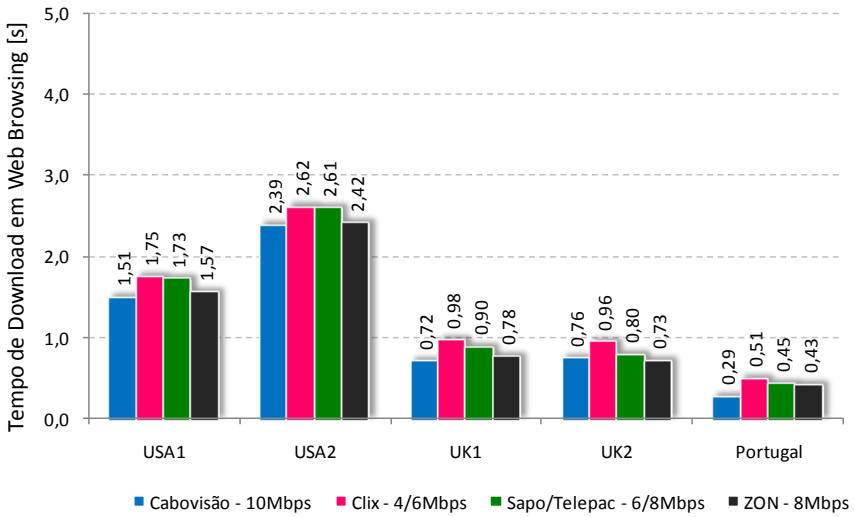

Figura 9 - Tempo médio de *Download* em Web Browsing por operador fixo e servidor de destino

Em termos de latência, são evidenciados na Figura 10 e Figura 11, os valores médios para todos os destinos, respectivamente para o acesso móvel e fixo. O principal factor diferenciador, em termos de resultados, entre as tecnologias fixo e móvel, manifesta-se, sobretudo, na latência de rede (atraso de transmissão dos pacotes IP), cuja influência em aplicações interactivas como o VoIP[11] e online gaming[12] é muito significativa.

Os resultados de latência apresentados neste relatório correspondem ao tempo gasto por um pacote de informação para percorrer o caminho, desde a origem até ao seu destino. Como exemplo, verifica-se que para um valor de latência até 150ms, a degradação de qualidade é praticamente imperceptível para VoIP. Acima daquele valor começa a sentir-se uma degradação considerável da qualidade. No mesmo contexto, para valores superiores a 300ms, a qualidade começa a ser impeditiva. Os efeitos da latência na qualidade de VoIP traduzem-se em atrasos de voz significativos, eco, e ruídos sobrepostos, causando interrupções de conversação entre participantes.

A banda larga móvel apresenta os valores mais elevados de latência para todos os destinos. Ainda assim, os valores registados para o pior caso (servidor USA2 em Seattle) não são impeditivos para VoIP. Todavia, não permitem os jogos online interactivos mais sensíveis a este parâmetro (jogos online com múltiplos jogadores em simultâneo). Os valores registados para a latência da banda larga móvel são, em média, cerca do dobro aos registados na banda larga fixa, conforme ilustram a Figura 10 e Figura 11.

[11] VoIP- voice over the internet (voz sobre IP).

[12] Em especial para os jogos online com vários jogadores em simultâneo (multiplayer online gaming).

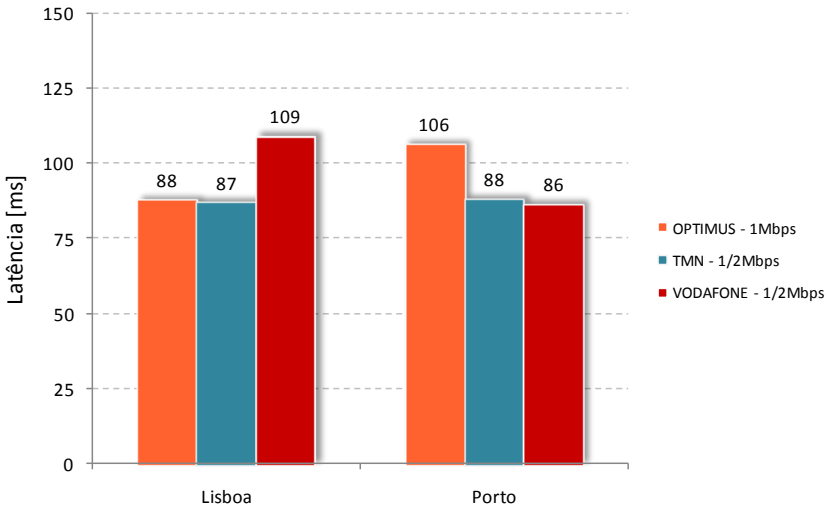

Figura 10 - Latência média por operador de acesso móvel

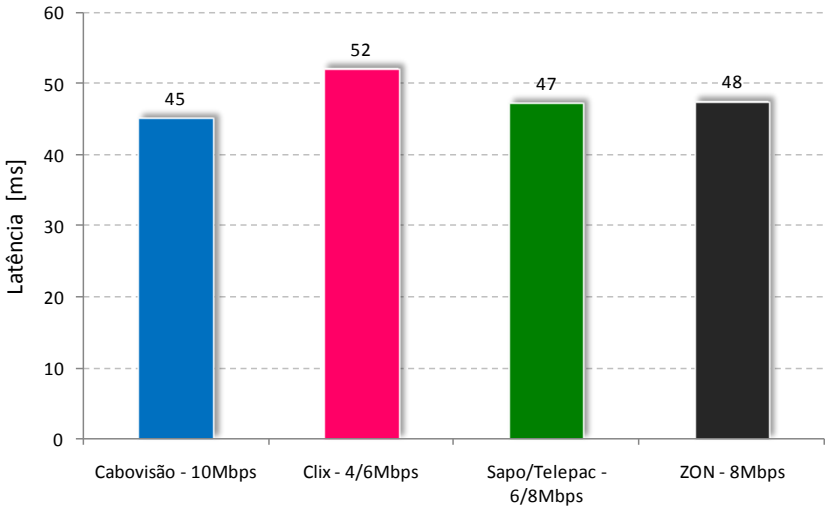

Figura 11 - Latência média por operador de acesso fixo

Comparação de resultados para o acesso móvel

Comparando agora os desempenhos dos operadores móveis entre si e no âmbito dos tarifários em análise, no que respeita às velocidades máximas de *download* para transferência de ficheiros (ver Figura 4), conclui-se que a Vodafone regista os melhores valores médios em Lisboa e Porto, embora estes sejam caracterizados por uma dispersão muito acentuada. Este comportamento, ilustrado na Figura 12 e Figura 13, poderá estar associado, em parte, às alterações de velocidades máximas ocorridas durante o período em que decorreu o estudo e à variação de desempenho significativa ao longo do dia (ver Figura 30 e Figura 31). A TMN apresenta um comportamento menos irregular ao longo do dia, com reflexos numa menor variação do tempo de *download*. A

Optimus, embora registe os valores mais baixos dos três operadores neste contexto, apresenta ainda assim um desempenho mais estável. As velocidades alcançadas pela Optimus foram comparativamente inferiores, dado que esta operadora não efectivou, durante o período em que decorreu o estudo qualquer alteração automática de velocidade. No entanto, este operador evidencia em Lisboa, um menor número de registos com velocidades baixas, comparativamente com a Vodafone e TMN. No Porto, embora com registos diferentes, mantém-se, em linhas gerais, um desempenho semelhante (Figura 12 e Figura 13).

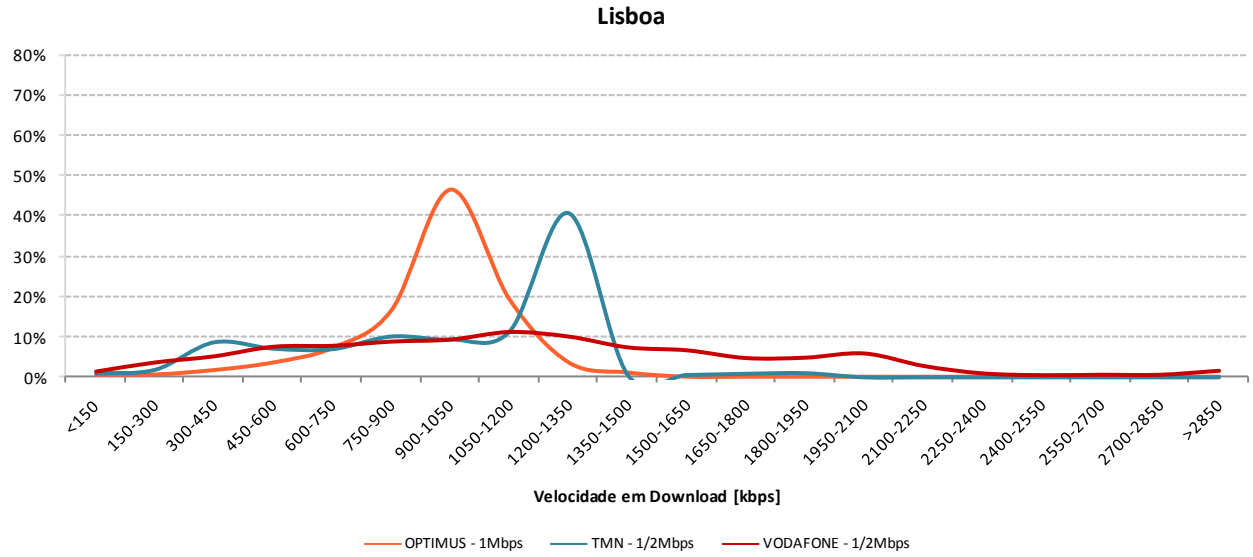

Figura 12 - Distribuição de frequência por operador de acesso móvel e classe de velocidade em *Download* para o concelho de Lisboa

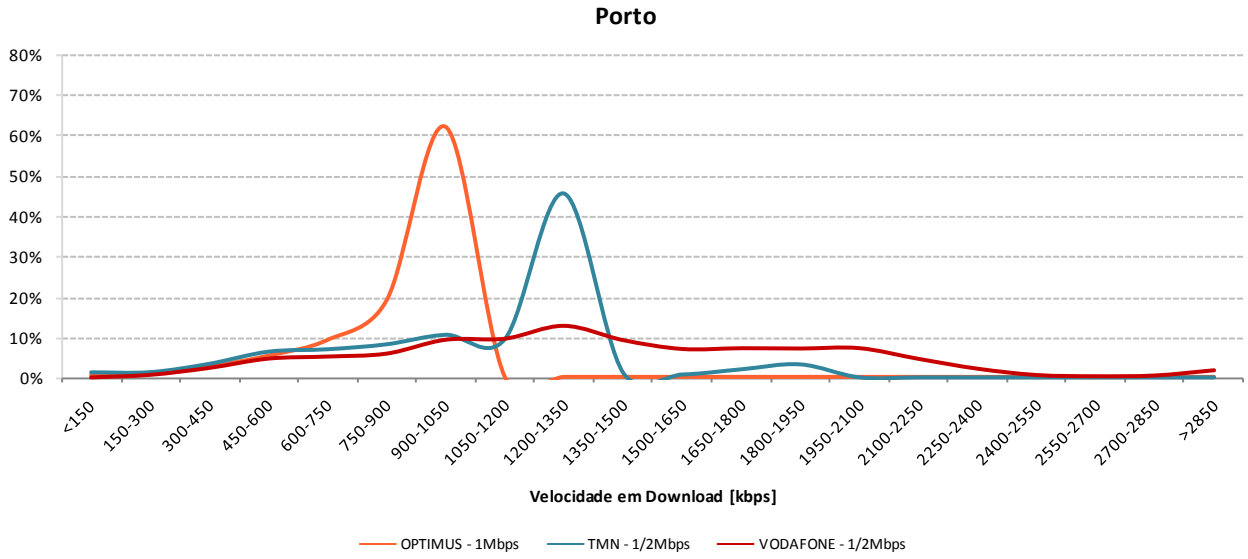

Figura 13 - Distribuição de frequência por operador de acesso móvel e classe de velocidade em *Download* para o concelho do Porto

Em termos de *upload* de ficheiros, os resultados de cada operador em Lisboa e Porto, de acordo com a Figura 6, registam diferenças significativas, com excepção da Vodafone. A Optimus apresenta resultados bastante melhores em Lisboa que no Porto, enquanto a TMN regista melhores valores no Porto que em Lisboa. De acordo com a Figura 14 e Figura 15 a Optimus apresenta uma percentagem expressiva de velocidades acima de 1Mbps em Lisboa, semelhante ao que acontece com a TMN no Porto.

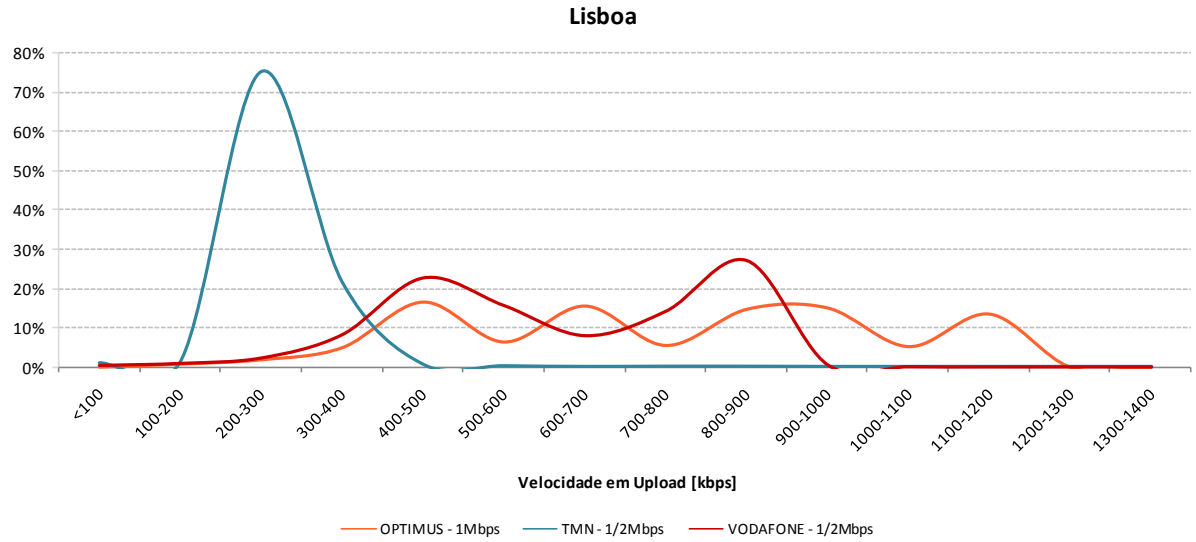

Figura 14 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho de Lisboa

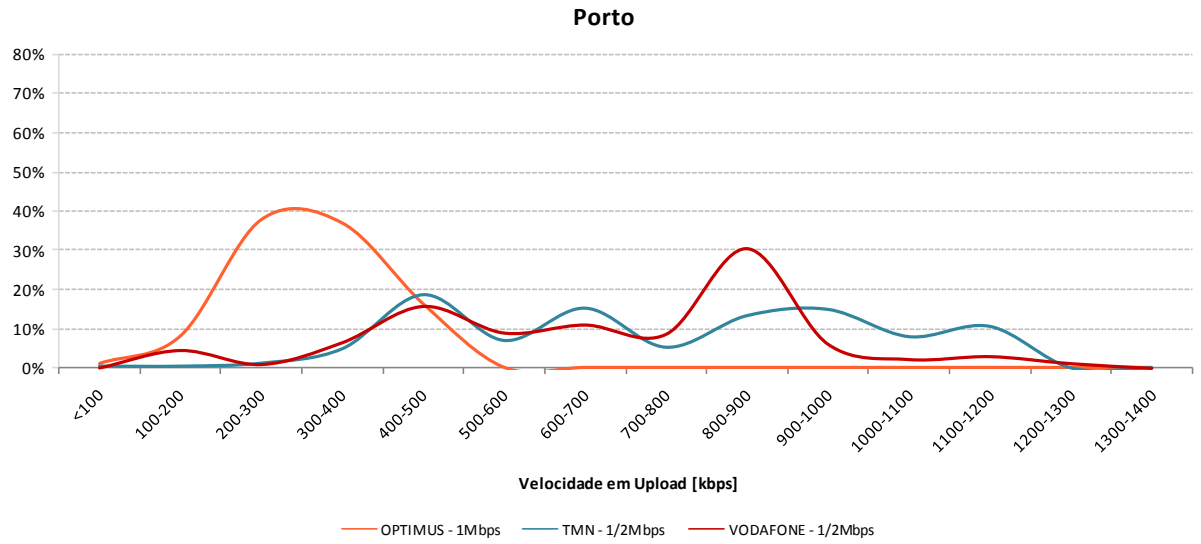

Figura 15 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho do Porto

O facto de terem ocorrido *upgrades* de velocidades dos tarifários em análise para dois dos três operadores em estudo[13], durante o decorrer dos testes, dificulta a análise comparativa de forma directa. Assim de modo a facilitar essa tarefa, normalizaram-se os resultados através da criação do **Índice de Velocidade Relativa** (**IVR**) para o servidor nacional (velocidade média aferida/velocidade máxima contratada[14] x 100, calculada por medida e de acordo com o tarifário aprovisionado para cada painelista).

[13] Upgrades de velocidade realizados pela Vodafone, abrangendo a totalidade dos 25 cartões SIM e pela TMN abrangendo apenas 9 cartões SIM dos 25 que foram utilizados nos testes.

[14] Velocidade máxima anunciada associada à velocidade indicada no tarifário contratado correspondente ao nível de serviço aprovisionado no cartão SIM.

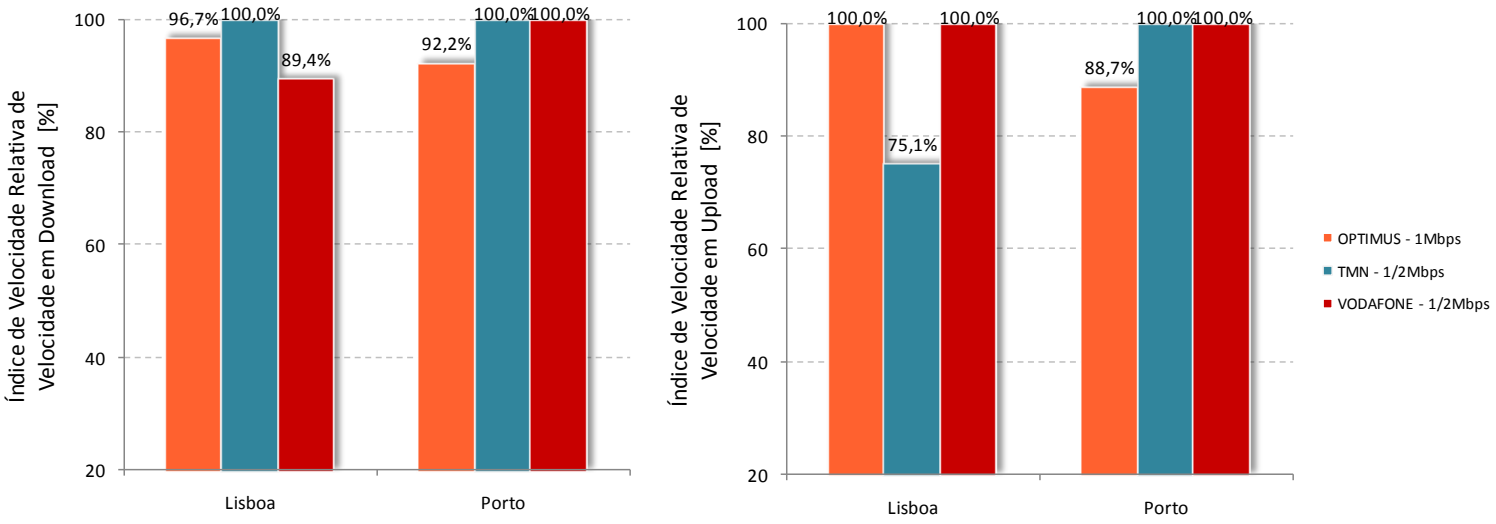

Figura 16- Índice de Velocidade Relativa para o servidor nacional para velocidade de *download* e *upload* de ficheiros

Da análise da Figura 16 conclui-se que em média, os utilizadores da banda larga móvel, em Lisboa e no Porto, obtêm entre 89,4% a 100% da largura de banda máxima contratada para a velocidade de *download* e 75,1% a 100% para a velocidade de *upload*. Salientando-se o desempenho da TMN em *download* alcançando os 100% de IVR em ambas as cidades, desempenho idêntico conseguido pela Vodafone no *upload*.

No que respeita à navegação na Internet, conforme pode ser observado na Figura 8, a experiência do utilizador em web browsing não apresenta diferenças muito significativas dos tempos de *download* de página entre os três operadores, para o mesmo destino. De um modo geral, os tempos de *download* de página duplicam, relativamente ao servidor nacional, quando o destino é a costa Oeste dos Estados Unidos (servidor USA2). Os valores médios absolutos mais elevados registados para todos os destinos compreendem-se entre os 2 e os 3 segundos[15], considerando-se ainda assim afastados do limiar de desconforto, associado normalmente aos 4 segundos (8 segundos considera-se o limiar de abandono da sessão).

[15] Testes efectuados para a página padrão de teste com a dimensão aproximada de 128KB.

Comparação de resultados para o acesso fixo

Em relação aos acessos fixos e respectivos tarifários em estudo, tendo em conta a diversidade das ofertas (velocidades máximas distintas), normalizaram-se os resultados para facilitar a análise comparativa. Desta forma foi calculado o **Índice de Velocidade Relativa** (**IVR** = velocidade média aferida/velocidade máxima contratada[16] x 100) apenas para os acessos nacionais. De acordo com a Figura 17, os registos para o Índice de Velocidade Relativa situam-se entre os 55% e 77%, isto é, foram obtidos valores de velocidade média efectiva, situados entre os 55% e 77% das velocidades máximas anunciadas para cada tarifário.

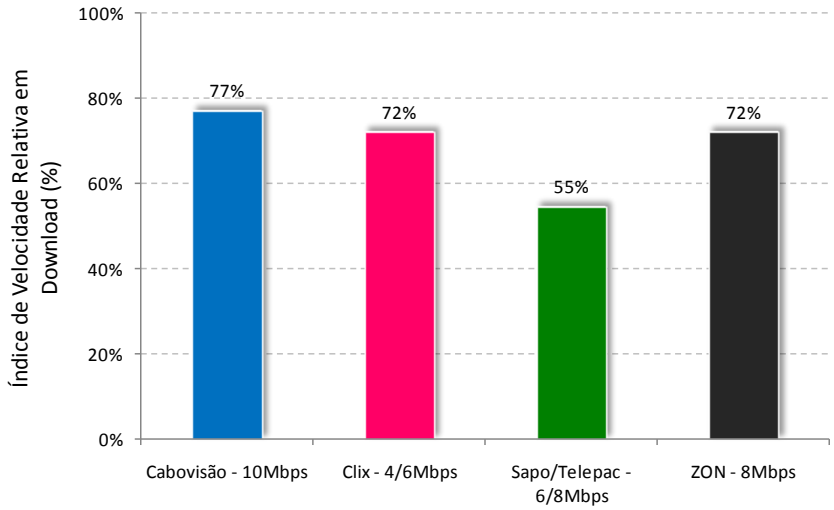

Figura 17 - Índice de Velocidade Relativa de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso fixo

Também para o acesso fixo, mas na componente de velocidade de transferência de ficheiros em *upload*, os valores registados para o IVR situam-se entre os 45% e os 95%, respectivamente para o Sapo e a Cabovisão, sendo de referir que estes são superiores aos registos de *download* para todos os operadores, à excepção do Sapo (Figura 94).

Numa outra perspectiva do desempenho relativamente a este indicador, verifica-se que a Cabovisão regista 70% da totalidade das medidas acima de 75% de Índice de Velocidade Relativa, enquanto o Sapo só regista 10% das medidas acima deste patamar (ver Figura 18).

[16] Velocidade máxima anunciada no tarifário contratado pelo painelista.

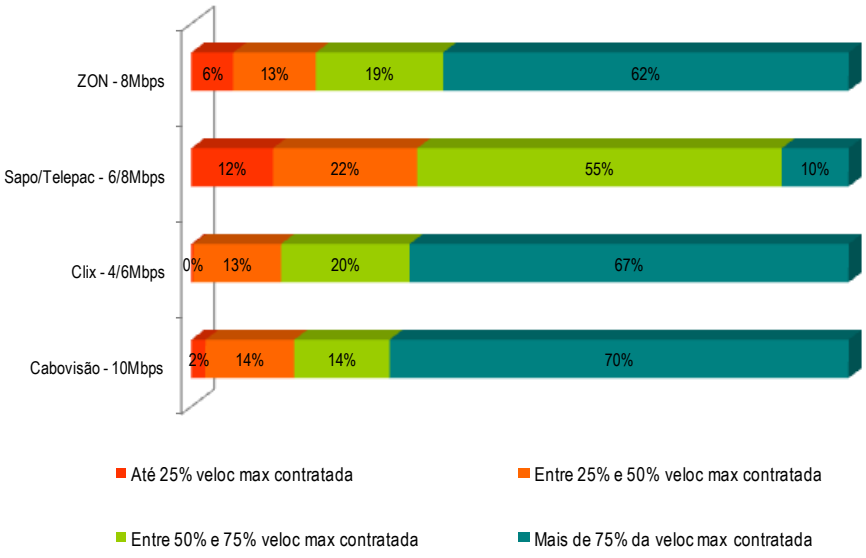

Figura 18 - Distribuição de frequência por categorias do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador de acesso fixo para o servidor Nacional

A experiência do utilizador em WEB Browsing para o acesso fixo é bastante diferente, caso as páginas se situem em servidores nacionais ou internacionais, traduzindo-se em tempos de espera para visualização de página com diferenças muito expressivas (ver Figura 8 e Figura 9). Os tempos de *download* são significativamente maiores para páginas alojadas em servidores na costa Oeste dos Estados Unidos, em que os acessos móveis chegam a superar o desempenho obtidos com a tecnologia fixa. Ainda assim, os valores médios para todos os destinos são inferiores aos registados pelo acesso móvel na ordem de 1 segundo (Figura 110 e Figura 127).

Principais conclusões

- ✓ As **velocidades de *download*** atingidas para os servidores internacionais, para ambos os tipos de acesso (fixo e móvel), tendem a convergir, tendência mais acentuada em Web browsing e para Seattle (destino mais remoto);

- ✓ As **velocidades de *upload*** da tecnologia móvel são, em média, superiores às disponibilizadas pela tecnologia fixa, chegando a ultrapassar o valor de 1Mbps para acessos ao servidor nacional;

- ✓ Os **tempos de *download* da página *web*** proporcionam uma boa experiência de navegação[17] na Internet, dado serem bastante aproximados entre operadores da mesma tecnologia, encontrando-se, para ambos os tipos de acesso, muito abaixo do limiar do desconforto. Em conformidade é possível concluir que o desempenho global dos operadores avaliados é bastante positivo.

- ✓ As rotas internacionais[18] são a principal causa de dispersão dos valores aferidos para a **velocidade de *download*** registada para os acessos fixos, com prejuízo na média final para todos os destinos;

- ✓ A dispersão dos valores aferidos para a **velocidade de *download*** dos acessos móveis é menos influenciada pelas rotas internacionais, em comparação aos acessos fixos. Todavia, essa dispersão é particularmente influenciada pela componente de acesso rádio, por ser um meio de acesso de recursos partilhados via rádio[19] que proporciona uma elevada variabilidade dos ritmos de transmissão disponibilizados;

---

[17] Conclusão aplicável para a página web padrão utilizada para teste, alojada em servidores dedicados. Os valores não são extensíveis a qualquer página na Internet, estes são influenciados pelas condições de carga do servidor (hardware, número de sessões concorrentes e optimização da página HTML), entre outros aspectos, que não são da responsabilidade do ISP.

[18] Tendo em conta o estrangulamento elevado de largura de banda para os acessos internacionais comparativamente às velocidades conseguidas para *download* do servidor nacional.

[19] Meio de transmissão condicionado pelas condições de propagação do sinal (*clutter*) e pela carga de utilização do sistema.

- ✓ Os valores de **latência** registados para o acesso móvel nos acessos aos Estados Unidos, em especial ao servidor em Seattle, ultrapassam em média os 150 milissegundos, valor que condiciona ou inibe a utilização de algumas aplicações mais exigentes em termos de interactividade, como os jogos online multiplayer;

- ✓ Nos acessos fixos, os valores de **latência** médios para o servidor em Seattle são em torno dos 100 milissegundos, conseguindo-se assim e comparativamente aos acessos móveis, uma experiência de utilização em jogos on-line multiplayer bastante mais interactiva entre jogadores em Portugal e nos Estados Unidos;

- ✓ Os utilizadores dos acessos móveis em Lisboa e no Porto experimentam em média **89,4% a 100% da velocidade máxima contratada para a velocidade de *download*;**

- ✓ Os utilizadores dos acessos fixos experimentam em média entre **55% a 77% da velocidade máxima contratada para a velocidade de *download***, destacando-se o desempenho muito positivo da Cabovisão. Este operador concentrou 70% das medidas efectuadas acima dos 75% da velocidade máxima contratada. Por outro lado, o Sapo foi o operador com a menor prestação concentrando 10% das medidas acima do mesmo patamar.