ANACOM
AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES

ESTUDO DE AFERIÇÃO DA QUALIDADE DO SERVIÇO DE ACESSO À INTERNET BANDA LARGA

(parâmetros técnicos)

ICP - ANACOM

Relatório

(Março de 2009)

Tabela de Conteúdos

1. Enquadramento Geral 4

2. Sumário Executivo 10

3. Resultados 26

3.1 Acessos Móveis 3G - Disponibilidade e Fiabilidade de Serviço 26

3.1.1 Sucesso no Acesso ao Serviço 26

3.1.2 Causas de falha no acesso ao Serviço 28

3.1.3 Tempo de Activação/Estabelecimento da Ligação 29

3.2 Percepção do Utilizador em Transferência de Ficheiros (*Download*) 31

3.2.1 Acessos Móveis 3G 31

3.2.1.1 Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Download*) 31

3.2.1.2 Tempo de *Download* de Ficheiros 42

3.2.2 Acesso Fixos – Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Download*) 49

3.3 Percepção do Utilizador em Transferência de Ficheiros (*Upload*) 60

3.3.1 Acessos Móveis 3G 60

3.3.1.1 Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Upload*) 60

3.3.1.2 Tempo de *Upload* de Ficheiros 69

3.3.2 Acessos Fixos – Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Upload*) 76

3.4 Percepção do Utilizador em WEB Browsing 85

3.4.1 Acessos Móveis 3G 85

3.4.1 Velocidade em WEB Browsing 85

3.4.2 Tempo de *Download* de página em WEB Browsing 91

3.4.2 Acessos Fixos 98

3.4.2.1. Velocidade em WEB Browsing 98

3.4.2.2. Tempo de *Download* de página em Web Browsing 102

3.5 Percepção do Utilizador do Atraso da Comunicação / Latência 107

3.5.1 Acessos Móveis 3G 107

Acessos Fixos 113

4. ANEXOS 119

4.1 Margem de Erro 119

4.1.1 Acessos Móveis 3G 119

4.1.2 Acessos Fixos 128

1. Enquadramento Geral

Motivações para realização do estudo

O ICP-ANACOM realizou, pelo terceiro ano consecutivo, um estudo de aferição da qualidade, na perspectiva do utilizador residencial ou particular, dos serviços de acesso à Internet em Portugal. O estudo foi preparado e realizado em parceria com a QMETRICS – Serviços de Consultadoria, S.A., com a colaboração da FCCN – Fundação para a Computação Científica Nacional. A APRITEL – Associação dos Operadores de Telecomunicações, a DGC – Direcção Geral do Consumidor e os fornecedores do serviço de acesso à Internet (ISP's e operadores móveis), objecto do estudo, foram também envolvidos, tendo as suas sugestões e opiniões críticas sido consideradas na definição da metodologia.

A regulação da qualidade abrange os princípios fundamentais de preservação da qualidade de vida, incluindo aspectos como o ambiente, o ordenamento do território e o consumo. O presente estudo diz respeito, em particular, ao consumo do serviço de acesso à Internet. De forma geral, o direito da qualidade tutela a prevenção dos defeitos e riscos dos bens e serviços, e a responsabilidade pela reparação dos danos causados por produtos ou serviços defeituosos. Contudo, frequentemente, o seu âmbito é limitado ao primeiro aspecto, ou seja, à tutela da prevenção. Para materialização do anteriormente enunciado, a entidade reguladora do sector das comunicações, o ICP-Anacom, emite normalmente a regulamentação técnica obrigatória que visa a protecção do interesse geral (consumidores, utilizadores). Todavia, o caso específico do acesso à Internet exige uma abordagem complementar alinhada com a evolução da exigência de qualidade, tendo em conta o ritmo crescente de introdução de novas aplicações sobre a Internet, que, consequentemente, induzem novos hábitos de consumo entre os utilizadores.

Assim, numa perspectiva de objectividade e aderência à dinâmica que caracteriza este mercado, têm vindo a ser realizados os estudos de qualidade de serviço, como forma de monitorização e divulgação pública do desempenho efectivo dos fornecedores do serviço. Os estudos não se esgotam no objectivo de informar acerca da qualidade dos serviços e são complementados com uma abordagem pedagógica, no sentido de estimular o consumidor a valorizar as características evidenciadas nas ofertas disponíveis, que melhor se adequarão ao seu perfil de utilização.

A Internet, veículo primordial para circulação da informação, conforme foi referido anteriormente, tem vindo a suportar cada vez mais um vasto leque de aplicações, desde a vulgar navegação de páginas Internet (Web Surfing), até às redes sociais (Web 2), passando pela comunicação por voz (VoIP), partilha de ficheiros e conteúdos (file sharing, P2P) e visionamento de conteúdos multimédia em tempo real (streaming de música e vídeo). Neste enquadramento, a exigência pela qualidade do funcionamento da rede e dos serviços que nela circulam, assume crescentemente um carácter adaptativo, isto é, o nível de exigência da qualidade do serviço varia conforme as aplicações utilizadas pelos consumidores.

Até há bem pouco tempo, o nível de exigência de qualidade do serviço incidia principalmente na disponibilidade efectiva do acesso e nas velocidades alcançadas pela linha de transmissão. Actualmente o padrão de exigência é muito variável, dada a quantidade e complexidade das aplicações que circulam sobre a Internet e a diversidade do tipo de acessos que estão disponíveis aos consumidores (Cabo, ADSL, móvel). O atraso de comunicação, vulgarmente designado de latência, assim como a perda de pacotes (datagramas IP que são transmitidos), entre outros indicadores, assumem actualmente uma importância idêntica à velocidade alcançada no acesso, dado que são parâmetros de performance de rede, críticos para qualidade de aplicações que funcionam em tempo real (VoIP, Jogos online, etc…). Na realidade, a variação de qualidade alcançada por estas aplicações resulta da combinação de desempenho destes indicadores de rede e raramente é reflexo da prestação de um isoladamente.

Na sequência dos estudos sobre a qualidade do serviço de acesso à Internet realizados anteriormente pelo ICP-Anacom, introduz-se como novidade o acesso móvel 3G. Desde Janeiro de 2007 que o crescimento da taxa de penetração do acesso móvel tem sido exponencial, potenciado pelo programa e-iniciativas. Os acessos móveis à Internet representam actualmente cerca de 40%[1] da totalidade dos acessos à Internet, podendo ser vistos como uma alternativa ou complemento ao acesso fixo, pelo que os consumidores deverão igualmente estar informados acerca das particularidades, capacidades e prestações deste tipo de acesso.

[1] Fonte: ICP-Anacom, 4º Trimestre de 2008

Indicadores aferidos e arquitectura de teste

A qualidade percepcionada pelos utilizadores do serviço de acesso à Internet está associada à conjugação dos factores técnicos, comerciais e de assistência ao cliente, designada muitas vezes como qualidade experimentada (QoE- Quality of end-user experience). De entre os factores enumerados destacam-se os de ordem técnica. Estes são actualmente os mais valorizados pelos ISP's na promoção das suas ofertas, nomeadamente a velocidade de *download* que é normalmente conjugada com a respectiva componente de preço. O desempenho destes factores técnicos é vulgarmente designado como a qualidade de prestação do serviço de rede (QoS-Quality of Service). A afectação dos aspectos técnicos e não-técnicos à qualidade experimentada pelos utilizadores pode ser representada esquematicamente da seguinte forma (Figura 1):

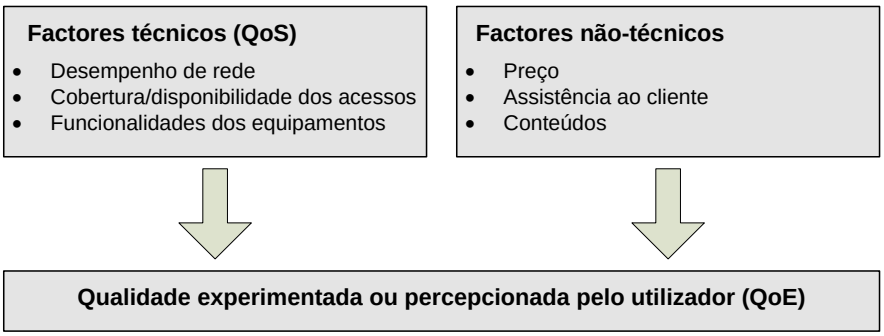


Figura 1 - Afectação dos aspectos técnicos e não técnicos na QoE

Os factores técnicos (*QoS*) são bastante objectivos e podem ser aferidos com bastante rigor ao invés dos não-técnicos. Estes últimos são revestidos de alguma subjectividade, visto que dependem da interpretação dos consumidores. Neste enquadramento, o presente estudo apresenta o resultado da aferição dos parâmetros técnicos, que foram considerados com maior relevância no desempenho da rede e com maior percepção junto dos consumidores, tendo também em consideração as estratégias de comunicação e marketing dos ISP's. Desta forma, foram aferidos os seguintes indicadores:

- Disponibilidade e fiabilidade da rede no acesso (apenas para as rede móveis);
- Tempo de carregamento de página Web;
- Velocidade de carregamento em *download* da página Web;

- Velocidade ou débito de *download* e *upload* ficheiros através da aplicação FTP;
- Atraso de comunicação ou Latência[2];

A influência do desempenho de rede (QoS) sobre a prestação das aplicações mais populares utilizadas sobre a Internet, pode ser sumariada em termos de nível de sensibilidade para cada indicador aferido, conforme a Figura 2.

Sensibilidade aplicacional ao desempenho de rede		
Aplicação	Velocidade	Latência
Voz sobre IP	Baixa	Alta
Streaming	Elevada	Med
Web browsing	Med	Med
E-mail	Baixa	Baixa
Download de ficheiros	Elevada	Baixa

Figura 2 – Níveis de sensibilidade das aplicações aos parâmetros de rede (velocidade de transmissão e latência)

Conforme foi referido anteriormente, a promoção comercial dos ISP's enfatiza, sobretudo, a velocidade alcançada em *download* pelo acesso. De entre todas as aplicações aferidas, a transferência de ficheiros no sentido de *download* por FTP é a que maximiza[3] a utilização de toda a largura de banda que se encontre disponível no mesmo sentido, pelo que consiste no melhor indicador da largura de banda que está efectivamente disponível para *download*, podendo ser usado como termo de comparação com as velocidades máximas anunciadas em cada oferta comercial (ver Figura 3).

Para realização do estudo e para ambos os tipos de acesso (fixo e móvel) foi implementada uma arquitectura de testes activos, ou seja, foi replicada em boa aproximação, a realidade de utilização

[2] Latência ou atraso de comunicação de um pacote na transmissão entre o emissor e o receptor, definido como metade do tempo de resposta a um pacote ICMP ECHO ou RTT (Round Trip Time) / 2.

[3] Esta situação resulta de uma maior eficiência do protocolo de comunicação associado, em termos de utilização efectiva da largura de banda disponível.

do acesso à Internet, através da geração automática de tráfego de teste entre os "sistemas clientes" e os servidores alvo (estrutura cliente-servidor). Os testes foram realizados em horários pré-determinados, ao longo do dia e durante os sete dias da semana. Para o efeito, e para cada uma das formas de acesso (fixa e móvel), foi recrutado um painel de utilizadores reais, representativo das principais ofertas comerciais residenciais[4] de cada ISP (ofertas comerciais com maior percentagem de clientes). A partir destes e com base na utilização de dois "sistemas clientes" de teste específicos para simulação do acesso fixo e móvel, foram desencadeadas as sessões de testes com destino aos servidores alvo.

Para criação das condições óptimas de teste, em termos de homogeneização de ponto de destino nacional e para eliminação de restrições de largura de banda no acesso, foi instalado um servidor de terminação das sessões de testes numa rede adjacente ao GigaPix (plataforma de interligação para troca de tráfego IP entre redes nacionais e internacionais), localizado na FCCN. Para os testes internacionais foram instalados mais quatro servidores com localizações distintas na Europa e nos Estados Unidos (2 no U.K. e 2 nos U.S.A). O estudo integrou os três operadores móveis com tecnologia de acesso UMTS e os quatro ISP's que, no conjunto, representam cerca de 90% de quota de mercado para o acesso fixo (Cabo e ADSL).

Na Figura 3 apresenta-se o resumo dos fornecedores do acesso à Internet e as respectivas ofertas comerciais, objectos do estudo, reflectindo algumas alterações de tarifários, introduzidas no mercado pelos respectivos operadores, enquanto decorreram os testes (ver ficha técnica/metodologia).

[4] No caso do móvel a oferta designa-se: para particulares

Fornecedor	Tipo de acesso	Tecnologia de acesso	Oferta Comercial			
			Velocidade *Download* inicial	Velocidade *Download* final	Velocidade *Upload* inicial	Velocidade *Upload* final
ZON/TVCabo	Fixo	Cabo	8Mbps	8Mbps	512kbps	512Kbps
Cabovisão[5]			10Mbps	10Mbps		512Kbps
Sapo/PT[6]		ADSL	6Mbps	8Mbps		1024Kbps
Clix/Sonaecom[7]			4/6Mbps	4/6Mbps		512Kbps
TMN[8]	Móvel	UMTS	1Mbps	1/2Mbps	384kbps	384/512Kbps
Vodafone[9]				2Mbps		512Kbps
Optimus				1Mbps		384Kbps

Figura 3 - Resumo dos fornecedores do serviço de acesso à Internet objecto do estudo

[5] Oferta inicial de 5Mbps que foi migrada para 10Mbps de *download* de antes do início dos testes.

[6] Com base na informação recebida do operador, foi seleccionada, para estudo, a oferta de 6Mbps. Todavia durante a fase de recrutamento do painel veio a revelar-se uma grande dificuldade em recrutar painelistas clientes desta oferta comercial. Avaliada a situação concluiu-se que o operador tinha iniciado um processo de migração automática da oferta dos 6Mbps para 8Mbps. Assim, para conclusão do estudo, considerou-se ser necessário reflectir esta evolução, tendo-se recrutado painelistas para realização das medidas para as duas ofertas.

[7] Com base na informação inicial recebida do operador, foi seleccionada, para estudo, a oferta de 4Mbps. Todavia o recrutamento de painelistas, clientes desta oferta comercial veio a tornar-se bastante difícil, tendo-se optado por incluir também a oferta dos 6Mbps, dado que por indicação do operador os clientes desta oferta comercial tinham sido considerados no tarifário correspondente aos 4Mbps.

[8] Oferta inicial que foi migrada parcialmente para 2Mbps de *download* e 512kbps de *upload*, enquanto decorriam os testes, com reflexos em 9 dos 25 SIM cards objecto de teste, na fase final do estudo.

[9] Oferta inicial que foi migrada integralmente para 2Mbps de *download* e 512kbps de *upload*, enquanto decorriam os testes.

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).

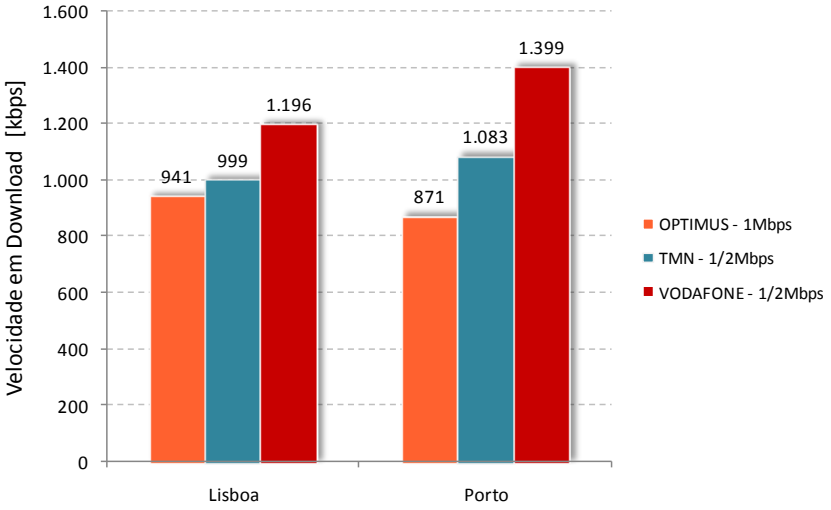


Figura 4 – Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso móvel

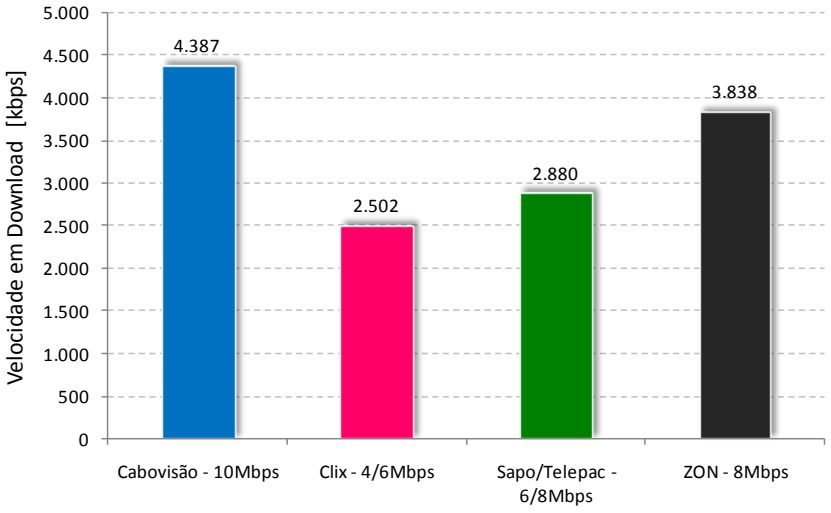


Figura 5 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso fixo

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).

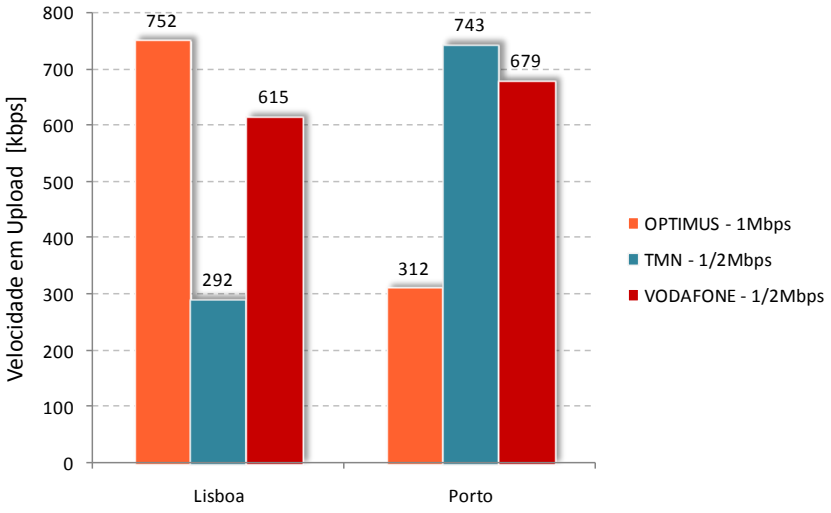


Figura 6 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador de acesso móvel

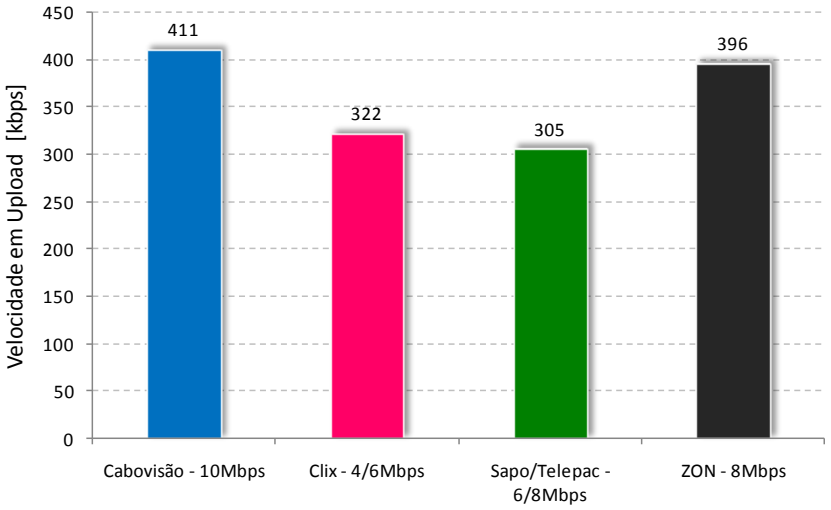


Figura 7 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador de acesso fixo

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.

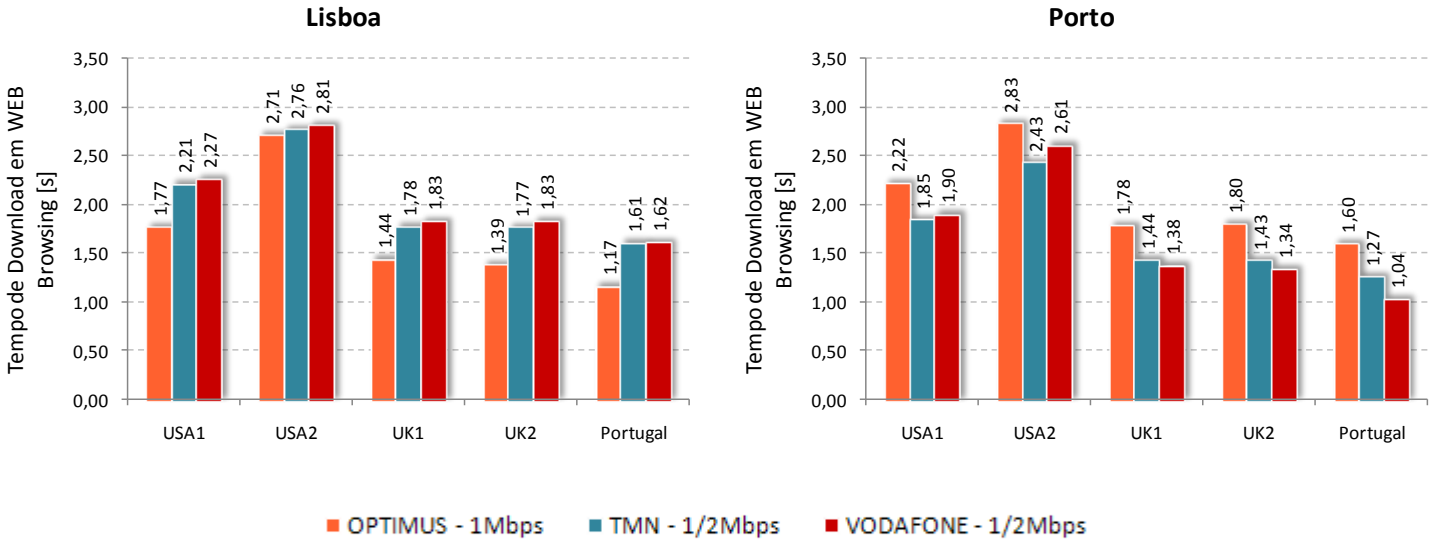


Figura 8 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador móvel, servidor de destino e concelho

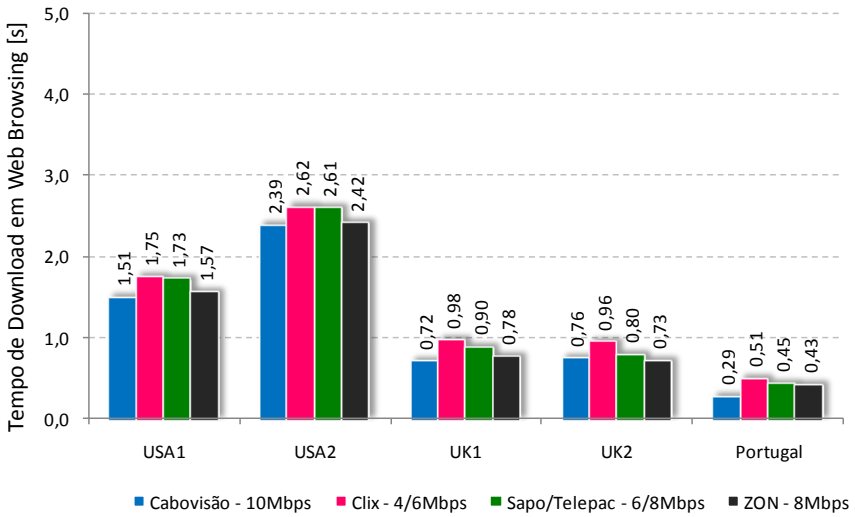


Figura 9 - Tempo médio de *Download* em Web Browsing por operador fixo e servidor de destino

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).

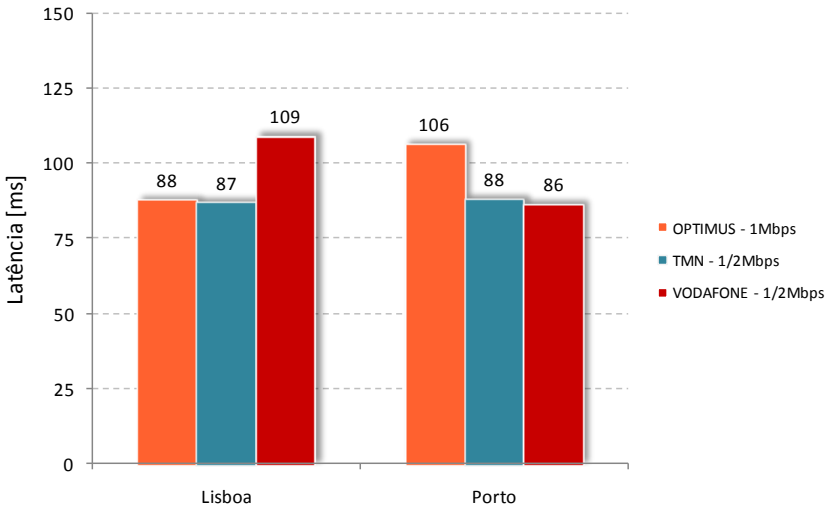


Figura 10 - Latência média por operador de acesso móvel

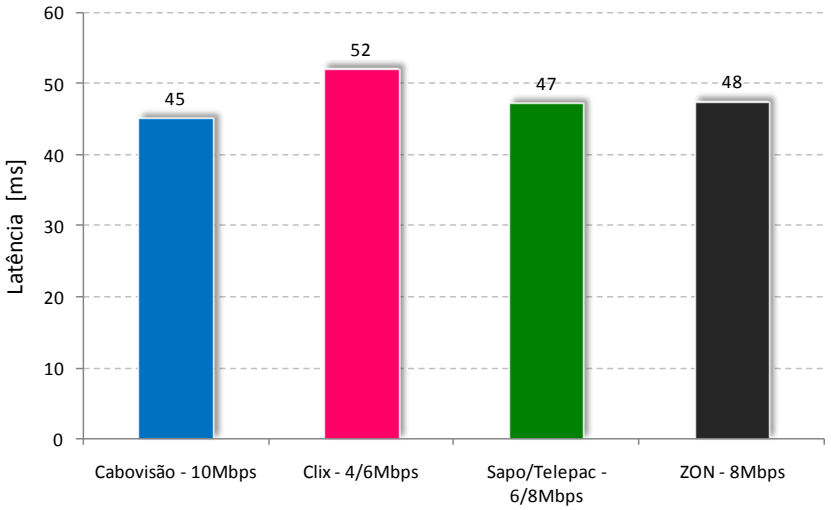


Figura 11 - Latência média por operador de acesso fixo

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).

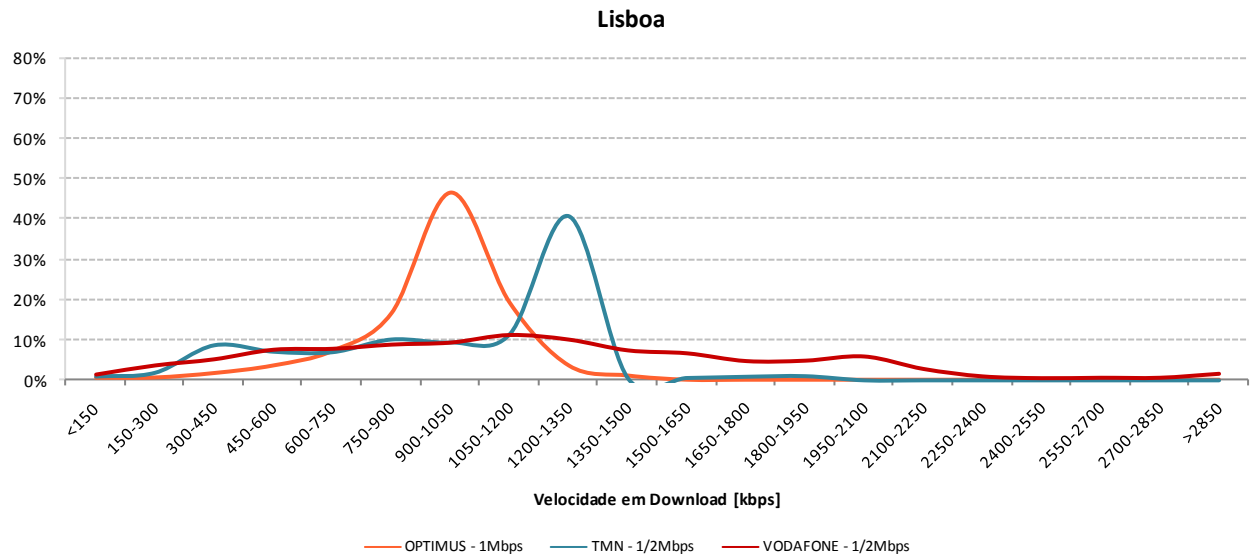


Figura 12 - Distribuição de frequência por operador de acesso móvel e classe de velocidade em *Download* para o concelho de Lisboa

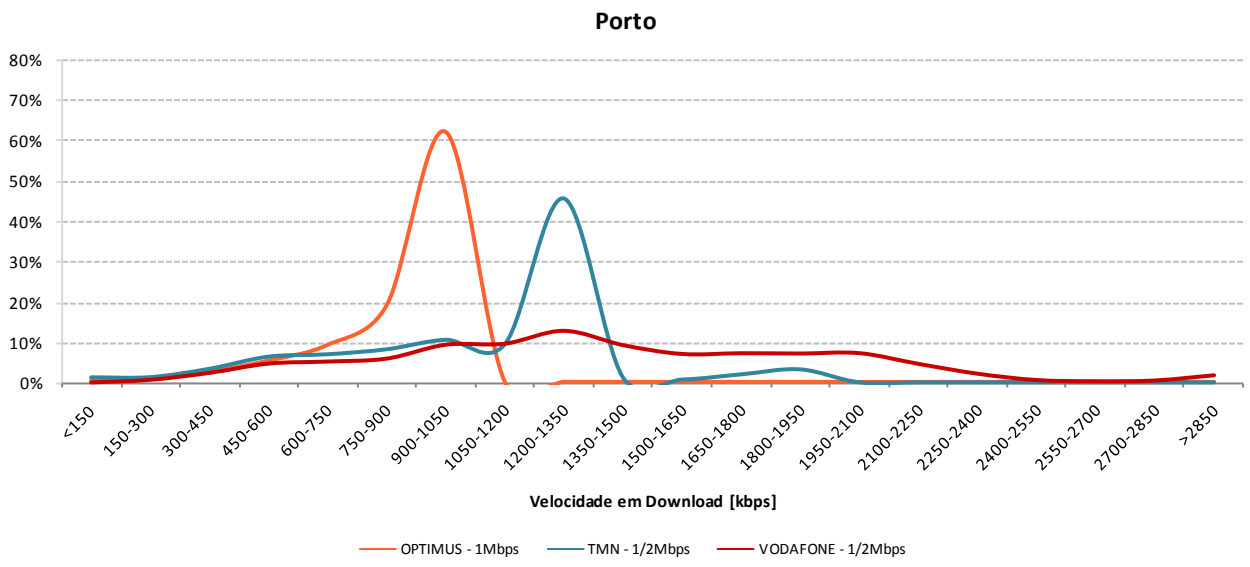


Figura 13 - Distribuição de frequência por operador de acesso móvel e classe de velocidade em *Download* para o concelho do Porto

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.

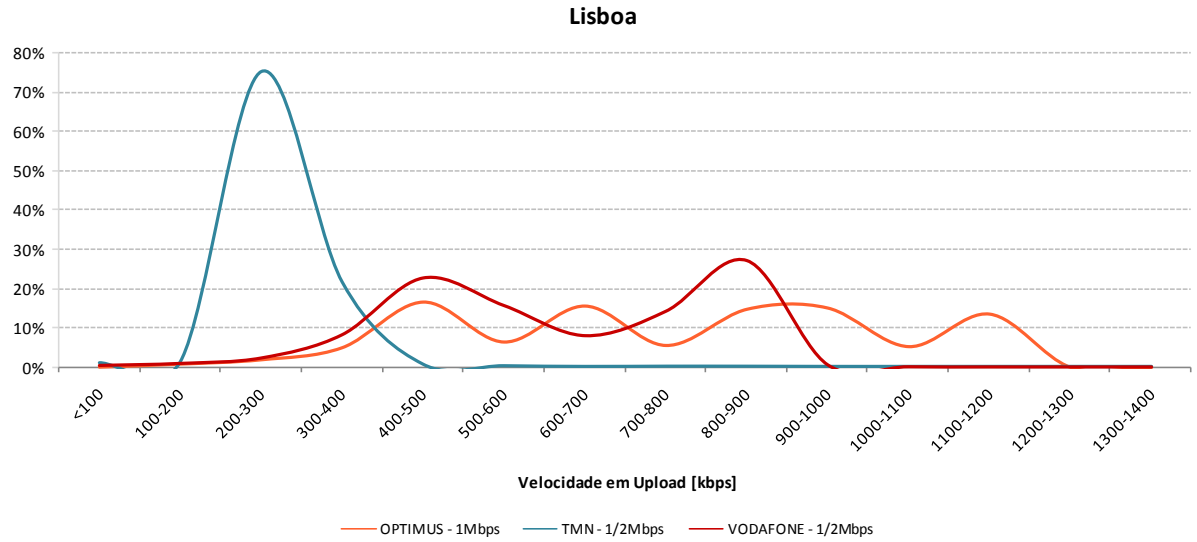


Figura 14 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho de Lisboa

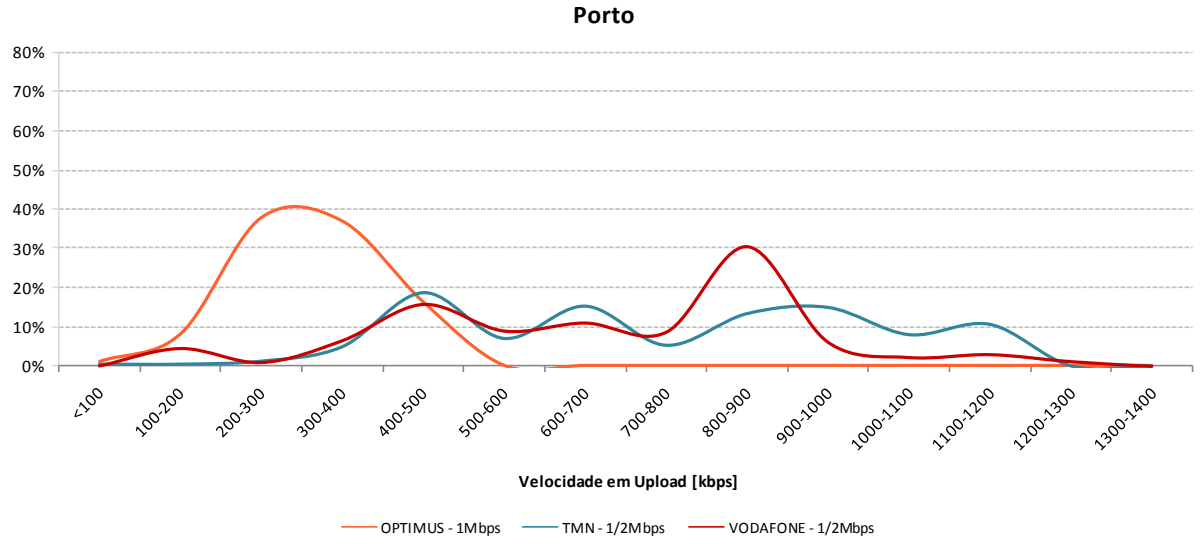


Figura 15 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho do Porto

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.

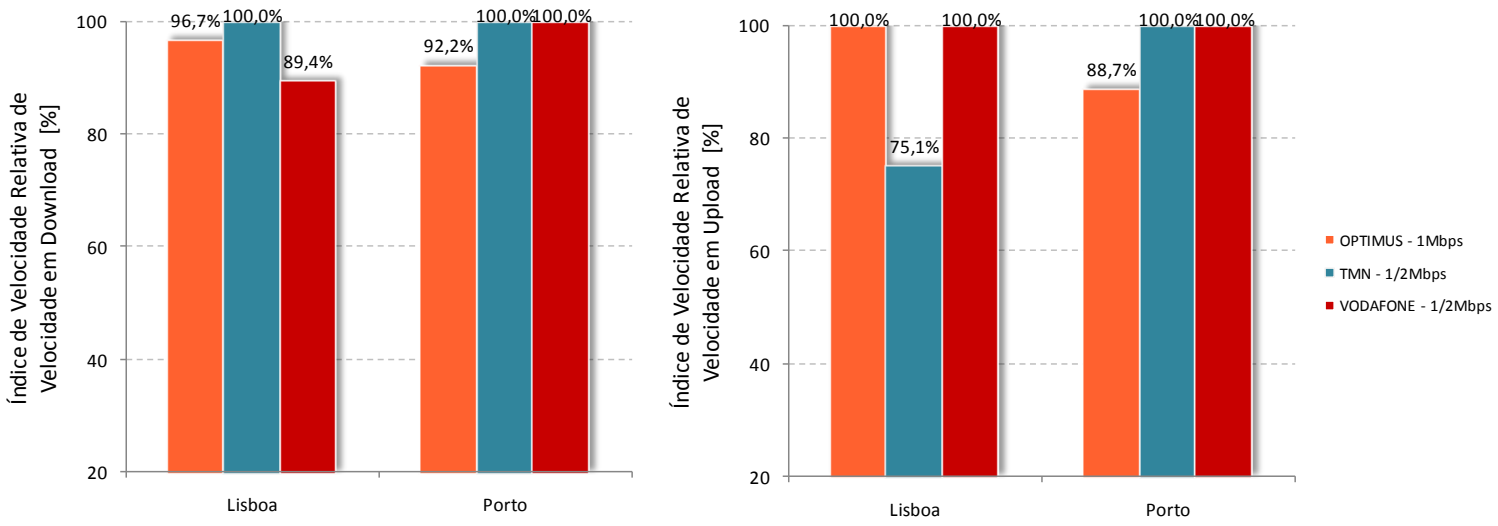


Figura 16- Índice de Velocidade Relativa para o servidor nacional para velocidade de *download* e *upload* de ficheiros

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.

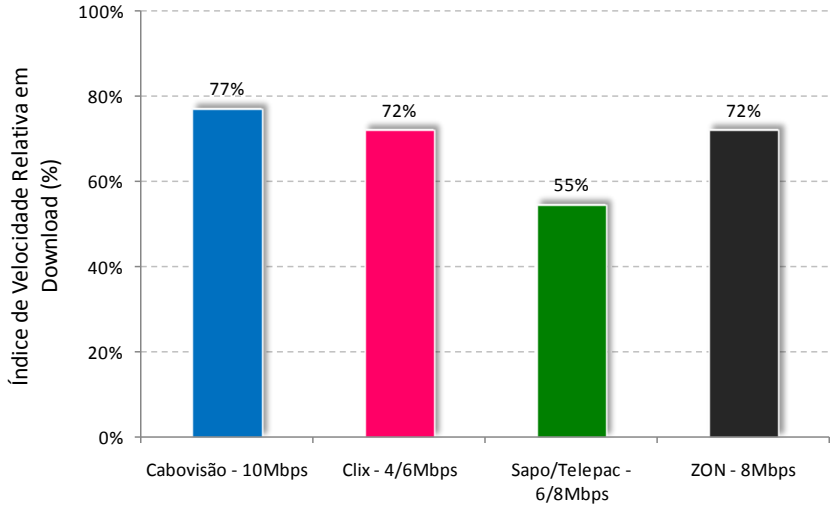


Figura 17 - Índice de Velocidade Relativa de transferência de ficheiros em *Download* por operador de acesso fixo

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.

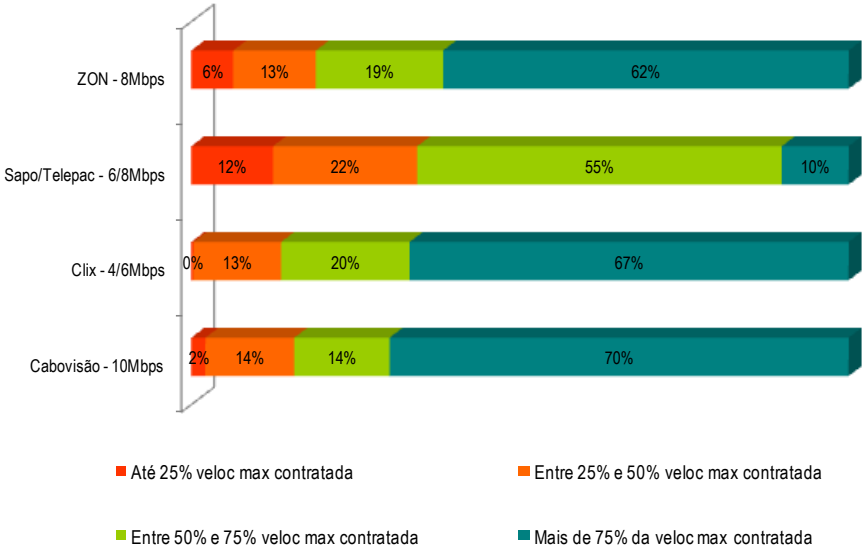


Figura 18 - Distribuição de frequência por categorias do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador de acesso fixo para o servidor Nacional

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.

3. Resultados

3.1 Acessos Móveis 3G - Disponibilidade e Fiabilidade de Serviço

3.1.1 Sucesso no Acesso ao Serviço

A utilização da Internet através de redes móveis implica o estabelecimento prévio de uma ligação à rede do operador para atribuição dos recursos de rede e para efeitos de autenticação, ou seja, estabelecimento do Contexto PDP[20]. Este é seguido do estabelecimento do serviço em causa (por exemplo, FTP, http), aqui referido como estabelecimento da ligação IP.

O sucesso no estabelecimento desta ligação dá ao utilizador a percepção de disponibilidade do serviço, sendo que os valores típicos para este indicador se encontram acima dos 99%. Os insucessos de estabelecimento podem dever-se a várias razões, associadas nomeadamente à capacidade e/ou falha temporária de rede.

Analisando este indicador, na Figura 19, em função dos registos obtidos, pode-se concluir que todos os operadores garantem um grau elevado de disponibilidade de serviço, registando valores dentro do esperado. A Optimus apresenta valores ligeiramente superiores aos da TMN e da Vodafone em ambos os concelhos. As diferenças entre a TMN e a Vodafone não são significativas, diferindo no máximo 0,2 pontos percentuais entre si.

[20] PDP - Packet Data Protocol

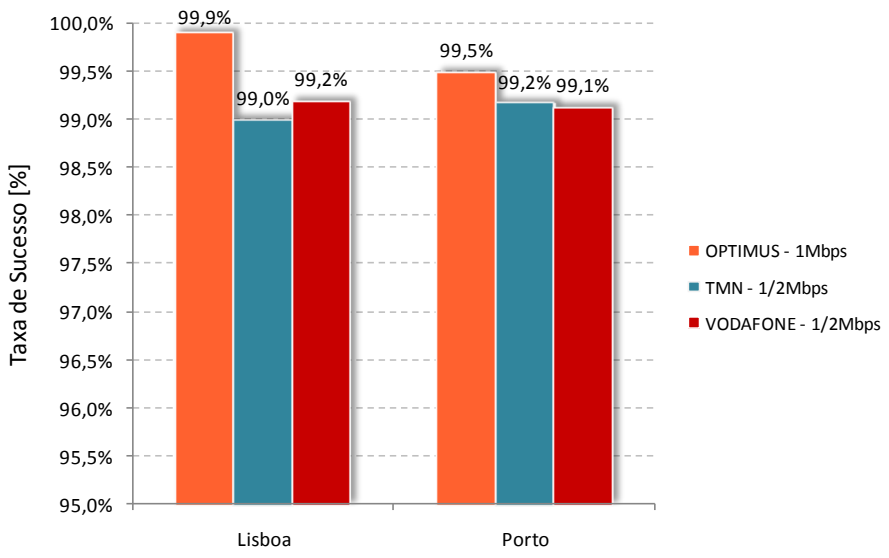


Figura 19 - Percentagem de Sucessos no Acesso ao Serviço por operador e concelho

Os valores de disponibilidade de serviço variam ligeiramente ao longo do dia e ao longo da semana, em resultado de problemas pontuais nalgumas áreas objecto de medidas, por parte dos operadores. Como pode ser verificado através da análise da Figura 20, no caso da Vodafone e para ambos os concelhos, há uma degradação mais acentuada no sucesso de acesso ao serviço no período das 22h-00h. As variações ao longo do dia são mais ligeiras para a Optimus e TMN.

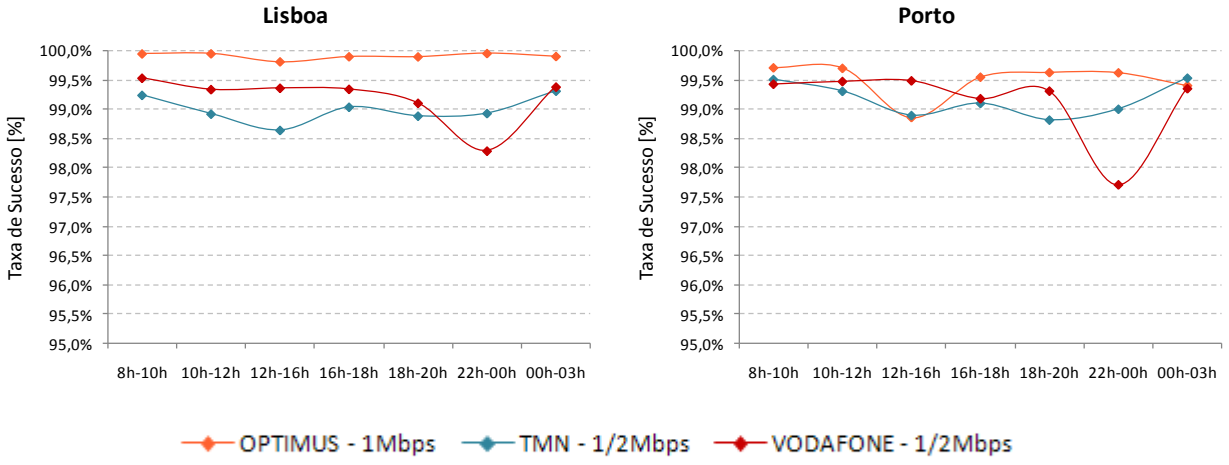


Figura 20 - Percentagem de Sucessos no Acesso ao Serviço por operador, período horário e concelho

Ao longo da semana, registam-se também algumas variações mais acentuadas para a TMN e Vodafone (Domingo), conforme se pode observar na Figura 21.

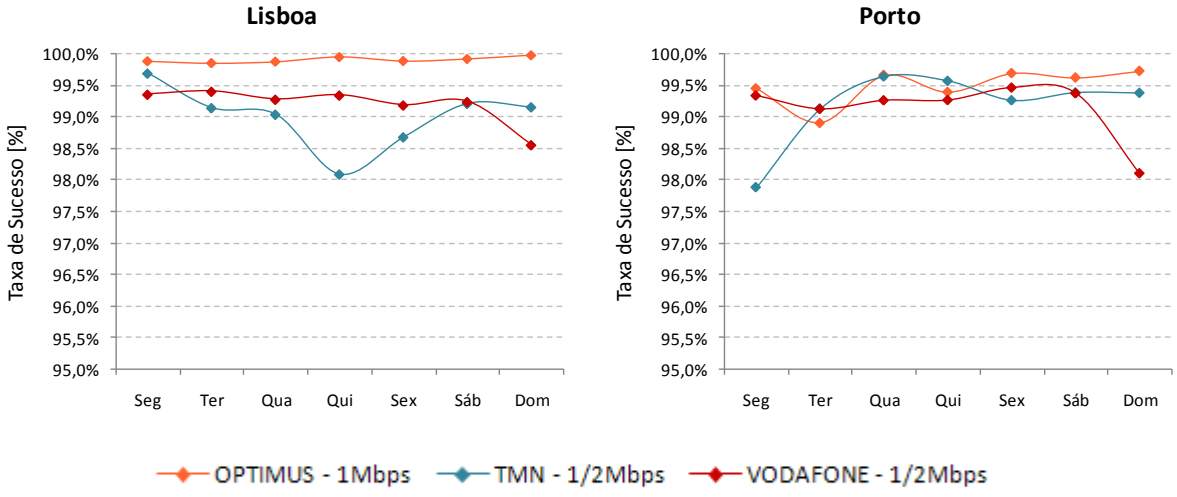


Figura 21 - Percentagem de Sucessos no Acesso ao Serviço por operador, dia da semana e concelho

3.1.2 Causas de falha no acesso ao Serviço

As causas de insucesso de acesso ao serviço, por falha de estabelecimento do contexto PDP ou da ligação IP, estão representadas na Figura 22. Pode-se concluir que a maior parte dos insucessos da TMN em Lisboa, cujo valor é o mais elevado, se deve maioritariamente a falhas de estabelecimento do contexto PDP, sendo que a taxa de falha de IP é de apenas 0,1% em média.

Releva-se, todavia, mesmo na situação de maior percentagem de falhas (TMN), o valor médio regista apenas 1%, evidenciando um grau de acessibilidade de serviço elevado para todos os operadores.

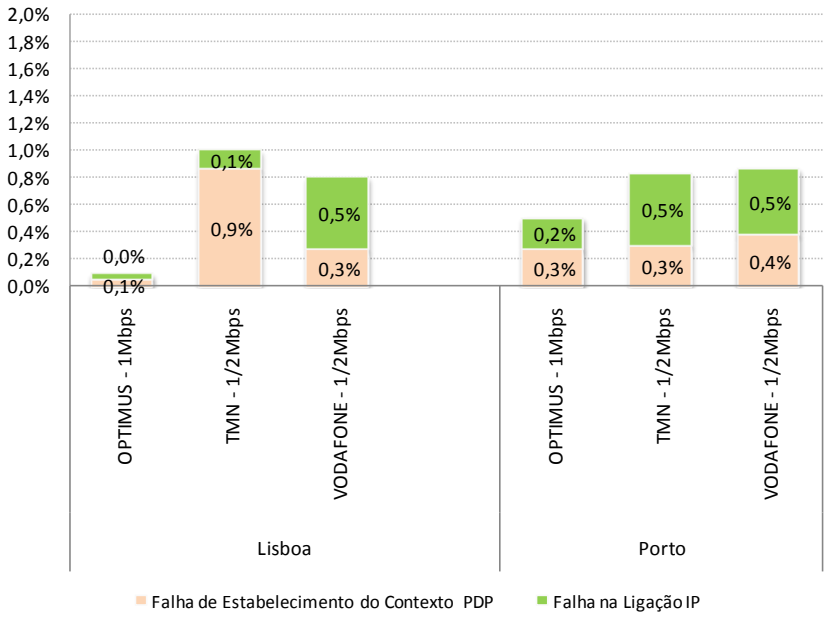


Figura 22 - Percentagem de falhas por causa, operador e concelho

3.1.3 Tempo de Activação/Estabelecimento da Ligação

O tempo necessário para estabelecimento de uma ligação é percepcionado, pelo utilizador final, como um atraso para o início de qualquer transacção de Internet. Este tempo varia por operador e depende de vários factores, nomeadamente da arquitectura de rede e do índice de utilização da mesma.

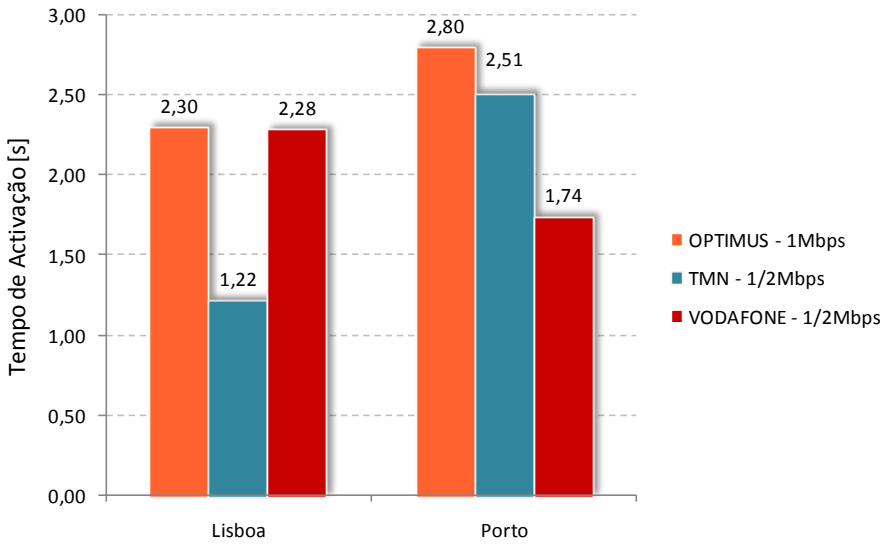


Figura 23 – Tempo de Activação/Estabelecimento da Ligação

Neste contexto e através da análise da Figura 23, pode-se concluir que a TMN, em Lisboa, regista os valores mais baixos e, portanto, os melhores, entre os três operadores móveis nacionais. Estes representam cerca de metade dos valores registados pela Optimus e Vodafone neste concelho. Já no Porto, a Vodafone regista o melhor tempo de acesso, seguida pela TMN e pela Optimus. A Optimus apresenta o valor médio mais elevado dos três operadores para os concelhos de Lisboa e Porto

Explicitando um pouco melhor a Figura 23, refira-se que os utilizadores da TMN, em Lisboa, esperam, em média, 1,22 segundos para iniciar uma transacção de Internet, enquanto os da Optimus no Porto demoram, em média, 2,80 segundos para iniciar uma transacção idêntica.

De acordo com a Figura 24, os tempos de estabelecimento da ligação não apresentam uma variação significativa ao longo do dia, apesar de haver um acréscimo de tempo para a Vodafone, no período das 22h-00h, em ambos os concelhos. Recorde-se que este é também o período em que a Vodafone regista um ligeiro decréscimo na taxa de sucesso de estabelecimento do serviço, conforme representado na Figura 20.
Por análise da Figura 25, conclui-se que não há uma variação muito significativa dos tempos de estabelecimento da ligação ao longo da semana.

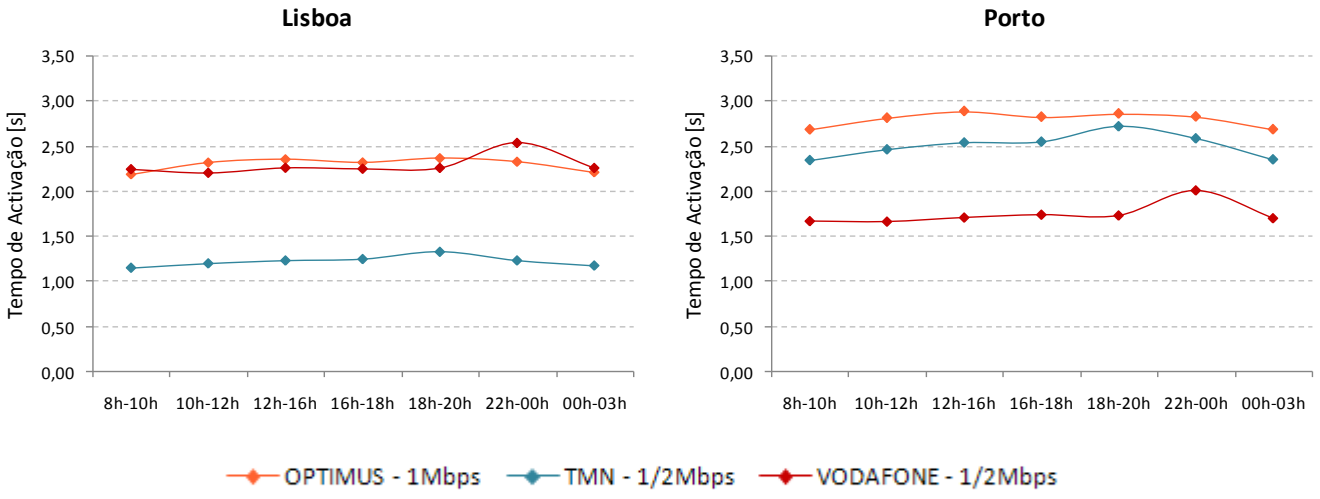


Figura 24 - Tempo médio de activação/estabelecimento da Ligação por operador, período horário e concelho

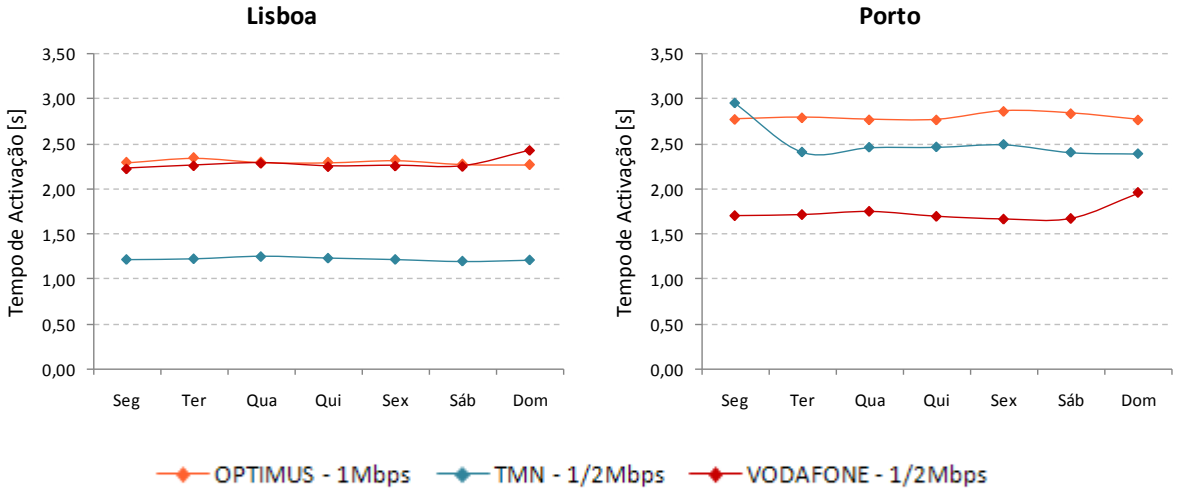


Figura 25 - Tempo médio de activação/estabelecimento da Ligação por operador, dia da semana e concelho

3.2 Percepção do Utilizador em Transferência de Ficheiros (*Download*)

3.2.1 Acessos Móveis 3G

3.2.1.1 Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Download*)

A evolução da tecnologia HSDPA anuncia, para breve, a disponibilização no mercado da banda larga móvel em Portugal, da oferta de velocidades de *download* acima dos 20Mbps. As velocidades de *download* ainda são vistas como os principais diferenciadores do serviço prestado pelos operadores móveis. Todavia, verifica-se que a maior parte dos clientes estão ainda incluídos em tarifários de velocidades bastantes inferiores aos 20Mbps. Foi neste quadro de referência que incidiu o estudo, tendo sido considerados os tarifários mais representativos da realidade de utilização do acesso à Internet móvel, na perspectiva em que integram, para cada operador, a maior percentagem de clientes.

Os tempos de *download* de ficheiros, apresentados na secção seguinte, registam, em boa aproximação, o tempo percepcionado pelo utilizador para a conclusão da transferência do ficheiro em causa, constituindo de forma geral um indicador mais próximo da experiência do utilizador. Quanto maior a velocidade de transferência de ficheiros, menor será o tempo para a transferência dos mesmos.

Analisando a Figura 26, pode-se concluir que as velocidades médias de transferência de ficheiros são mais elevadas para a Vodafone, nos dois concelhos em estudo, sendo esta diferença mais

significativa no concelho do Porto, com o registo de 1399kbps. Estes valores resultam, em boa parte, das alterações de tarifários efectuadas pelos operadores durante o decorrer do estudo, com excepção da Optimus que não efectivou qualquer alteração durante o tempo em que decorreram os testes[21], (visto que o processo de migração não foi automático), mantendo a velocidade máxima nos 1024kbps, valor próximo da média efectivamente verificada, principalmente em Lisboa. A alteração de tarifário, efectuada pela TMN, incidiu apenas em 9 dos 25 SIM Cards, tendo sido implementada de forma faseada e próximo da fase final do estudo. Durante o período de medidas, a Vodafone efectuou duas alterações aos valores máximos anunciados para o tarifário em análise, com impacto significativo nos resultados finais.

Esta dinâmica de mercado teve reflexos positivos para o utilizador final, nomeadamente através da disponibilização de velocidades superiores para a mesma oferta comercial, comportamento que se reflecte nos resultados do estudo.

Ainda de acordo com a Figura 26, a TMN e a Optimus apresentam desempenhos semelhantes em Lisboa e no Porto e inferiores à Vodafone. À excepção da Optimus, conclui-se ainda que a velocidade efectiva de transferência em *download* é mais elevada no Porto que em Lisboa.

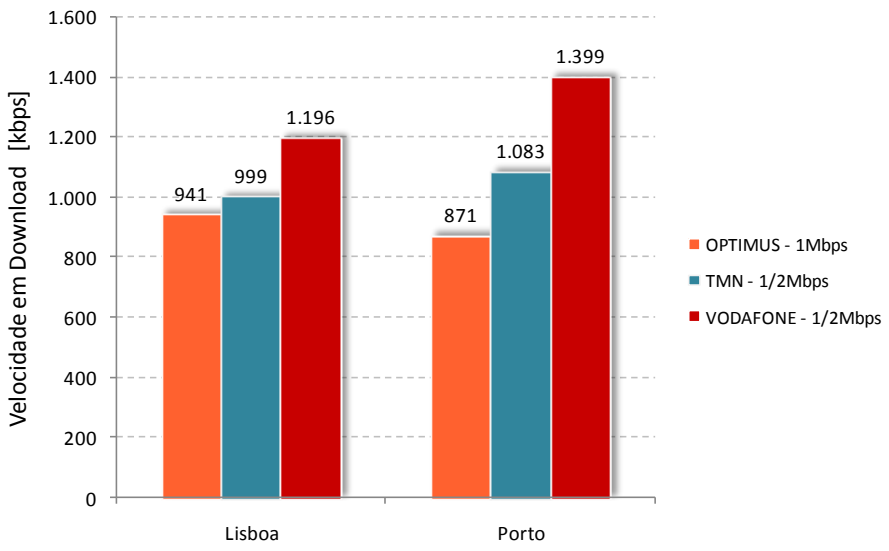


Figura 26 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador e concelho

[21] Os SIM Cards da Optimus associados ao tarifário de 1Mbps utilizados no estudo não foram objecto de alteração automática das características do serviço.

Através da análise da Figura 27 e Figura 28, observa-se que cerca de 46% das medidas da Optimus, em Lisboa, se concentram entre os 900kbps e 1050kbps. Já no Porto esta concentração é superior, com 62% das medidas neste mesmo intervalo, sendo o operador com menor dispersão de medidas e, consequentemente, um serviço mais estável. Para o utilizador final, isto indica que, durante o período de medidas e para os concelhos em questão, houve uma probabilidade elevada de obtenção de velocidades de transferência de ficheiros em *download* entre 900kbps e 1050kbps, para o tarifário em estudo.

A TMN apresenta, em Lisboa e Porto, uma concentração superior a 40% das medidas no intervalo próximo dos 1200-1350kbps, registando, também, alguma concentração de valores no intervalo de 300-400kbps, em Lisboa. Este facto poderá estar associado à existência de alguns locais de teste com menor desempenho por parte deste operador.

A Vodafone, apesar de registar valores médios de velocidade superiores à Optimus e à TMN, nos concelhos de Lisboa e Porto, não apresenta uma concentração significativa de medidas em nenhum intervalo, ou seja, para o utilizador final isto traduz-se numa variabilidade elevada de velocidades de transferência de ficheiros em *download*, podendo esta ser superior ou inferior às velocidades proporcionadas pela Optimus e TMN.

De referir que os desempenhos de velocidade são tanto mais estáveis quanto maior for o nível de concentração das medidas obtidas, sendo de esperar, por parte do utilizador, que o desempenho efectivo se situe próximo das velocidades com maiores níveis de concentração. Assim sendo, conclui-se que poderá existir uma maior dificuldade em determinar, por parte do utilizador, uma velocidade expectável para este tarifário da Vodafone, em Lisboa e no Porto.

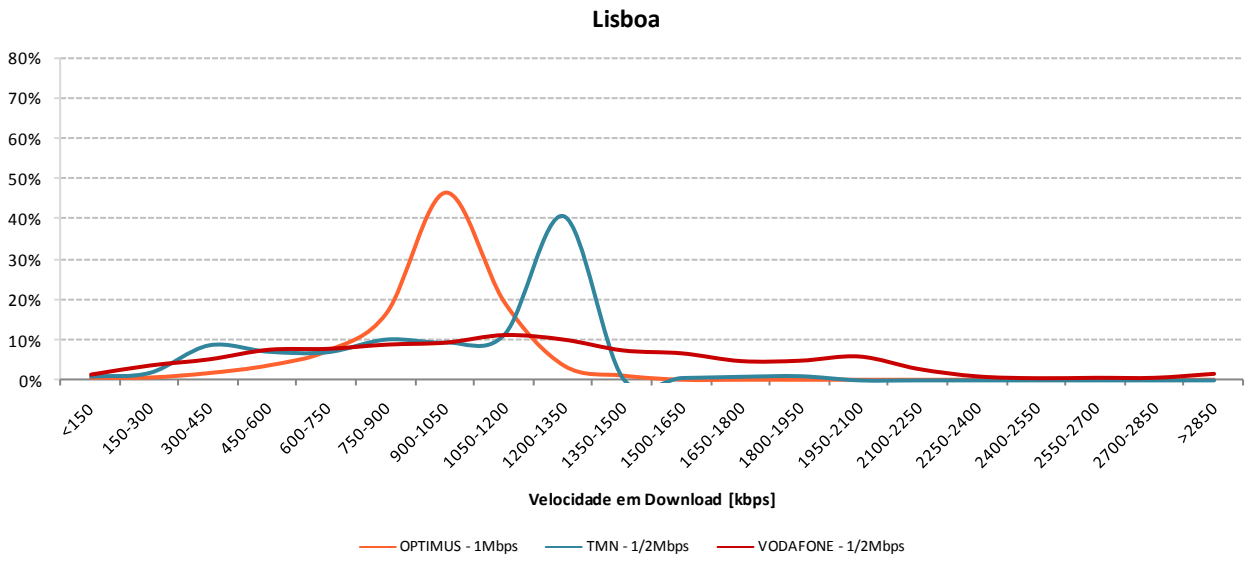


Figura 27 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download* para o concelho de Lisboa

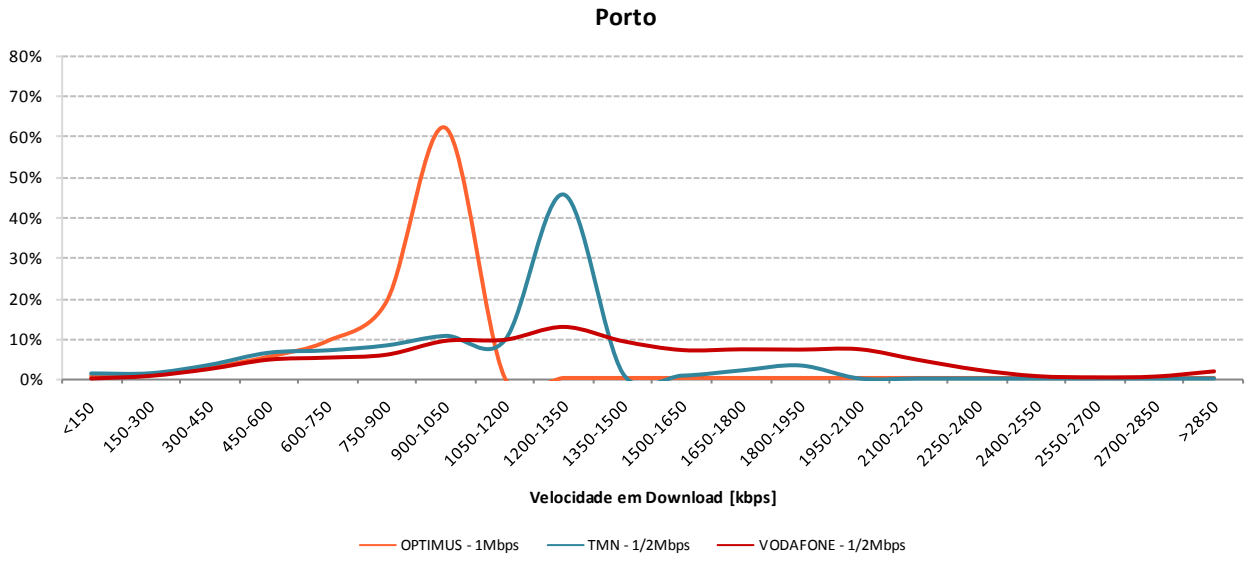


Figura 28 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download* para o concelho do Porto

As distribuições, apresentadas na Figura 29 e Figura 30, representam a concentração de medidas de cada operador nos intervalos de velocidades de transferência de ficheiros em *download,* ao longo do dia. Nas situações em que estas distribuições não variem ao longo do dia é expectável que as velocidades que o utilizador percepciona sejam estáveis durante este período. Qualquer variação destas distribuições terá reflexos na velocidade percebida pelo utilizador nos períodos em questão.

As distribuições apresentadas na Figura 29 e Figura 30 são reflectidas nos valores de velocidade média na Figura 31.

Desta forma, na Figura 29 e Figura 30, embora não se verifique uma variação muito significativa das distribuições de valores de velocidade percepcionados ao longo do dia, a média de registos é claramente afectada, conforme pode ser verificado na Figura 31, sendo esta mais expressiva para a Vodafone em Lisboa, com variações entre 1461kbps no período 8h-10h e cerca de 1000kbps no período 22h-00h. Este facto prende-se, provavelmente, com uma maior utilização da rede nestes períodos e consequente redução de capacidade da mesma. Globalmente estas variações são menores para a Optimus e para a TMN.

As variações não são tão acentuadas ao longo da semana, conforme pode ser verificado na Figura 32, embora haja um ligeiro acréscimo na velocidade para a Vodafone, no Sábado, que pode ser atribuído a uma menor utilização do serviço.

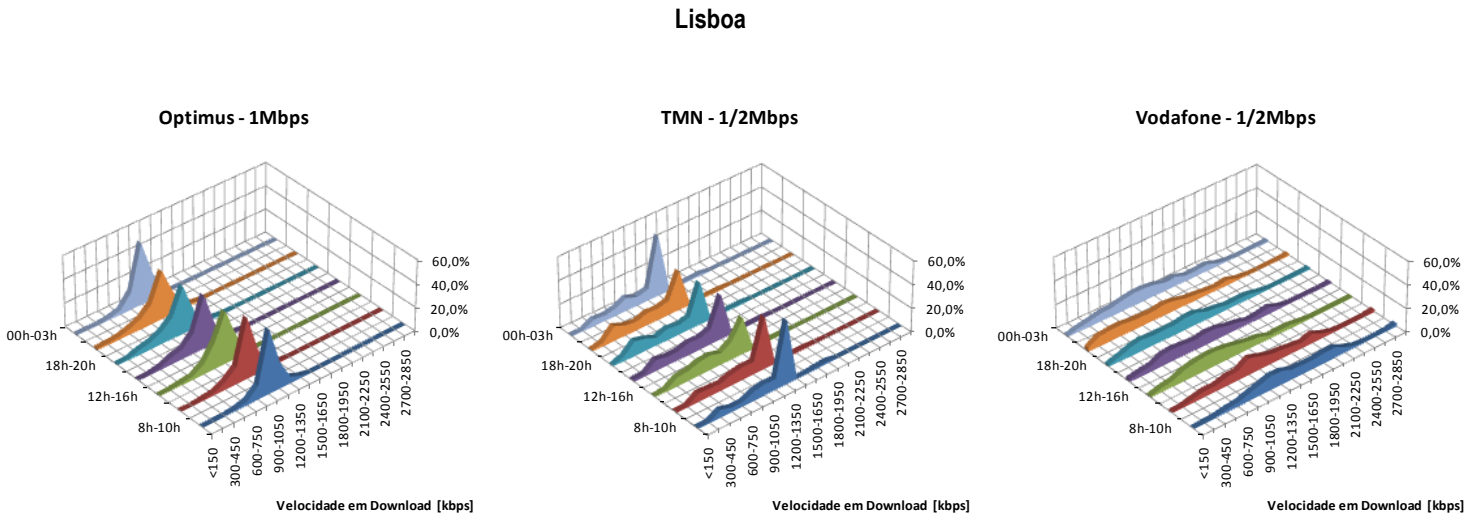


Figura 29 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Download* para o concelho de Lisboa

Porto

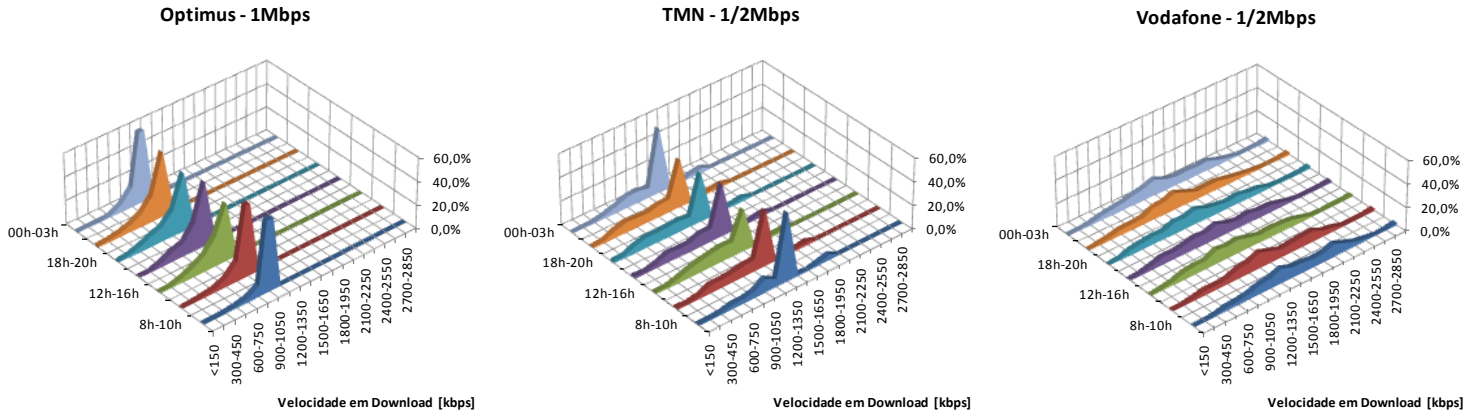


Figura 30 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Download* para o concelho do Porto

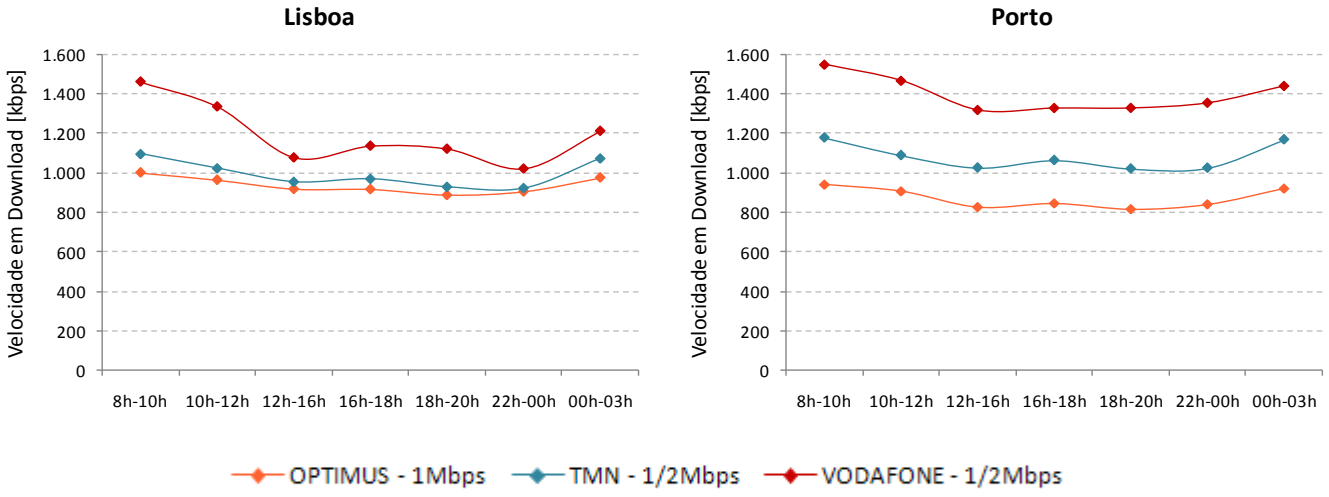


Figura 31 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador, período horário e concelho

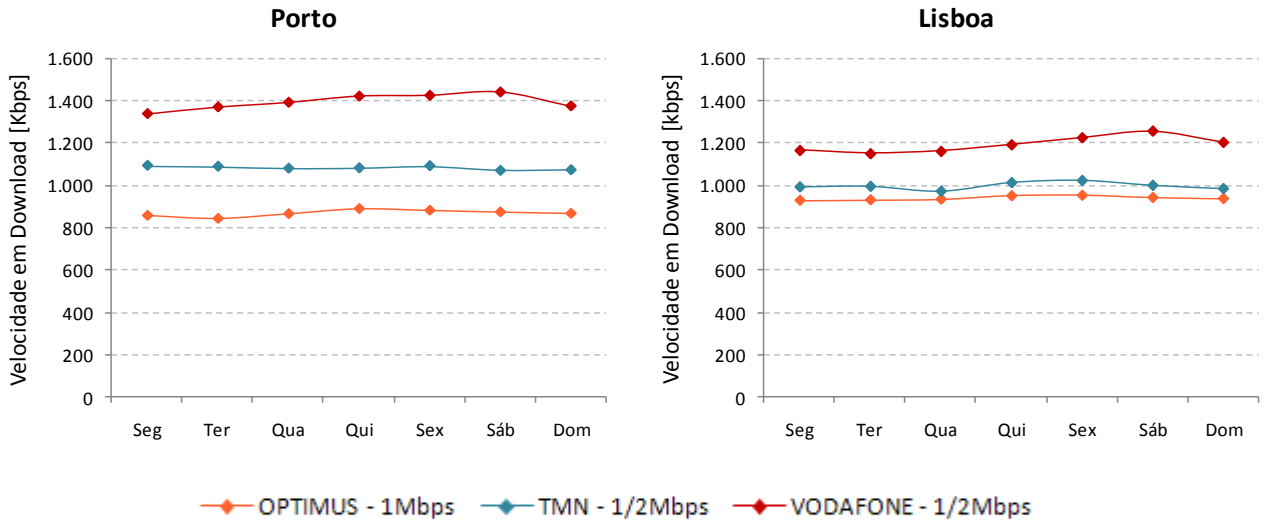


Figura 32 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador, dia da semana e concelho

Também para este indicador e de acordo com a Figura 33, a velocidade efectivamente medida é, em geral, mais elevada para os servidores Nacional e Reino Unido. Em ambos os concelhos, as velocidades da TMN para as ligações ao servidor USA2 são menores do que para os restantes servidores.

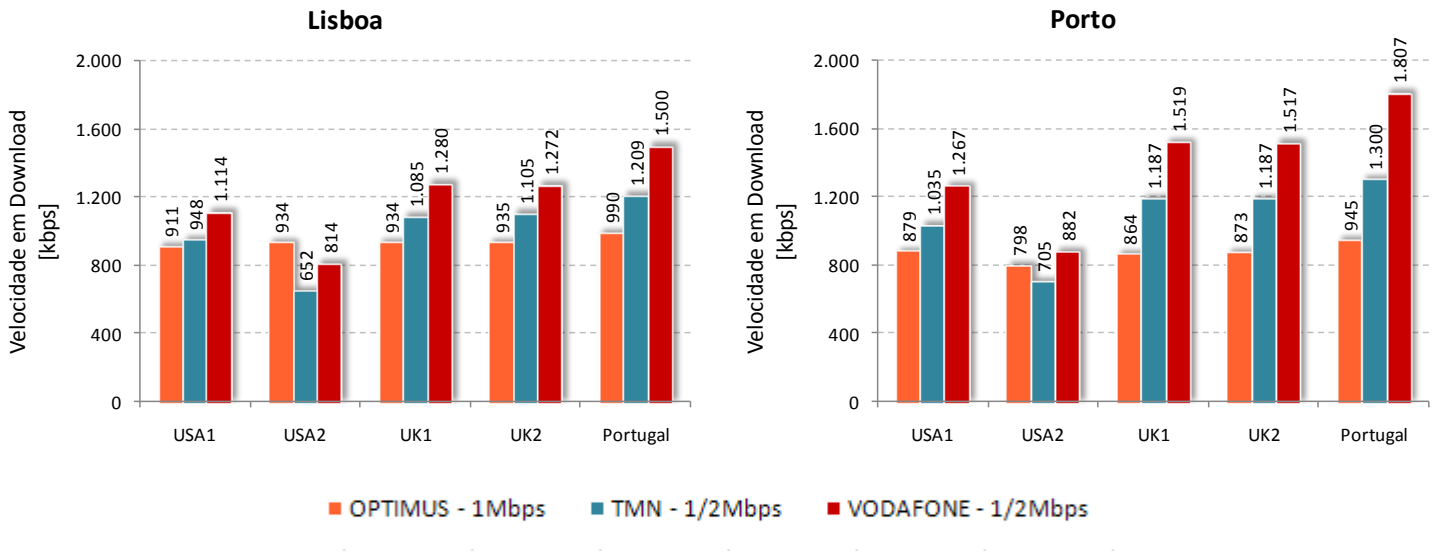


Figura 33 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador, servidor e concelho

Em virtude da diferença de velocidades obtidas para os diferentes destinos apresentados na Figura 33, foi feita uma análise semelhante à realizada para a Figura 27 e Figura 28, apenas para o servidor Nacional, procurando isolar o efeito dos factores relacionados com utilização mais elevada de rotas internacionais. Assim, para o servidor nacional (ver Figura 34 e Figura 35) mantém-se a tendência verificada para o conjunto dos servidores, acentuando-se a concentração de observações nos mesmos intervalos para a Optimus e TMN. A Vodafone apresenta valores bastantes variáveis. Esta abordagem permite concluir que a dispersão das medidas é determinada pelo desempenho no acesso ao servidor nacional e menos influenciada pelo acesso aos servidores internacionais. Este comportamento poderá atribuir-se à variabilidade das velocidades disponibilizadas pela rede rádio.

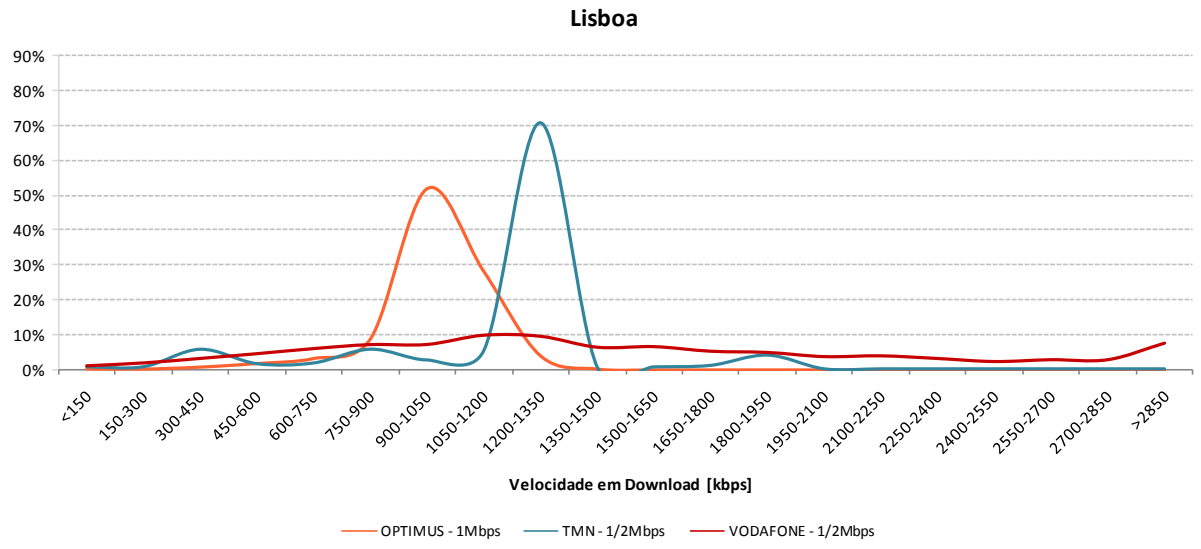


Figura 34 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download* para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

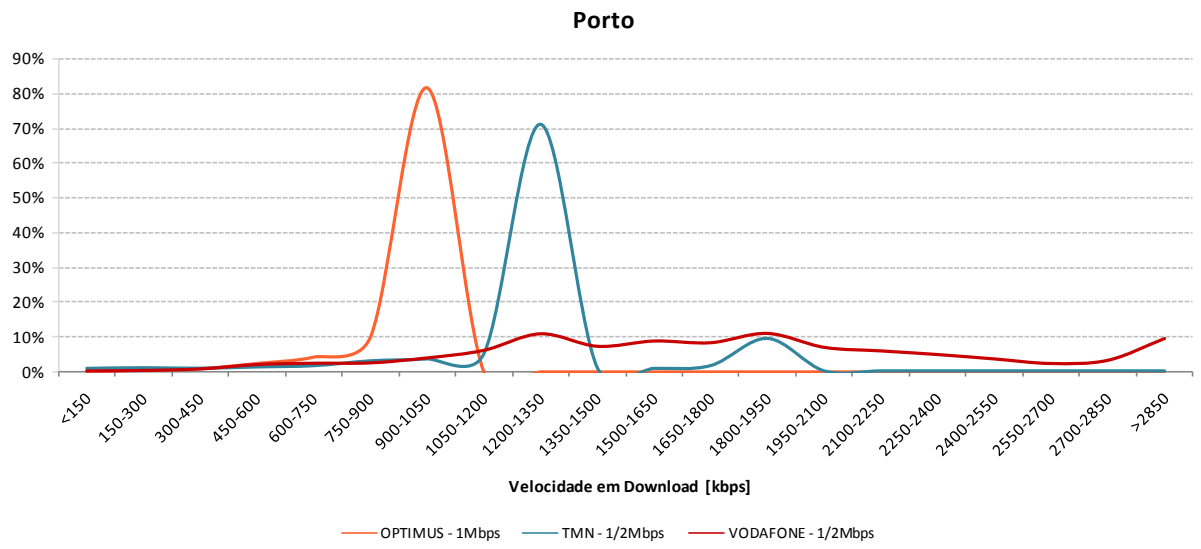


Figura 35 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download* para o concelho do Porto para o servidor Nacional

O facto de terem ocorrido *upgrades* de velocidades dos tarifários em análise para dois dos três operadores em estudo[22], 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[23] x 100, calculada por medida e de acordo com o tarifário aprovisionado para cada painelista). Os resultados são representados na Figura 36.

[22] 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.

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

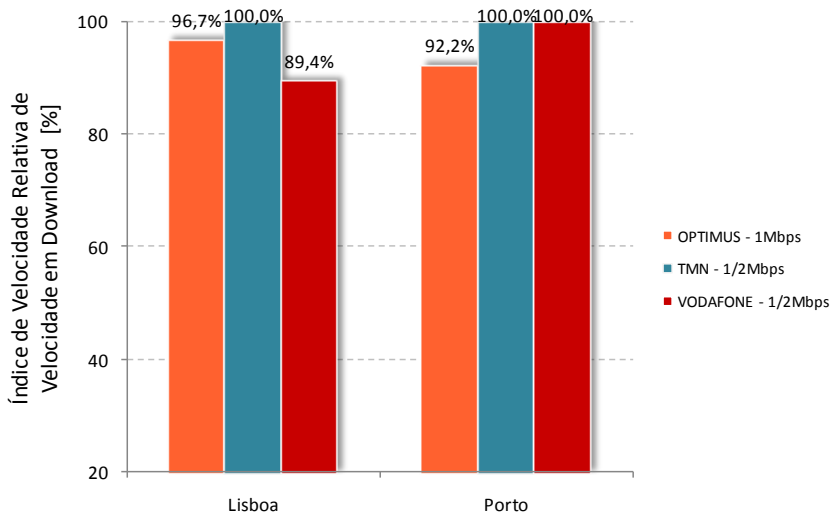


Figura 36- Índice de Velocidade Relativa da Transferência de ficheiros por FTP em Download - Acessos Móveis

Através da análise da figura anterior é possível inferir que, de modo geral e em média, os utilizadores do serviço de acesso à internet móvel em Lisboa e no Porto obtêm 89,4% a 100% da velocidade máxima contratada em *download* de ficheiros. Em Lisboa, a TMN apresenta 100% de IVR seguida da Optimus e da Vodafone, respectivamente com 96,7% e 84,9%. No Porto a Vodafone e TMN apresentam 100%, seguidas da Optimus com 92,2%. Salienta-se ainda o facto da operadora móvel TMN ter conseguido 100% de IVR nas duas cidades.

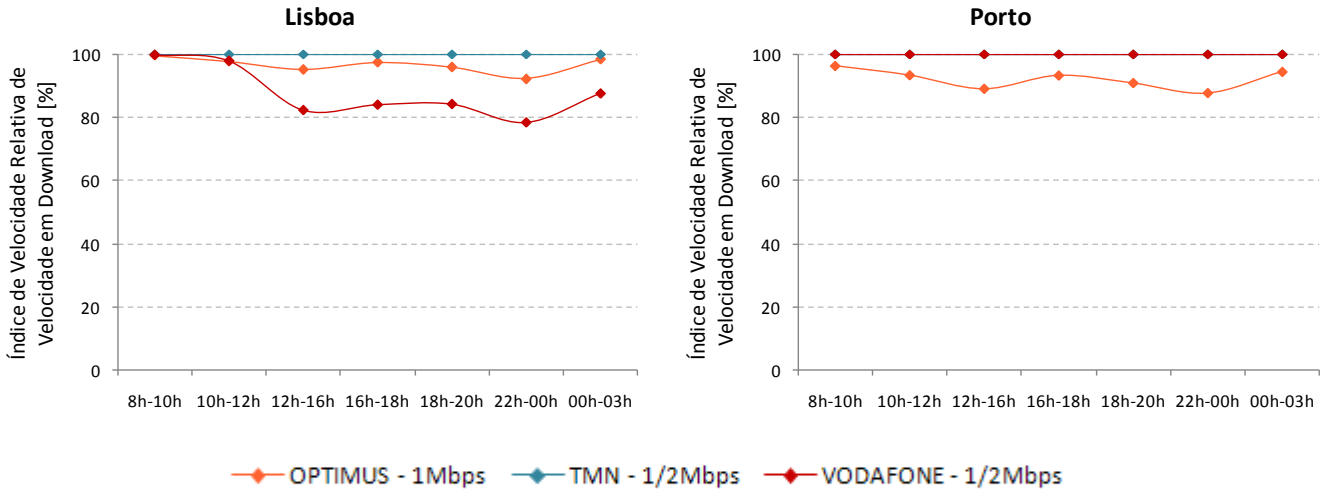


Figura 37-Variação de IVR para download por FTP ao longo do dia para acessos móveis

Da análise aos resultados obtidos ao longo do dia (ver Figura 37) verifica-se um decréscimo acentuado (cerca de 20%) para a Vodafone em Lisboa nos períodos das 12-16h e das 22-00h relativamente ao início da manhã. Este decréscimo reflecte-se na média global apresentada na Figura 36. Leitura semelhante pode ser efectuada para a Optimus em Lisboa, embora com uma degradação bastante inferior à Vodafone (cerca de 5%). A TMN apresenta 100% de IVR ao longo de todo o dia. No Porto, a TMN e a Vodafone apresentam sempre 100% ao longo do dia, observando-se apenas alguma degradação deste indicador para a Optimus nos intervalos 12-16h e 22-00h (cerca de 10%).

Da análise da Figura 38, decorre que não se verifica uma variação significativa de IVR para o *download* por FTP ao longo da semana em ambas as cidades para todos os operadores, salientando-se apenas a elevada estabilidade da TMN em Lisboa e no Porto e da Vodafone no Porto (com registos de 100%).

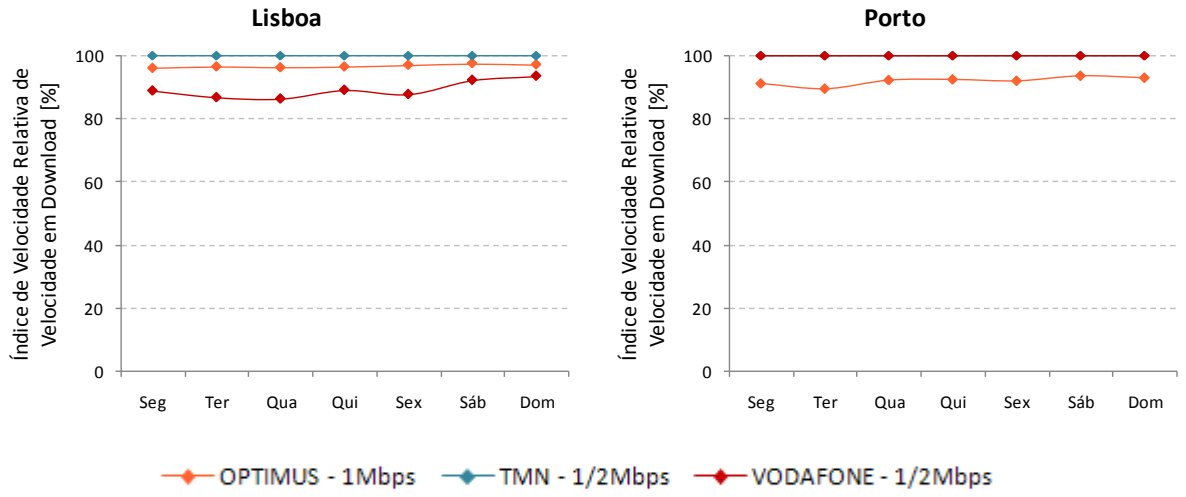


Figura 38 - Variação de IVR para download por FTP ao longo da semana para acessos móveis

A Figura 39 apresenta a distribuição de frequência por categoria de IVR. Da análise da mesma salienta-se o desempenho da Optimus que apresenta nas duas cidades valores acima dos 90% de aferições acima de 75% de IVR. Por outro lado a Vodafone apresenta o menor número de aferições entre todos os operadores em Lisboa e no Porto acima de 75% de IVR, resgistando acima deste patamar, respectivamente para cada cidade, 58% e 76% do total das aferições.

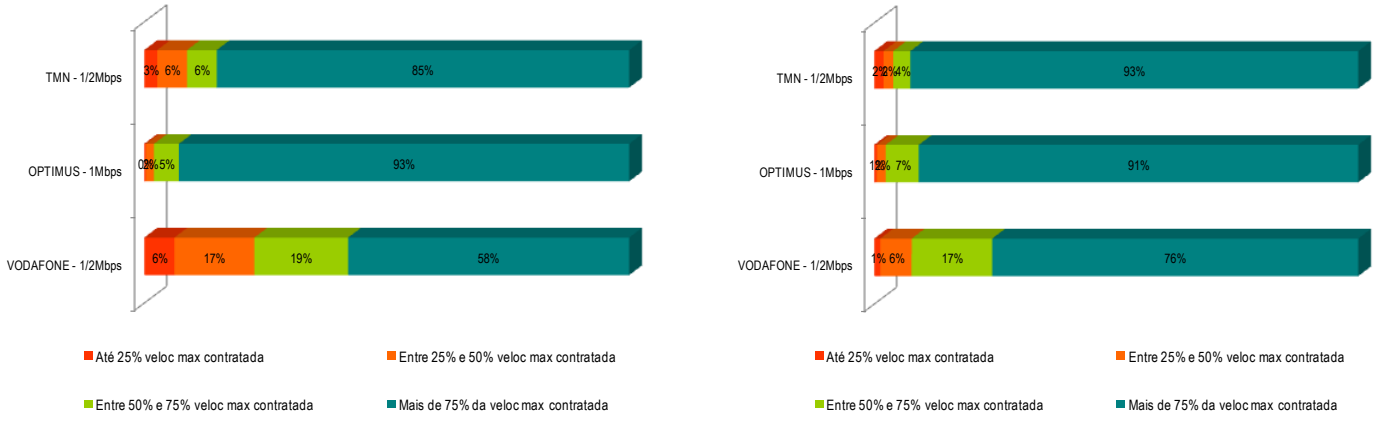


Figura 39 - Distribuição de frequência por categorias do IVR para transferência de ficheiros em *Download* para o servidor nacional.

3.2.1.2 Tempo de *Download* de Ficheiros

Este indicador reflecte a experiência do utilizador em transferência de ficheiros em *download*, ou seja, o tempo de espera para conclusão da transferência.

De acordo com a Figura 40, os valores médios de tempos de *download* não diferem globalmente de forma significativa entre operadores, excepto no Porto, em que os tempos da Vodafone são consideravelmente inferiores.

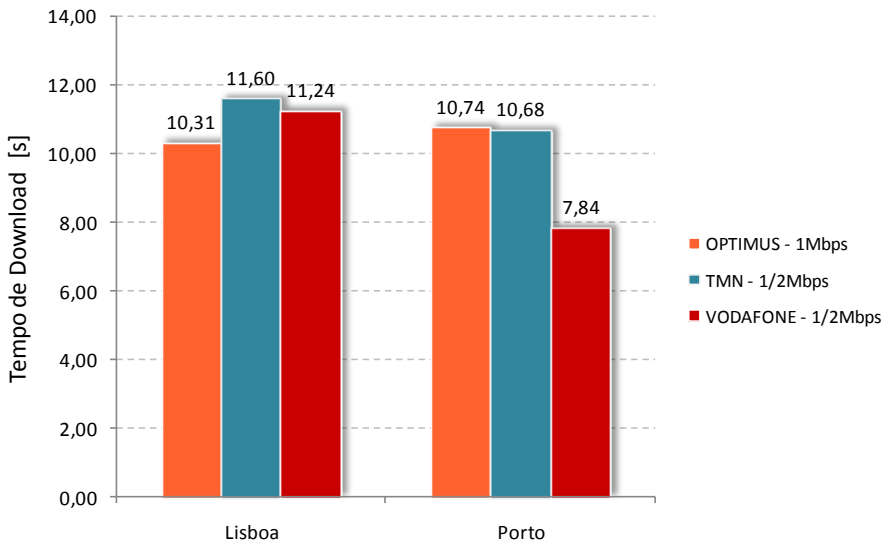


Figura 40 - Tempo médio de *Download* de ficheiros por operador e concelho

A dispersão significativa das velocidades de *download* apresentada na Figura 27 e Figura 28 tem correspondência nos tempos de transferência, como indicado na Figura 41 e Figura 42.

Pode observar-se que cerca de 40% das observações da Optimus, em Lisboa, registam tempos médios entre 8 e 9 segundos e, no total, apenas 22% excedem 10 segundos. No mesmo concelho e para a TMN, cerca de 40% das observações situa-se entre 6-7 segundos. Para o Porto, estas tendências são ainda mais acentuadas. Relativamente à Vodafone, não existe uma classe que se destaque de forma tão evidente das restantes, uma vez que as velocidades de *download* apresentam um comportamento mais irregular.

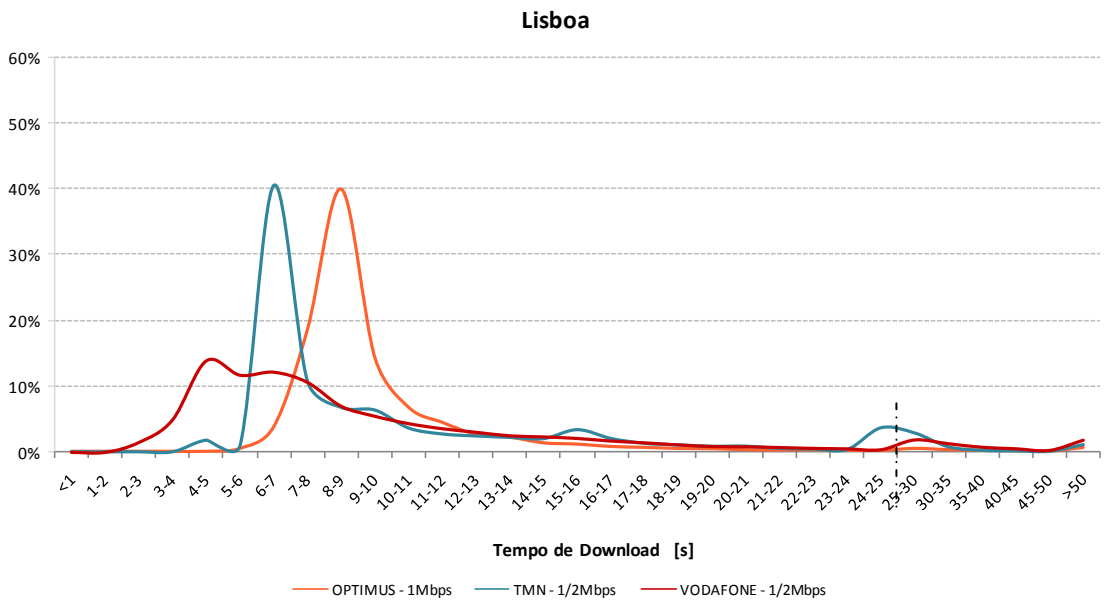


Figura 41 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Download* para o concelho de Lisboa

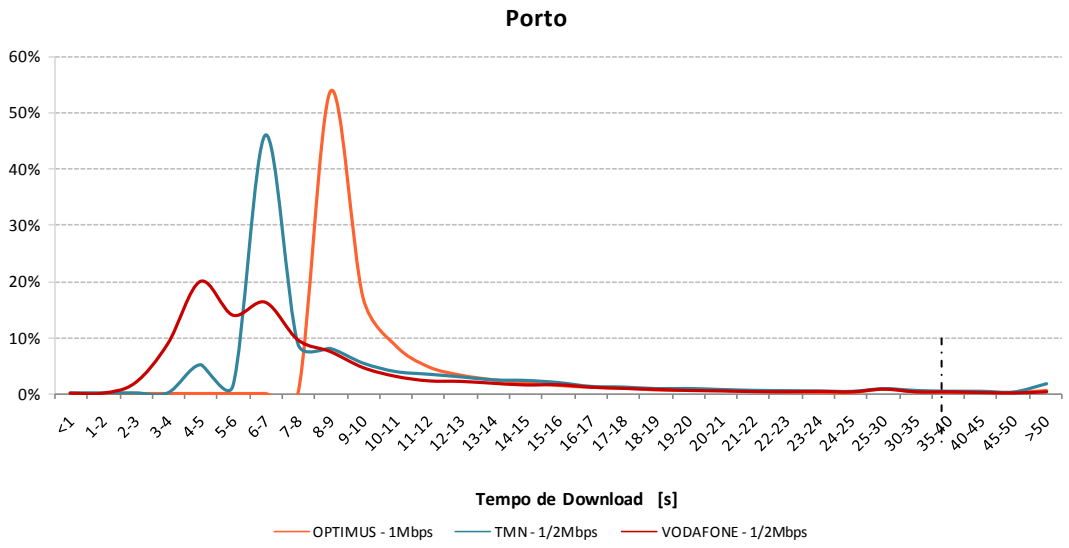


Figura 42 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Download* para o concelho do Porto

De acordo com a Figura 45, que reflecte as médias dos valores associados às Figura 43 e Figura 44, os tempos de *download* variam de forma significativa ao longo do dia, sendo este facto mais evidente no caso da Vodafone no concelho de Lisboa, com registos que oscilam entre 7,4 e 15,2 segundos ao longo do dia para o mesmo ficheiro, ou seja, mais do dobro do tempo para uma

transferência no período das 22h-00h, em comparação com o período das 08h-10h. No Porto, é a TMN que apresenta registos com maior variação, oscilando entre os 8,8 segundos e 12,3 segundos ao longo do dia.

Ao longo da semana, as variações são menos significativas, como se pode verificar na Figura 46.

Lisboa

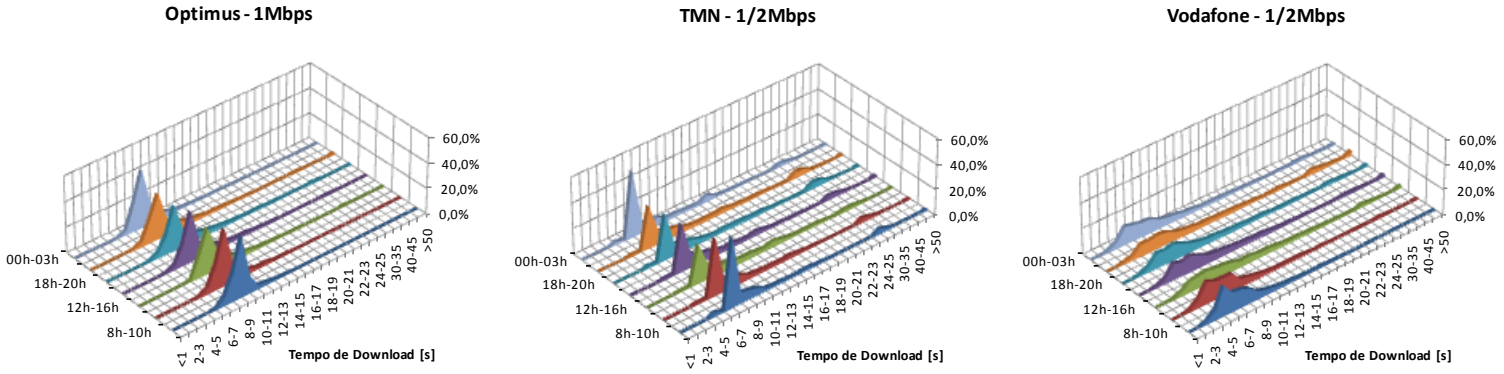


Figura 43 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Tempo de *Download* para o concelho de Lisboa

Porto

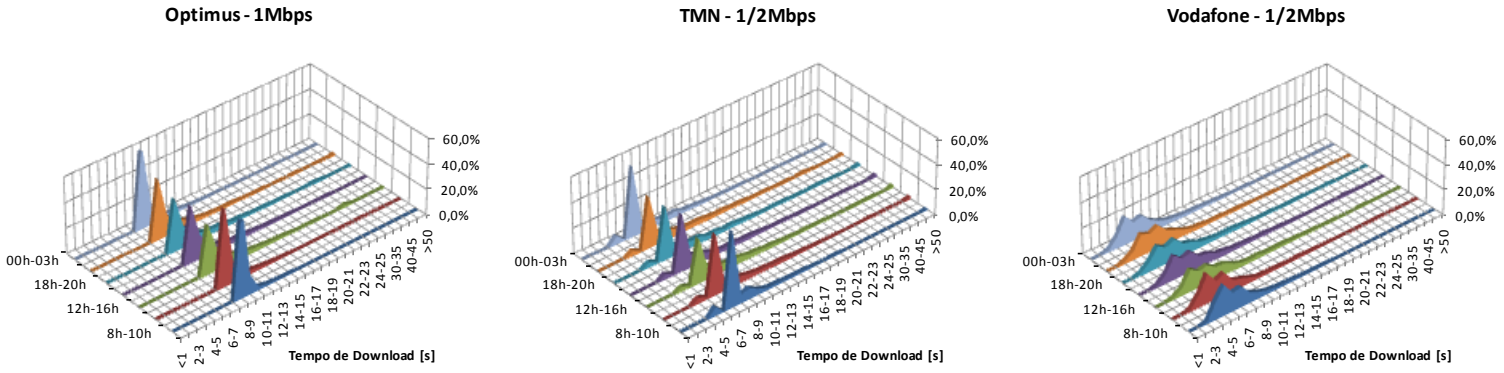


Figura 44 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Tempo de *Download* para o concelho do Porto

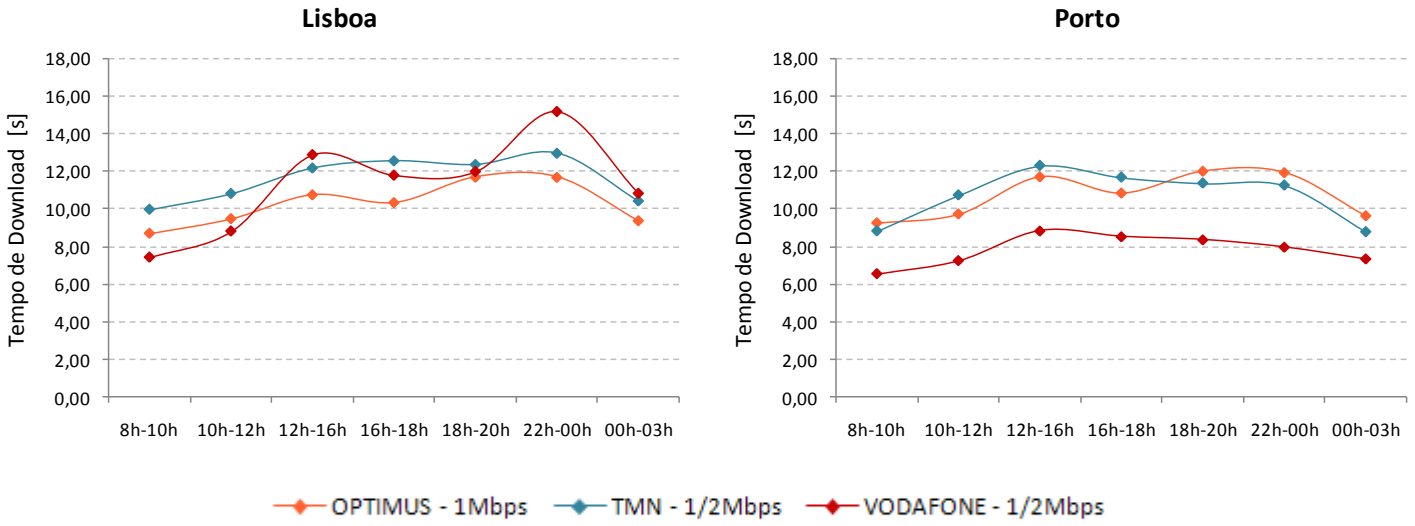


Figura 45 – Tempo médio de *Download* de ficheiros por operador, período horário e concelho

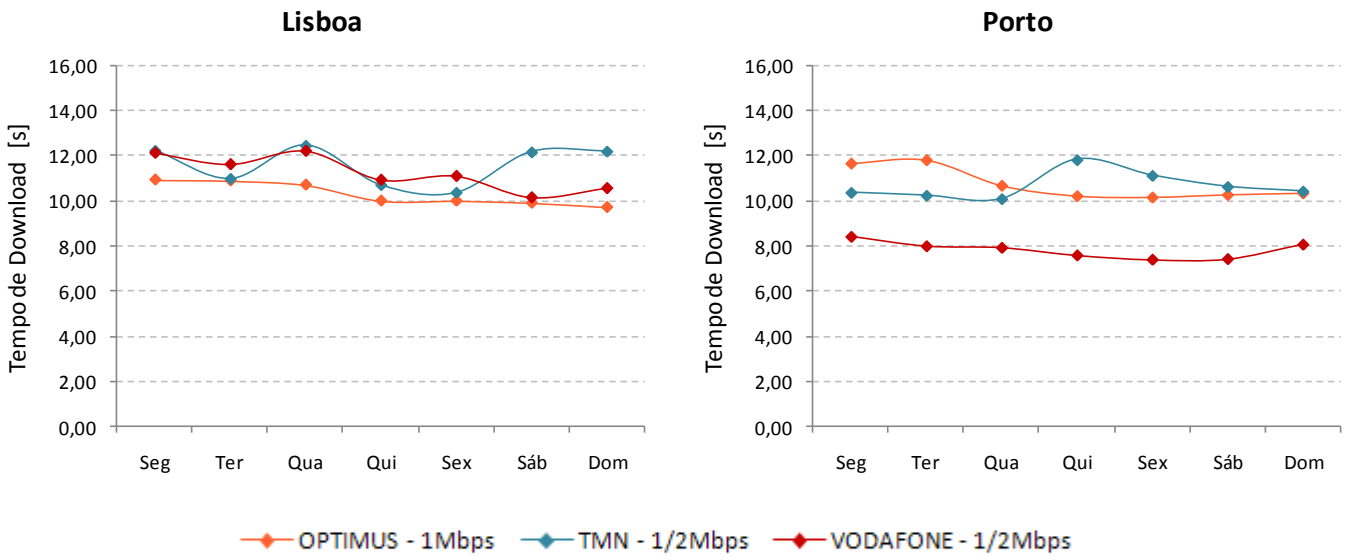


Figura 46 – Tempo médio de *Download* de ficheiros por operador, dia da semana e concelho

As diferenças entre os valores médios dos tempos de transferência de ficheiros em *download,* por operador e servidor de destino, são menos significativas do que as registadas para as velocidades correspondentes. Ainda assim, dependendo do operador e localização do servidor alvo da transferência, o mesmo ficheiro pode demorar em média entre 5,83 e 16,43 segundos a transferir (Figura 47), valores muito díspares, considerando que se trata da mesma tecnologia e de tarifários semelhantes.

Em suma, quando comparados os valores registados em Lisboa e Porto, observa-se que são relativamente próximos entre si, à excepção da Vodafone no Porto, que apresenta tempos médios significativamente mais reduzidos para todos os servidores.

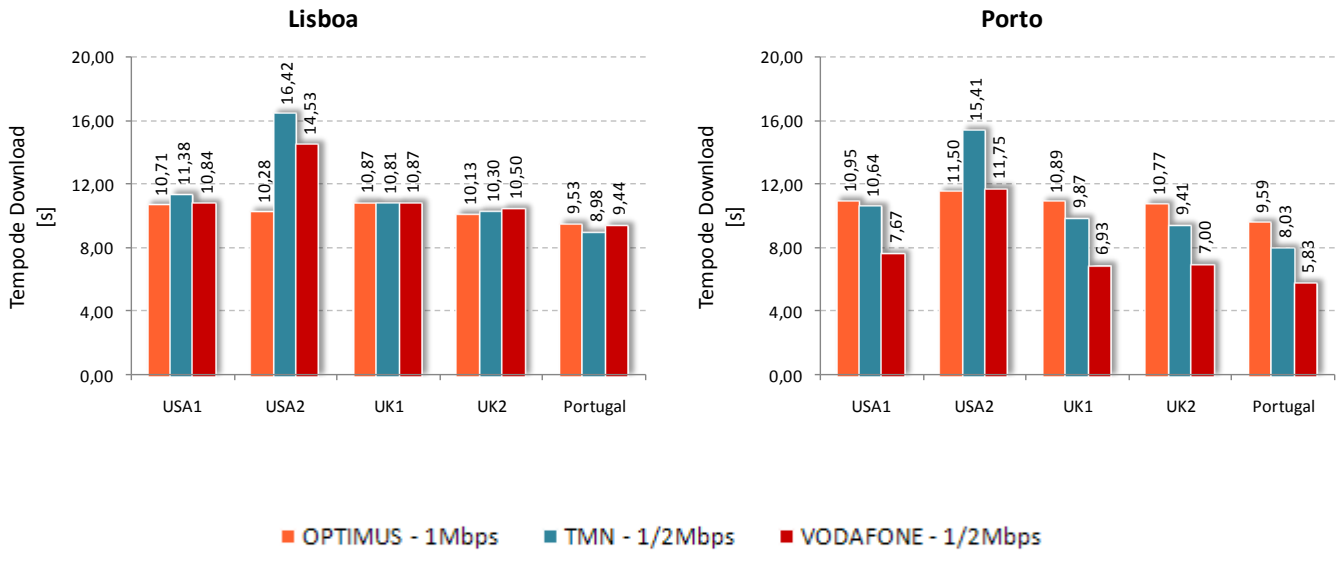


Figura 47 – Tempo médio de *Download* de ficheiros por operador servidor e concelho

Isolando as medidas obtidas para o servidor Nacional, Figura 48 e Figura 49, observa-se que tempos de transferência superiores a 10 segundos são praticamente negligenciáveis para os três operadores, mantendo-se a tendência da Vodafone para uma menor concentração de registos observados em intervalos específicos.

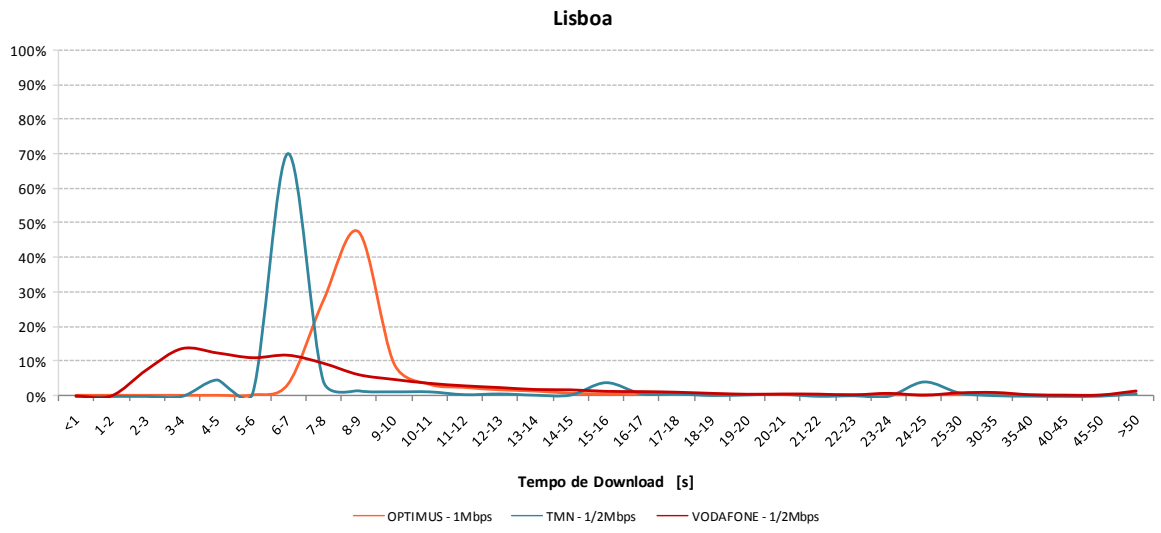


Figura 48 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Download* para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

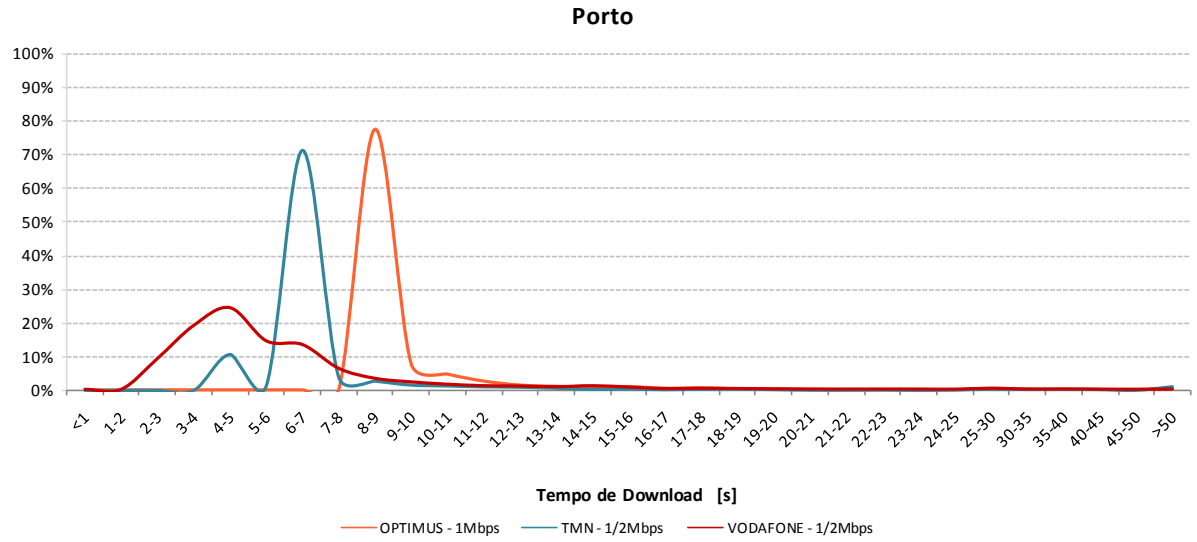


Figura 49 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Download* para o concelho do Porto para o servidor Nacional

3.2.2 Acesso Fixos – Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Download*)

As velocidades efectivas de transferência de ficheiros estão correlacionadas com as velocidades máximas anunciadas pelos tarifários. Neste contexto, a Cabovisão regista os valores mais elevados, dado que também é o tarifário, objecto de estudo, com oferta de velocidades máximas mais elevadas, neste caso 10Mbps. Similarmente, o tarifário com oferta de menores velocidades, o Clix 4/6Mbps, regista a menor velocidade efectiva de transferência de ficheiros em *download*.

Os valores médios apresentados na Figura 50 agregam as velocidades de transferência de Ficheiros em *download* registadas para todos os servidores, nacional e internacionais.

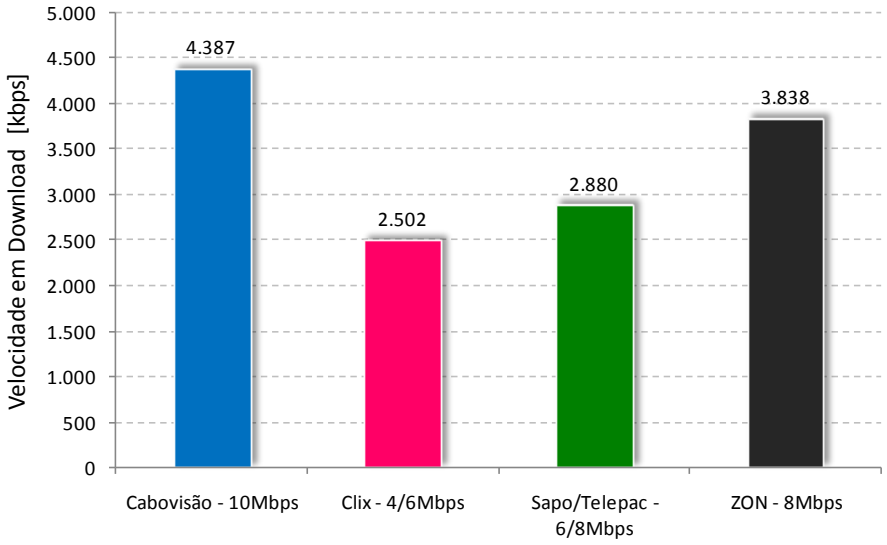


Figura 50 – Velocidade média de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador

Através da Figura 51 verifica-se que a distribuição de medidas de velocidade de transferência de ficheiros em *download* apresenta uma dispersão significativa para todos os operadores, ou seja, representa para o utilizador a possibilidade de obter, nestes tarifários, velocidades de transferência de ficheiros muito díspares. O Clix e o Sapo apresentam variações dos picos entre os 1000kbps e os 5250kbps, enquanto a ZON e a Cabovisão atingem valores mais elevados, com picos até aos 8000kbps no caso da ZON e 9500kbps para a Cabovisão.

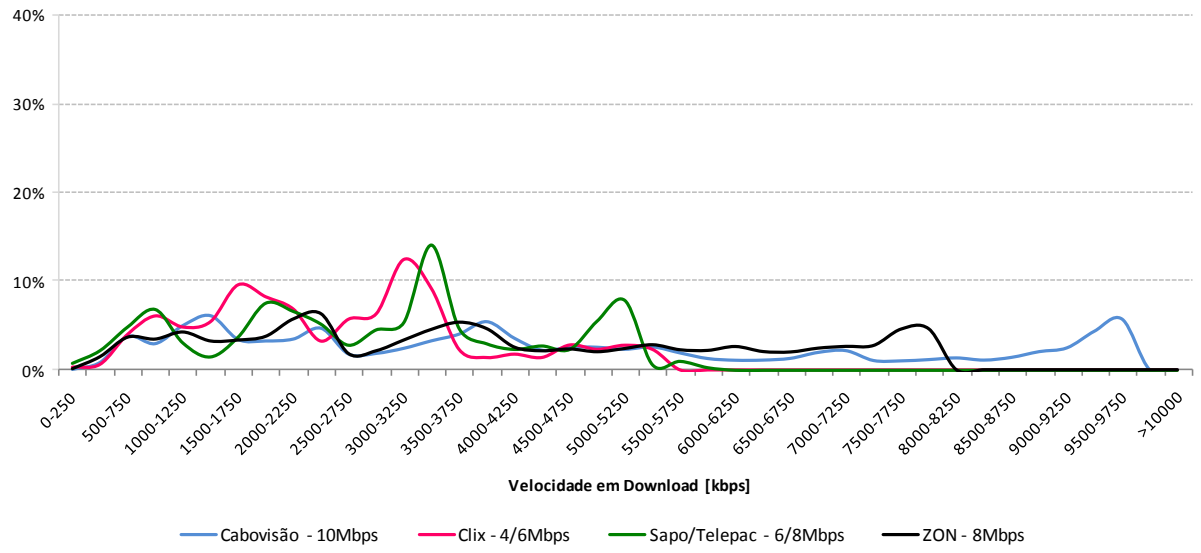
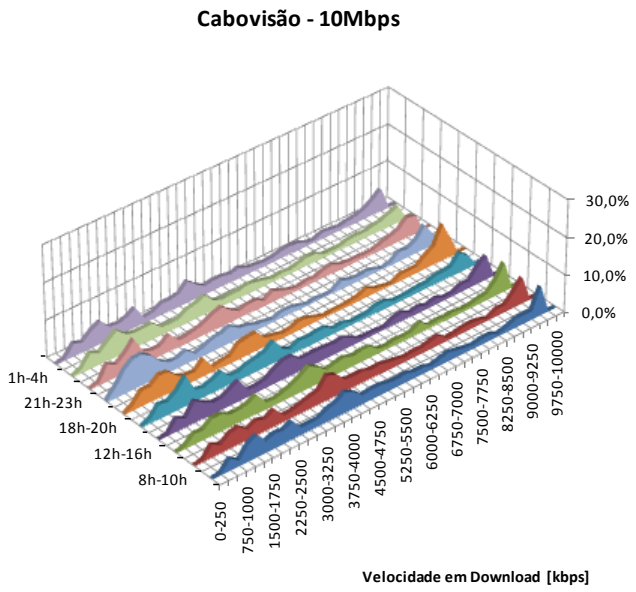
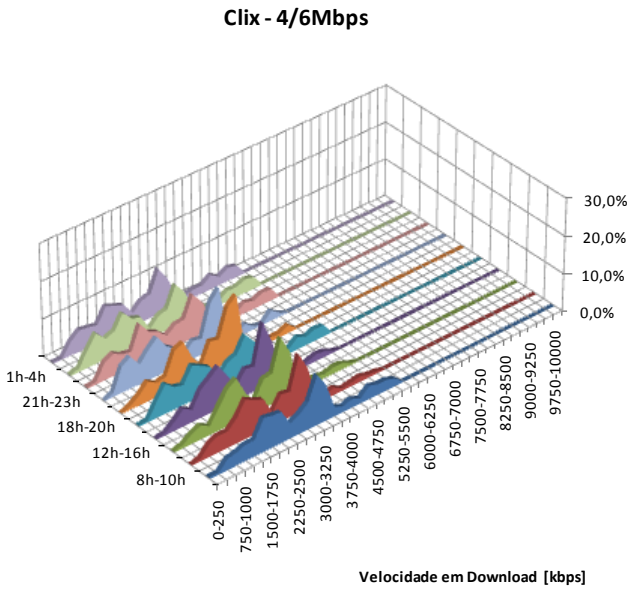


Figura 51 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download*

A Figura 53 evidencia uma oscilação do valor médio de velocidade de transferência de ficheiros em *download* ao longo do dia, para os operadores Cabovisão e ZON. Estas oscilações são mais significativas nos períodos 18h-20h e 21h-23h, podendo estar associadas a um índice de utilização mais elevado. Para os operadores Clix e Sapo, não se verificam variações significativas ao longo dia.





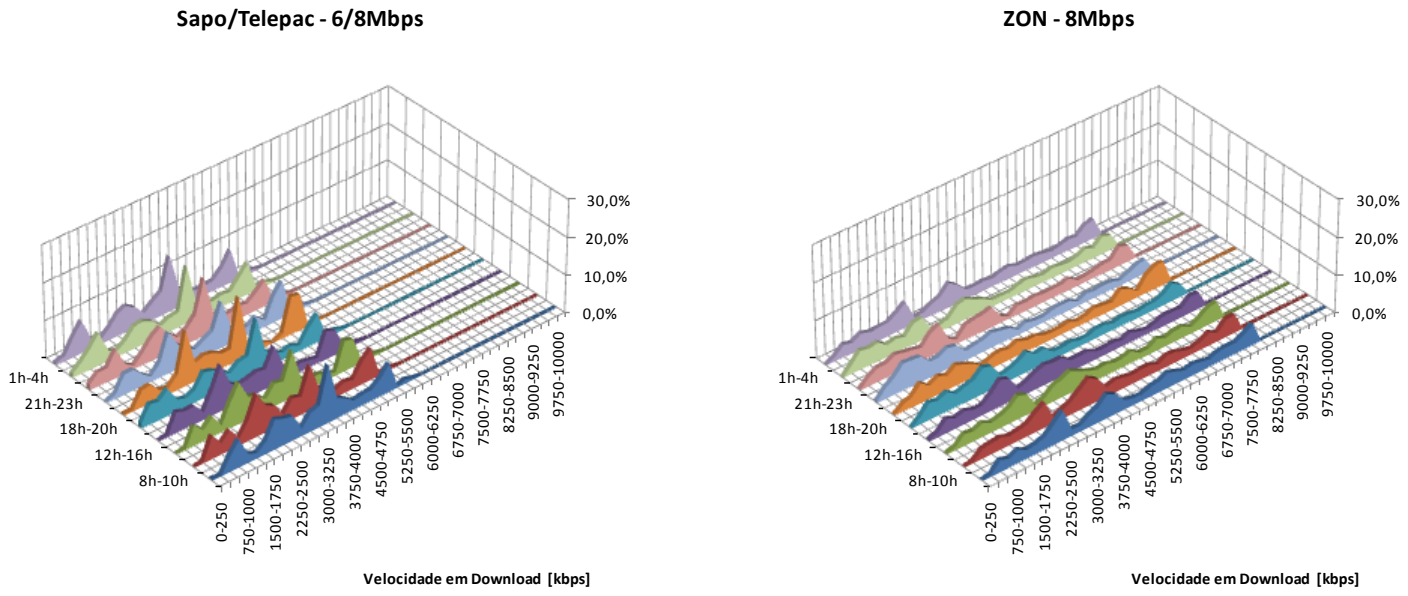


Figura 52 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Download*

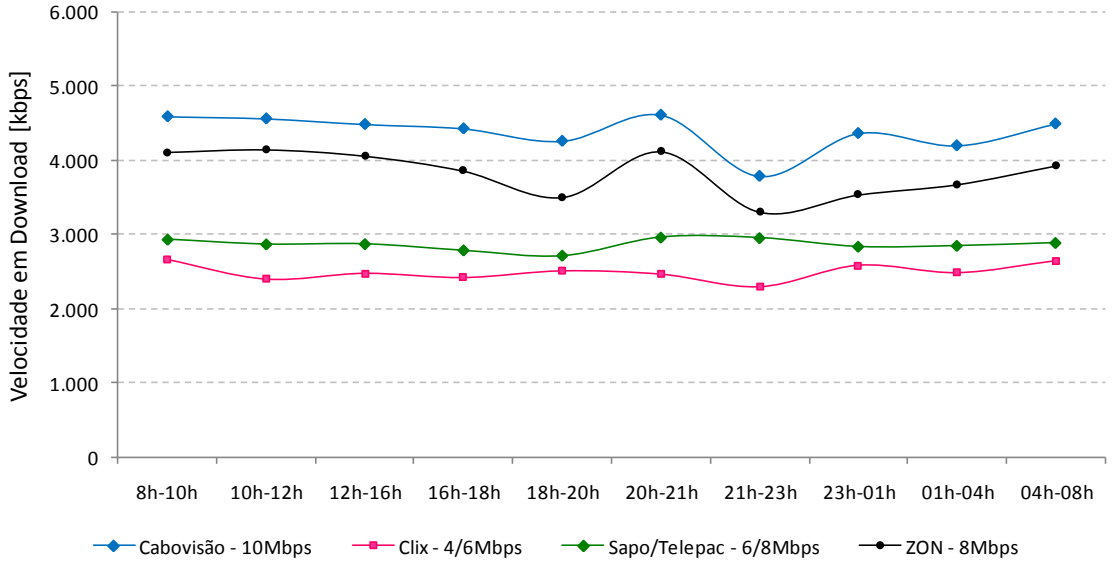


Figura 53 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador e período horário

Relativamente à evolução semanal deste indicador não se registam praticamente variações nos operadores Clix e Sapo. A Zon e a Cabovisão apresentam ligeiras variações, sendo os melhores resultados registados para ambos a meio da semana e os piores ao domingo, conforme pode ser verificado na Figura 54.

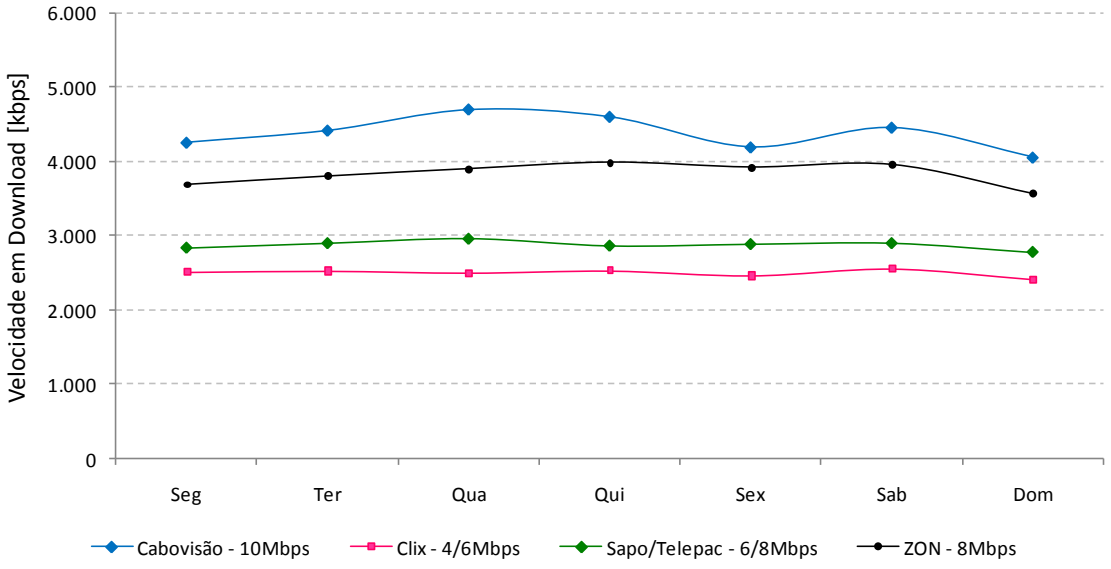


Figura 54 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador e dia da semana

Analisando as velocidades de transferência de ficheiros em *download* por operador e servidor, e de acordo com a Figura 55, verifica-se mais uma vez que os valores mais elevados são obtidos para o servidor nacional. As diferenças de velocidade média obtidas estão novamente em linha com as diferenças de velocidade máxima anunciada.

Para o servidor nacional, a Cabovisão atinge o valor efectivo mais elevado, aproximadamente 8Mbps, seguida da ZON, com aproximadamente 6Mbps e o Sapo e Clix, que ficam aquém dos 4Mbps.

De notar que os valores medidos para transferências de ficheiros do servidor USA2 em Seattle, não apresentam diferenças significativas entre operadores, ou seja, o factor operador e tarifário não se faz notar quando se transferem ficheiros desta região dos Estados Unidos. Os valores são semelhantes para todos os operadores fixos, situando-se no intervalo 1483-1636 Kbps, sensivelmente o dobro dos registados para os operadores móveis com tarifários de 1Mbps, cujos valores médios de velocidades de transferência para este servidor se situam entre 800kbps e 900kbps.

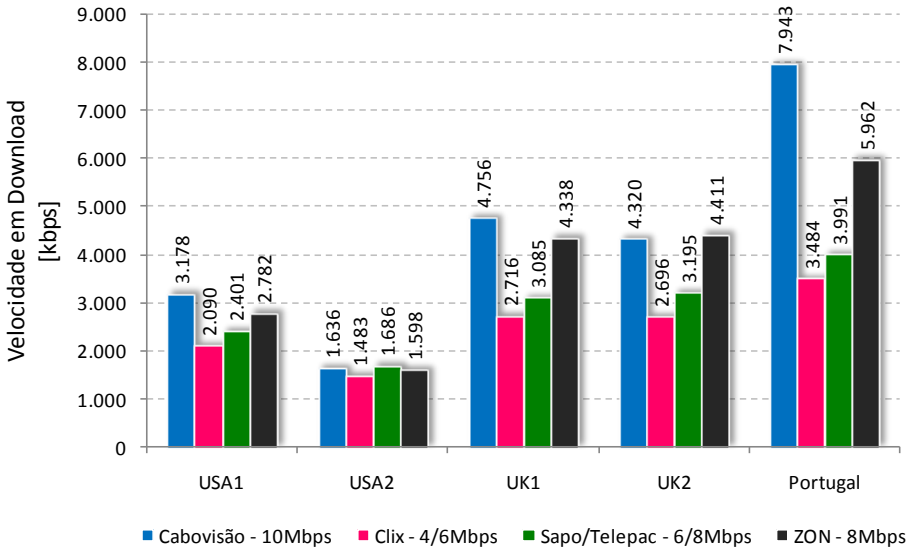


Figura 55 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Download* por operador e servidor

Em termos de dispersão de valores obtidos na transferência de ficheiros para o servidor nacional, verifica-se, de acordo com a Figura 56, que para o Sapo há concentração de registos em dois intervalos, 3250-3500kbps e 5250-5000kbps. Este facto reflecte a circunstância de ter havido uma migração do tarifário Sapo 6Mbps para 8Mbps.

Para o servidor nacional, verifica-se que todos os operadores apresentam alguma concentração de medidas nos intervalos de velocidade próximos dos máximos anunciados para o tarifário, ou seja, 9500-9750kbps para a Cabovisão, 7500-8000kbps para a ZON, 5250-5500kbps e 3250-3500kbps para o Sapo e 3250-3500kbps para o Clix. Existe ainda para o Clix uma incidência no intervalo dos 5000-5250kbps, uma vez que alguns dos utilizadores, pertencentes ao tarifário em análise, alcançaram velocidades próximas dos 6Mbps.

Da comparação entre as distribuições (Figura 51) para todos os destinos e a distribuição para o servidor nacional (Figura 56), é possível inferir adicionalmente que as ligações internacionais contribuem significativamente para a dispersão dos valores aferidos. A causa poderá estar associada à grande assimetria entre as velocidades de acesso registadas para o servidor nacional e as velocidades conseguidas para os servidores internacionais, em particular para a Zon e Cabovisão (operadoras com os tarifários de velocidades mais elevadas).

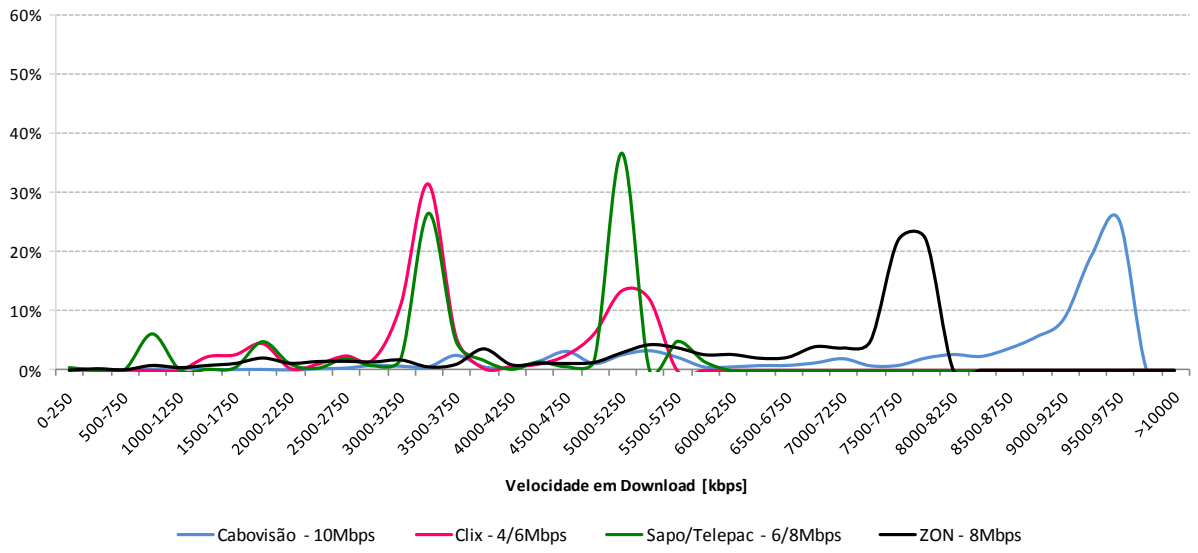


Figura 56 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Download* para o servidor Nacional

A diversidade dos tarifários em estudo, para o acesso fixo, 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 anunciada x 100, calculada por medida e de acordo com o tarifário de cada painelista). Os resultados são representados na Figura 57, sendo possível inferir da mesma que apenas o Sapo, com 55% apresenta um registo abaixo da média, por oposição aos restantes operadores, que registam valores superiores a 70%. A Cabovisão apresenta o melhor resultado, com IVR igual a 77%, isto é, do total das observações para este operador verifica-se que em valores médios é atingida uma velocidade equivalente a 77% da velocidade máxima anunciada.

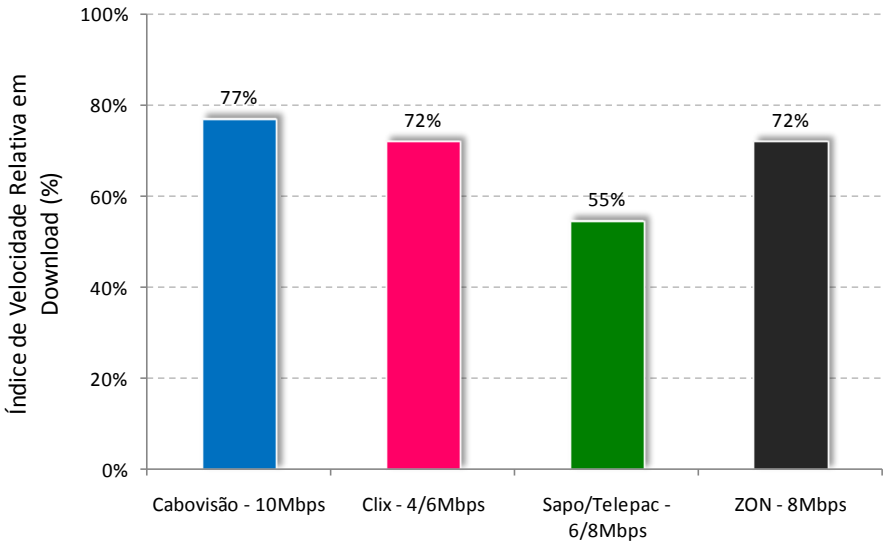


Figura 57 - Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador para o servidor Nacional

De acordo com a Figura 58, a distribuição de valores de **Índice de Velocidade Relativa** apresenta uma concentração de valores para a Cabovisão e para a ZON correspondendo, respectivamente a cerca de 45% e 30% do total de registos, em torno do intervalo 90%-95% de IVR. O Clix apresenta uma concentração com cerca de 32% dos registos em torno do intervalo 80%-85% de IVR. O Sapo apresenta resultados mais variáveis. Os resultados mostram que os operadores Cabovisão, ZON e Clix, apresentam valores mais elevados de **Índice de Velocidade Relativa**.

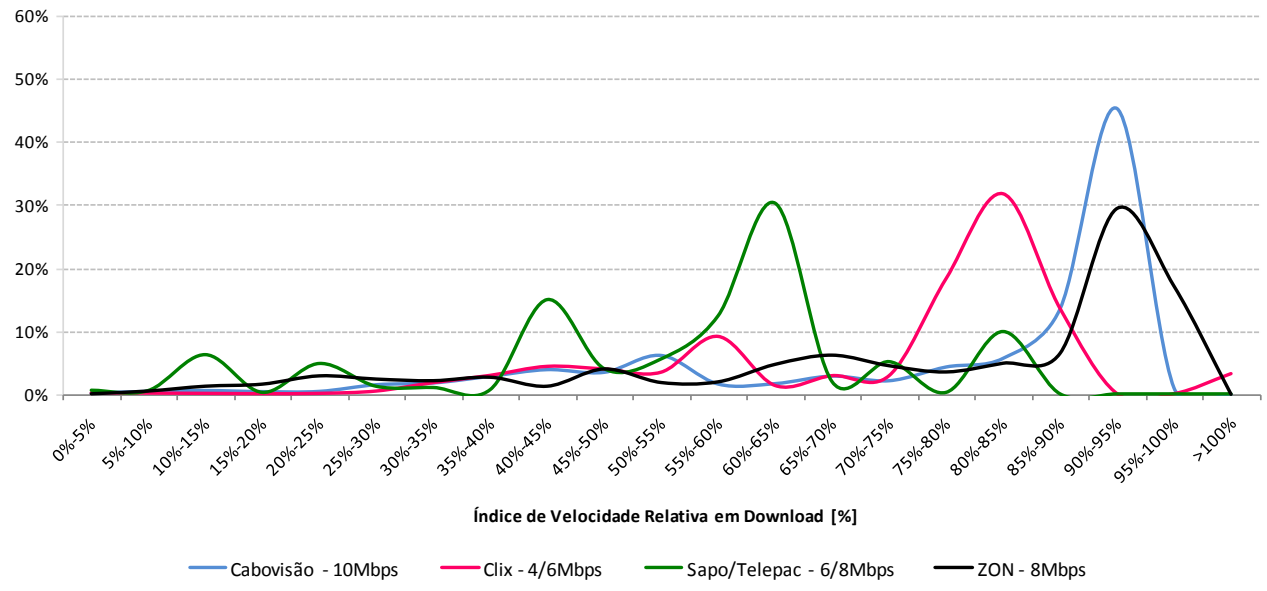


Figura 58 - Distribuição de frequência do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador para o servidor Nacional

De acordo com a Figura 59, a Cabovisão, o Clix e a ZON oferecem, em termos médios, mais de 75% da velocidade contratada, respectivamente em 70%, 67% e 62% das medidas observadas.

O Sapo oferece, em termos médios, mais de 75% da velocidade máxima contratada, apenas em 10% dos registos. Da mesma análise, é possível concluir que 65% das medidas registaram velocidades médias efectivas de transferência de ficheiros em *download,* superiores a 50% da velocidade máxima anunciada pelo tarifário do Sapo em estudo.

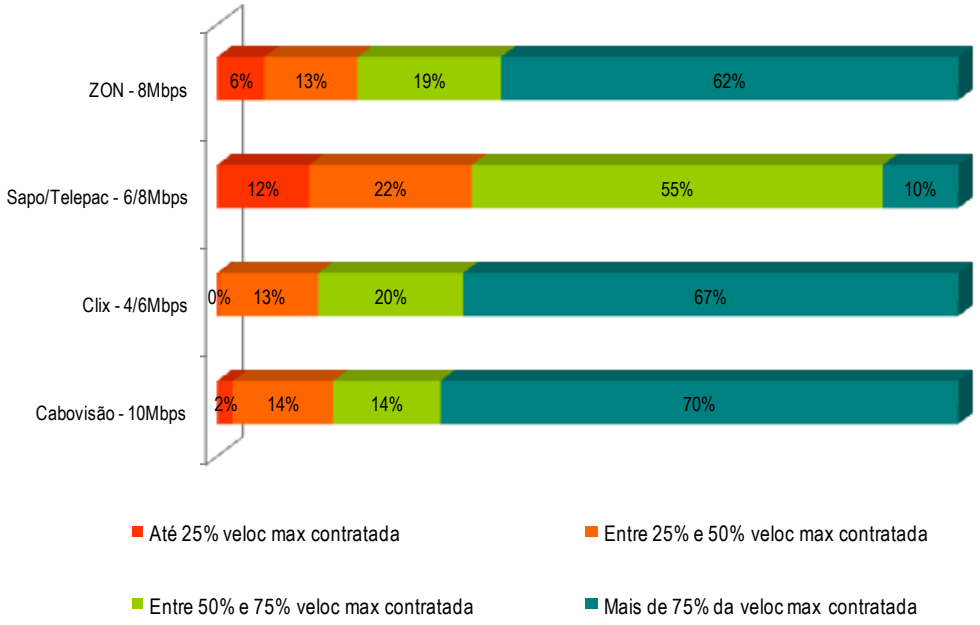


Figura 59 - Distribuição de frequência por categorias do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Download* por Operador para o servidor Nacional

De acordo com a Figura 60 e Figura 61 observa-se uma maior variação do valor médio do **Índice de Velocidade Relativa** ao longo do dia para o operador ZON, com uma tendência de decréscimo a partir das 16h até às 23h. Nos restantes operadores, as distribuições ao longo do dia (Figura 60) e respectivos valores médios (Figura 61) apresentam variações mais ligeiras.

Da análise por dia da semana, verifica-se que as variações existentes são relativamente pequenas, conforme se pode observar na Figura 62.

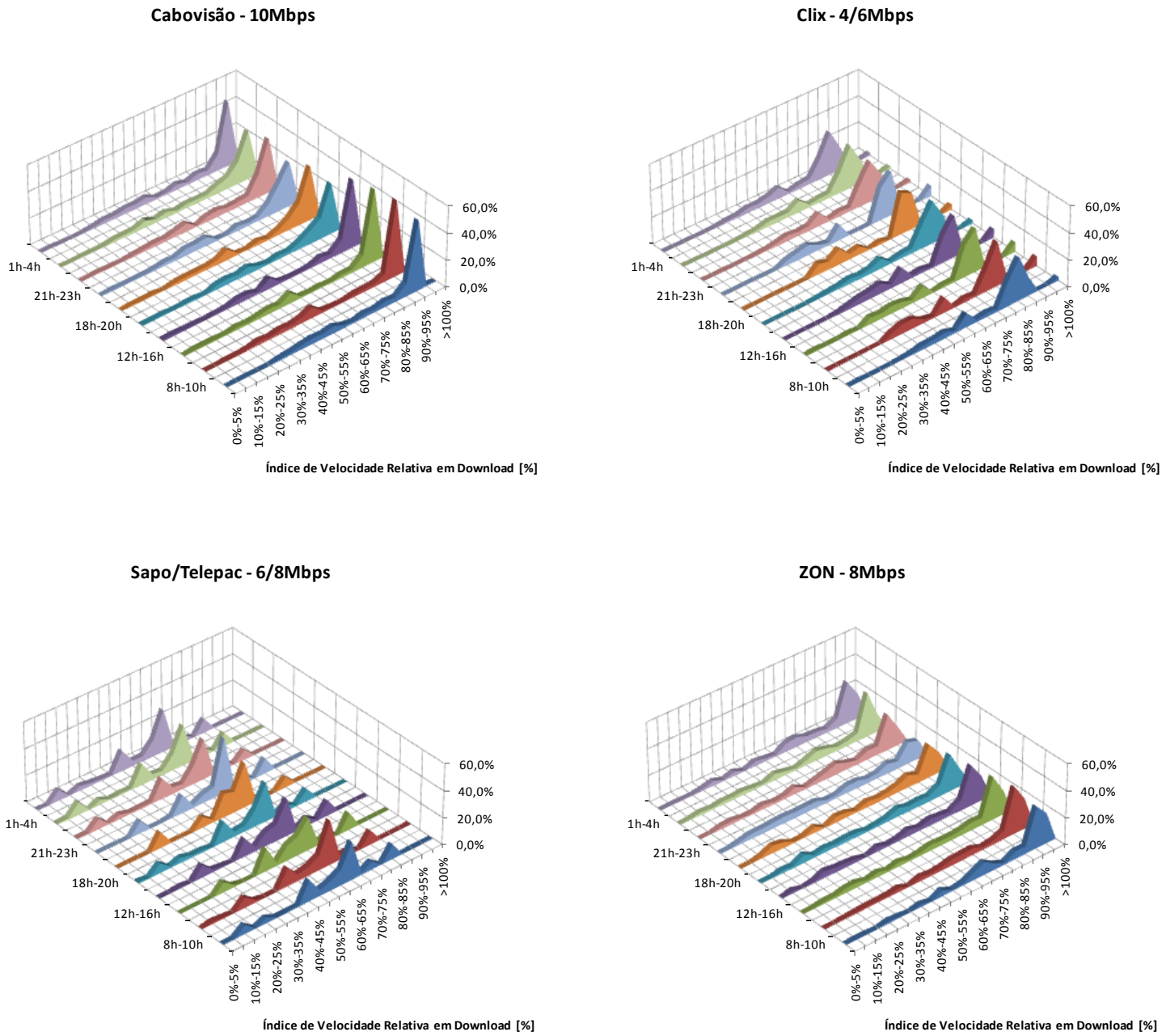


Figura 60 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Download* do Índice de Velocidade Relativa para o servidor Nacional

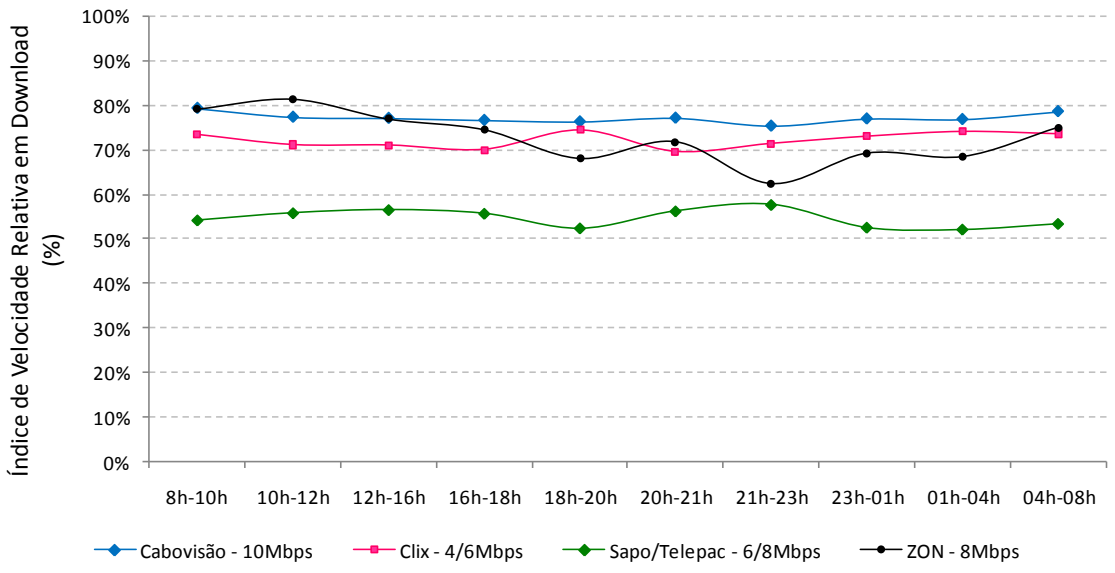


Figura 61 – Índice de Velocidade relativa de transferência de ficheiros em *Download* por operador e período horário para o servidor Nacional

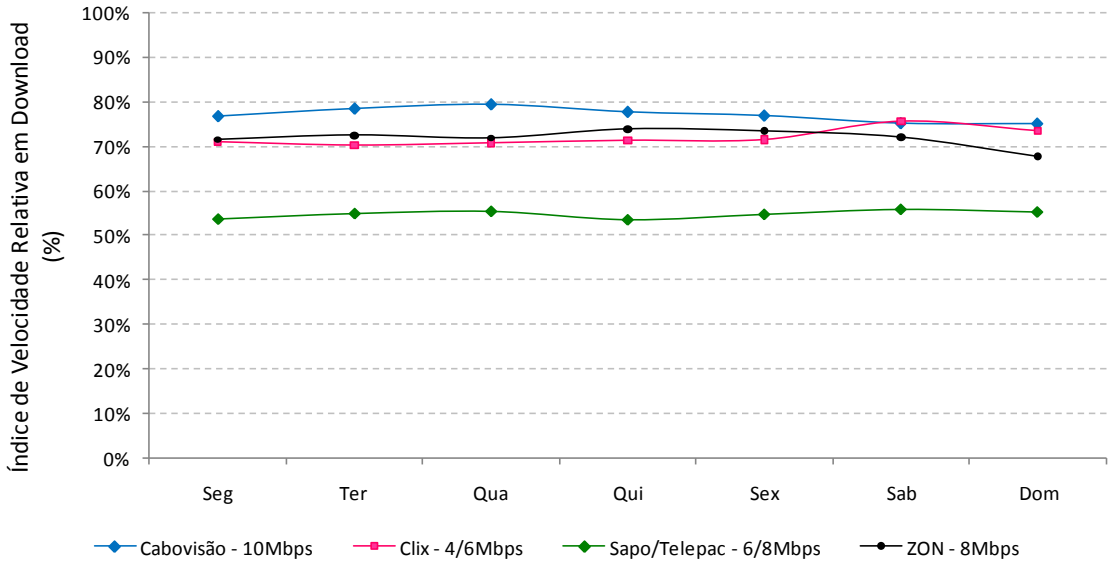


Figura 62 - Índice de Velocidade relativa de transferência de ficheiros em *Download* por operador e dia da semana para o servidor Nacional

3.3 Percepção do Utilizador em Transferência de Ficheiros (*Upload*)

3.3.1 Acessos Móveis 3G

3.3.1.1 Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Upload*)

No contexto das transacções de Internet, o *uplink* representa um papel importante na experiência do utilizador. Os tempos de espera para envio de e-mails e *upload* de ficheiros são o tipo de aplicações mais afectadas pelas velocidades obtidas no *uplink*, ou seja, aplicações cuja comunicação possua um carácter de funcionamento mais simétrico, ao invés do Web browsing (aplicação assimétrica do ponto de vista de comunicação, no que respeita ao volume de dados transferidos).

As velocidades em *uplink* anunciadas nas ofertas base do estudo também foram objecto de alteração no decurso das medidas para os três operadores móveis Nacionais, designadamente de 384kbps para 512kbps, embora esta alteração não se tenha reflectido significativamente nas diferenças dos valores obtidos.

De acordo com a Figura 63, a Optimus apresenta os melhores valores neste indicador em Lisboa, em que as velocidades em *uplink* ultrapassam significativamente os valores anunciados, chegando em média aos 752kbps. Já no Porto, é o operador com valores mais baixos, em torno dos 312kbps.

A TMN regista, em Lisboa, o valor mais baixo dos três operadores, com 292kbps, desempenho que se inverte positivamente no Porto, onde é o melhor operador para este indicador, com valor médio igual a 743kbps.

A Vodafone é o segundo operador nos dois concelhos, para o tarifário alvo do estudo, com valores de 615kbps e 679kbps em Lisboa e Porto, respectivamente.

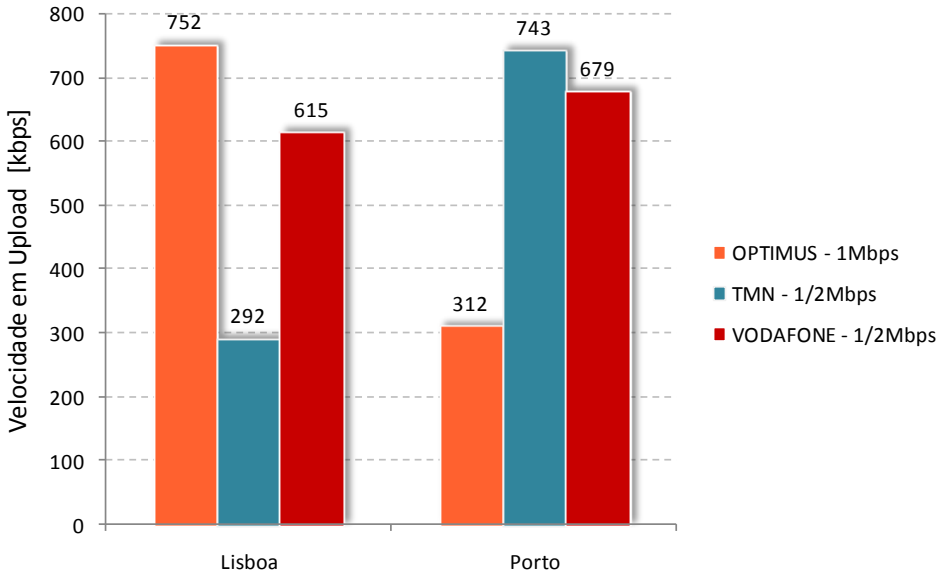


Figura 63 – Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador e concelho

De acordo com a Figura 64 e Figura 65, os operadores Optimus e Vodafone apresentam valores médios de velocidade de transferência de ficheiros em *upload* mais elevados que a TMN, no concelho de Lisboa. Todavia são acompanhados por uma distribuição de valores muito variada para o conjunto dos servidores nacional e internacionais, situação que representa para os utilizadores finais a possibilidade de obter valores de velocidade muito díspares, em especial para a Optimus. A TMN apresenta o valor médio mais baixo para este indicador, registando uma elevada concentração dos registos em torno do intervalo dos 200-300kbps.

No concelho do Porto, a Optimus inverte a tendência e atinge os valores mais baixos do concelho, com uma menor concentração de registos entre os 200-400kbps. Novamente, os operadores com valores médios mais elevados neste concelho, a TMN e a Vodafone, apresentam um conjunto de registos mais irregular, em especial a TMN.

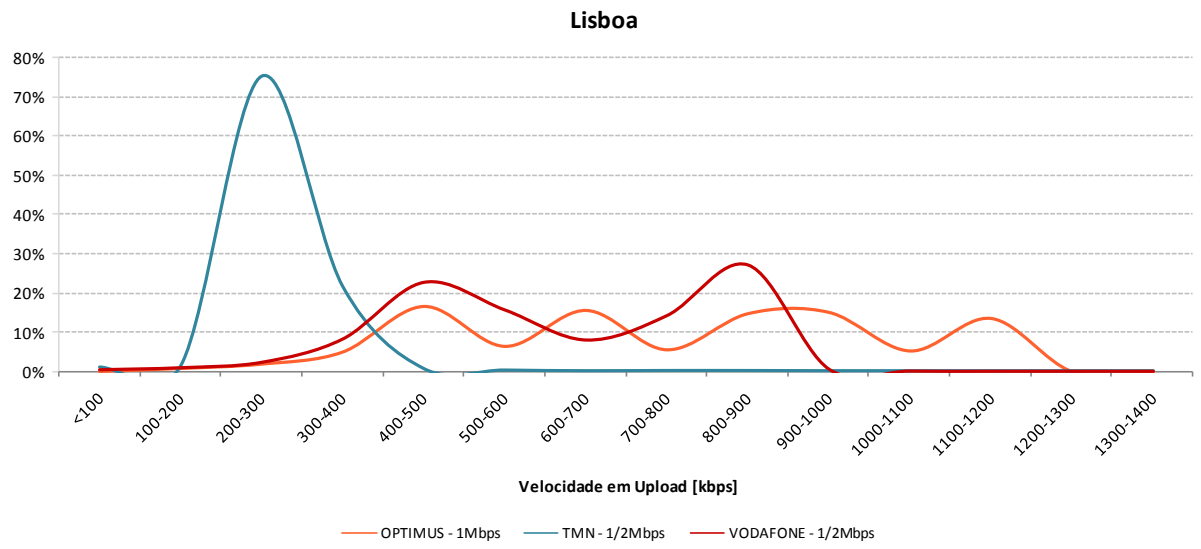


Figura 64 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho de Lisboa

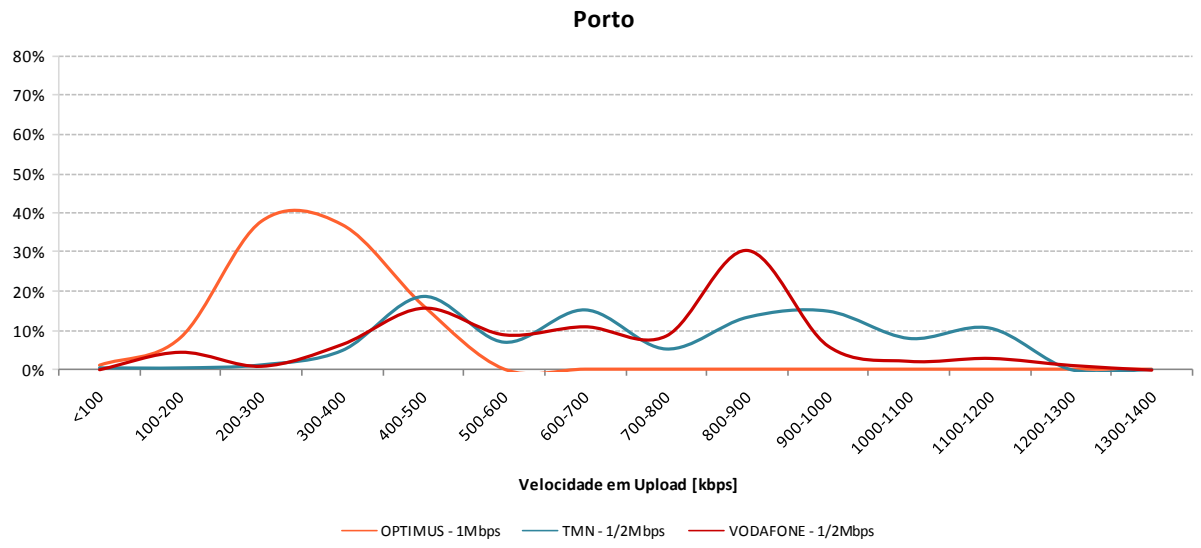


Figura 65 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho do Porto

As distribuições apresentadas na Figura 66 e Figura 67 evidenciam variações de velocidade média efectiva pouco significativa nos vários períodos do dia. Confirmando-se através dos valores médios constantes apresentados nas Figura 68 e Figura 69, que traduzem um comportamento semelhante nos vários dias da semana.

Lisboa

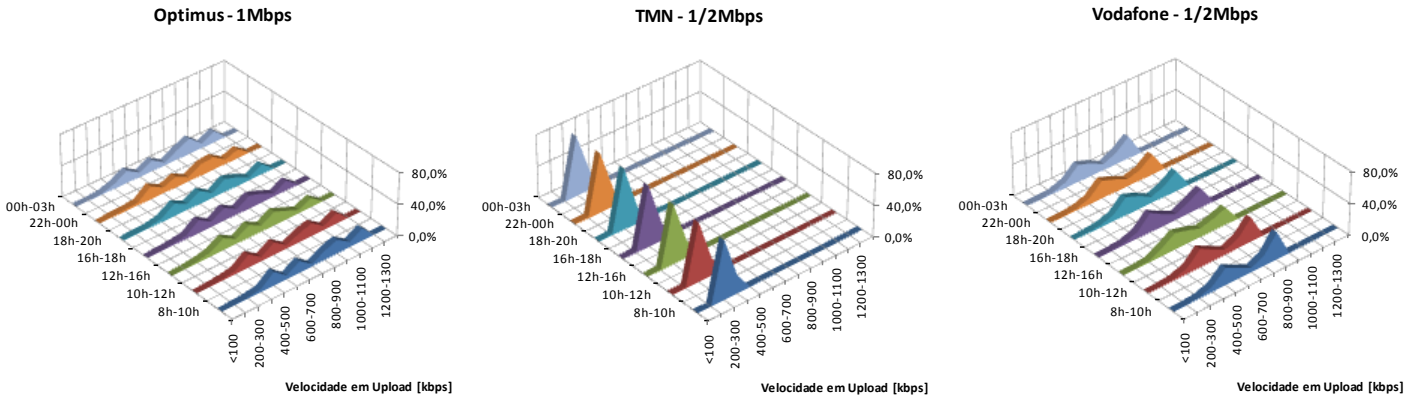


Figura 66 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Upload* para o concelho de Lisboa

Porto

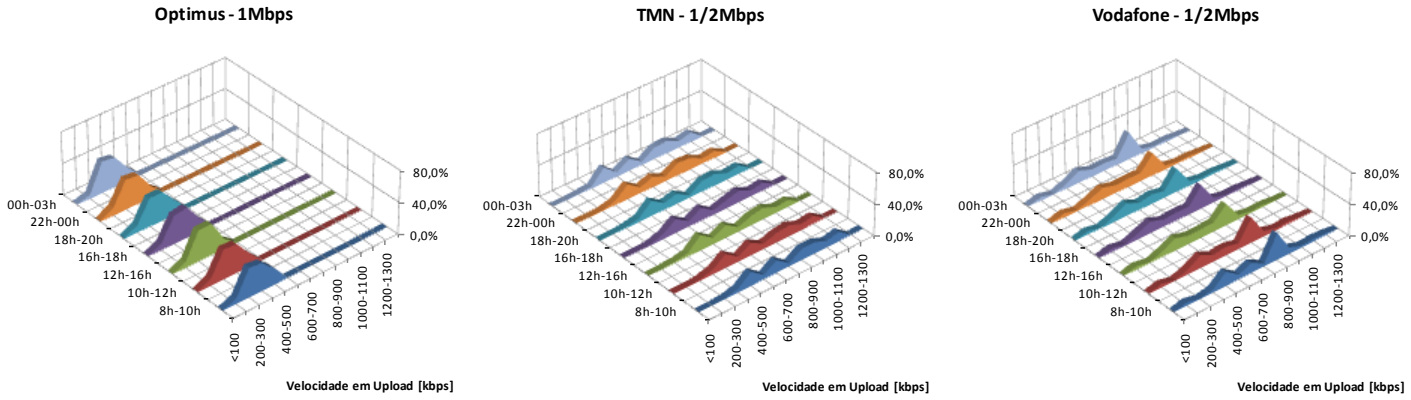


Figura 67 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Upload* para o concelho do Porto

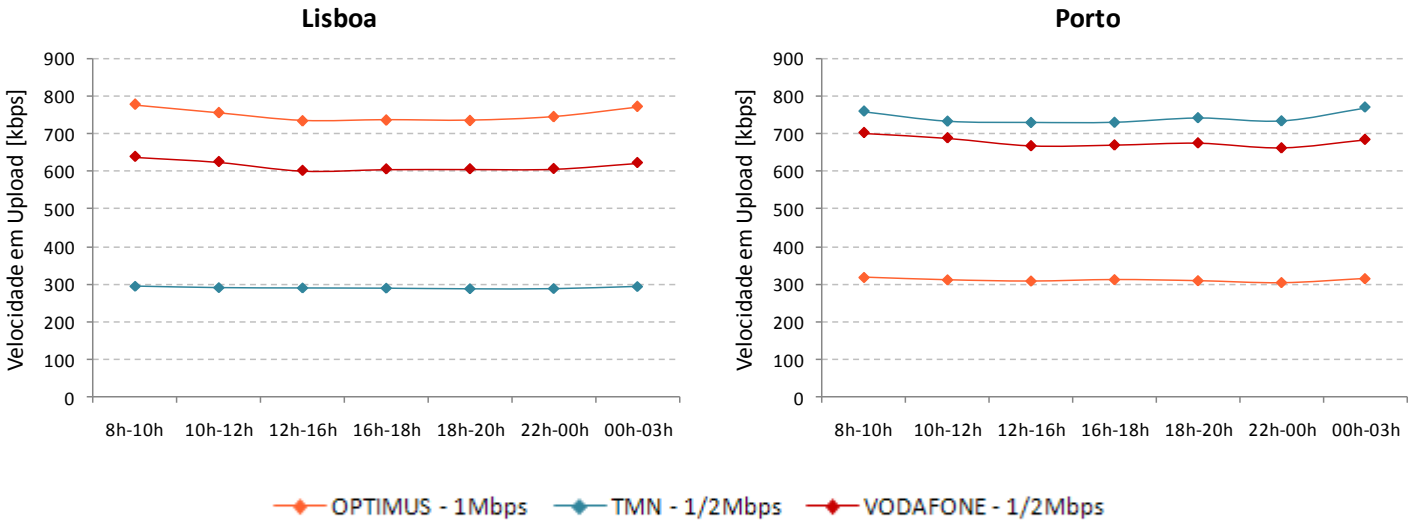


Figura 68 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador, período horário e concelho

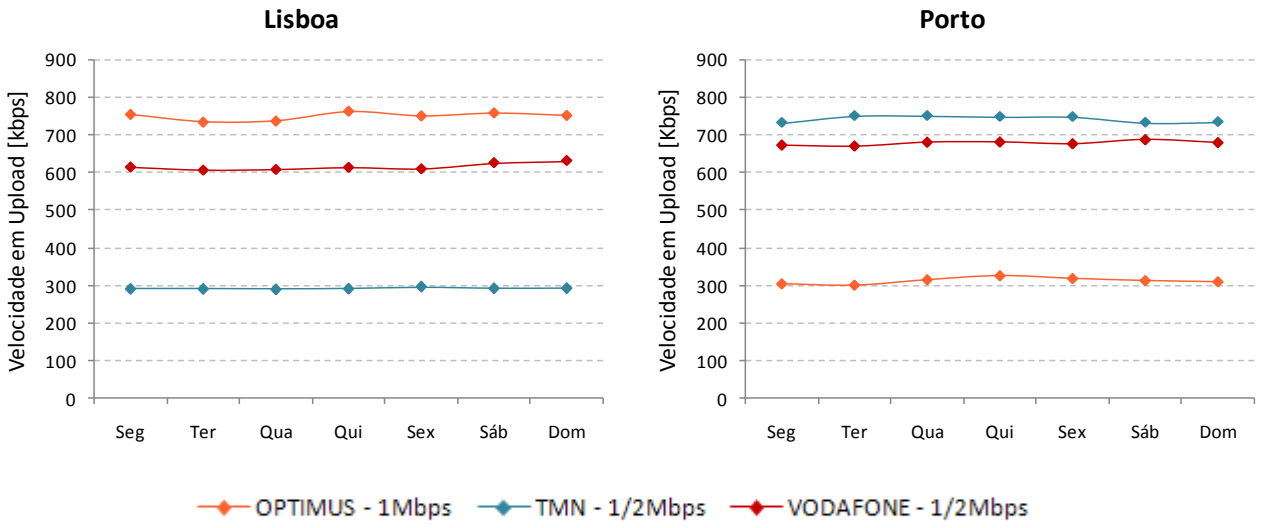


Figura 69 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador, dia da semana e concelho

O efeito da localização do servidor alvo dos testes também se faz notar na velocidade de transferência em *upload*, registando todos os operadores valores mais elevados para o servidor nacional e significativamente menores para os servidores do Reino Unido e dos Estados Unidos, por esta ordem e de acordo com a Figura 70.

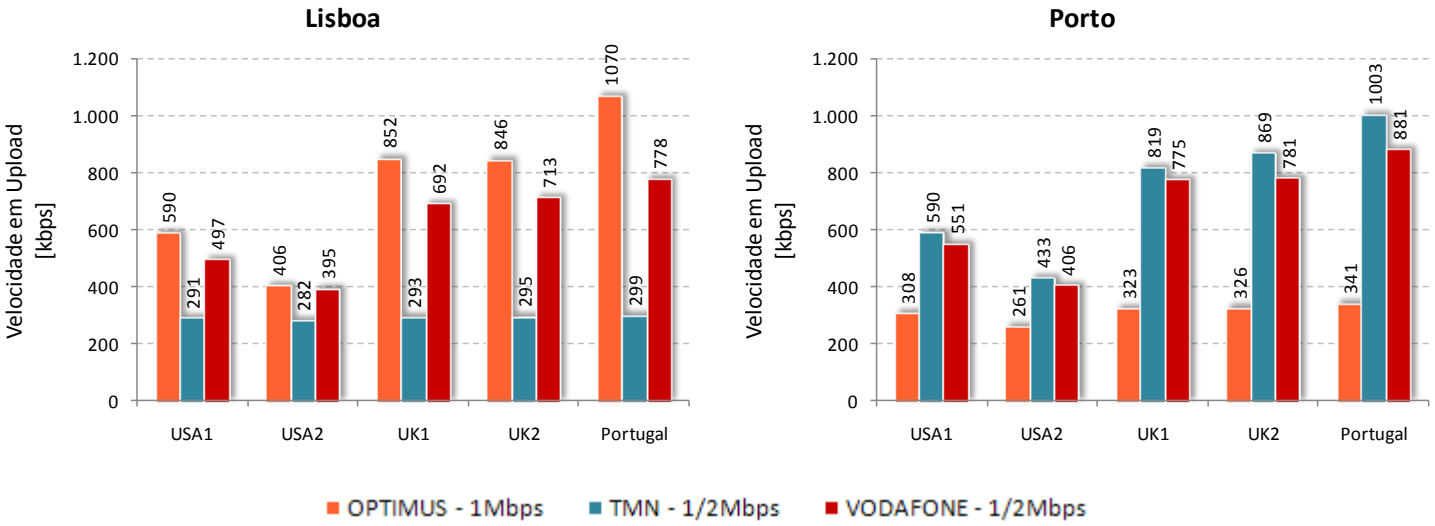


Figura 70 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador, servidor e concelho

Analisando a distribuição das medidas no concelho de Lisboa, apenas para o servidor nacional (Figura 71), observa-se que a maioria das medidas está concentrada em intervalos bem definidos para os três operadores, comportamento distinto daquele que foi observado para a Optimus e Vodafone nos resultados de dispersão para todos os destinos (ver Figura 64). A Optimus regista cerca de 68% das medidas neste concelho, entre o intervalo 1100-1200kbps; a Vodafone cerca de 64%, entre os 800-900kbps, e a TMN regista cerca de 72%, entre os valores de 200-300kbps.

No Porto, comparando a Figura 71 e Figura 72, a TMN troca de ordem de desempenho com a Optimus, atingindo os melhores resultados com cerca de 52% das medidas entre os 1100-1200kbps, a Vodafone concentra a maior parte dos registos (cerca de 55%) no intervalo de 800-900kbps e a Optimus distribui maioritariamente os seus registos nos intervalos de medidas, 400-500kbps e 200-300kbps.

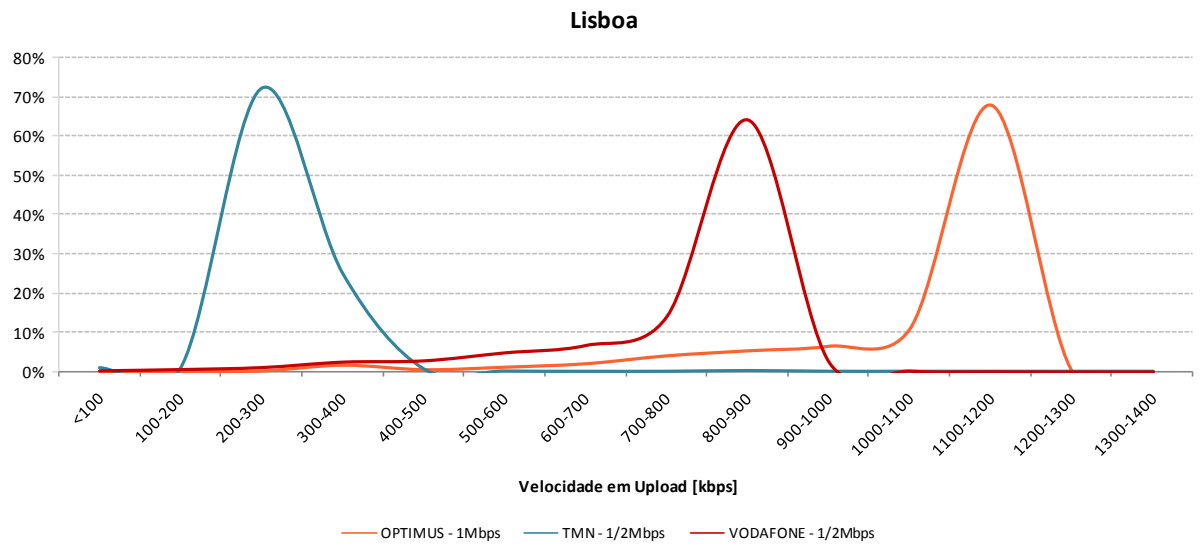


Figura 71 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

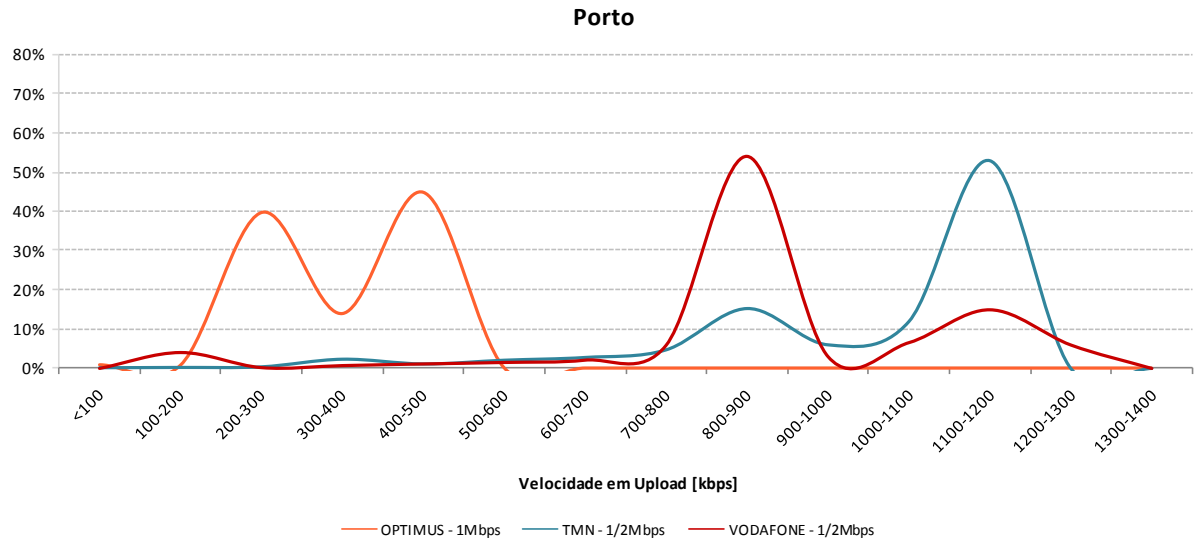


Figura 72 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o concelho do Porto para o servidor Nacional

Ainda para a velocidade de transferência de ficheiros em *upload* apresentam-se os resultados para o IVR (Índice de velocidade relativa) na Figura 73.

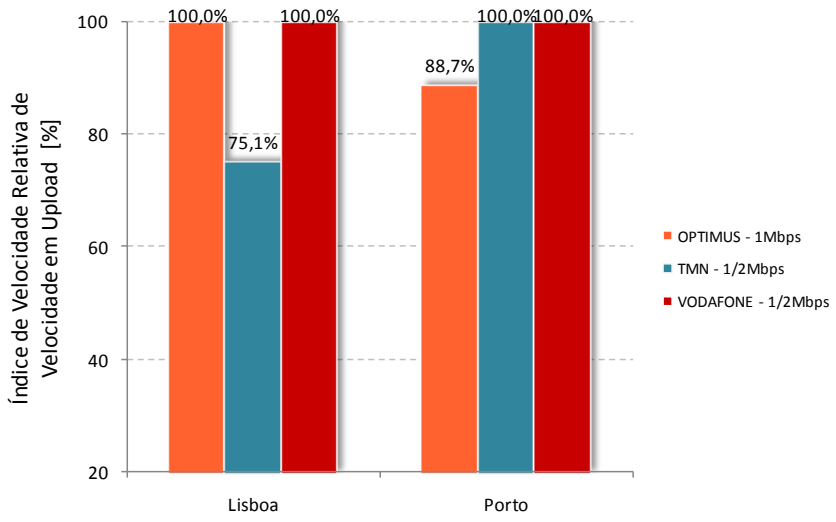


Figura 73- Índice de Velocidade Relativa da Transferência de ficheiros por FTP em Upload - Acessos Móveis

De modo geral, os utilizadores da banda larga móvel em Lisboa e no Porto experimentaram 75,1% a 100% da velocidade máxima contratada em *upload* de ficheiros. De entre os desempenhos dos três operadores salienta-se o facto de a Vodafone ter conseguido atingir 100% de IVR em Lisboa e no Porto. A Optimus obteve 100% de IVR em Lisboa e 88,7% no Porto. A TMN obteve um resultado oposto à Optimus com 100% no Porto e 75,1% em Lisboa.

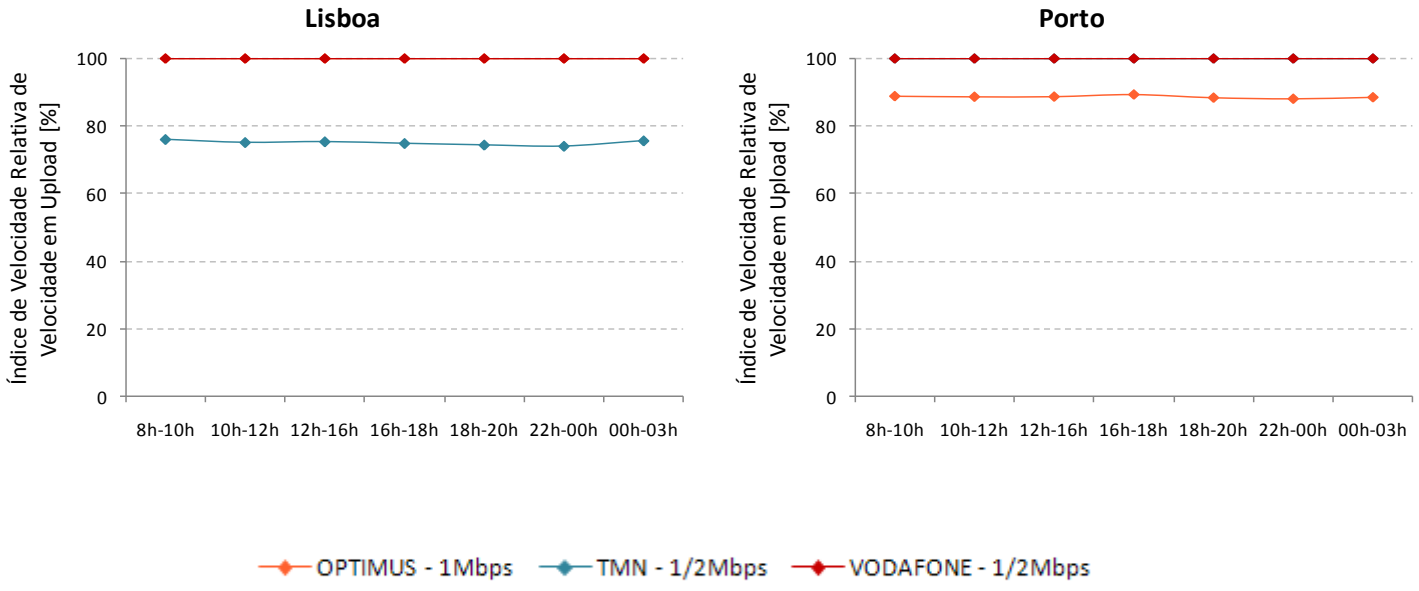


Figura 74- Variação de IVR para upload por FTP ao longo do dia para acessos móveis

Relativamente à evolução do IVR ao longo do dia e da semana é possível verificar através da Figura 74 e Figura 75 que não existem variações significativas deste indicador, mantendo-se constante o desempenho para todos os operadores.

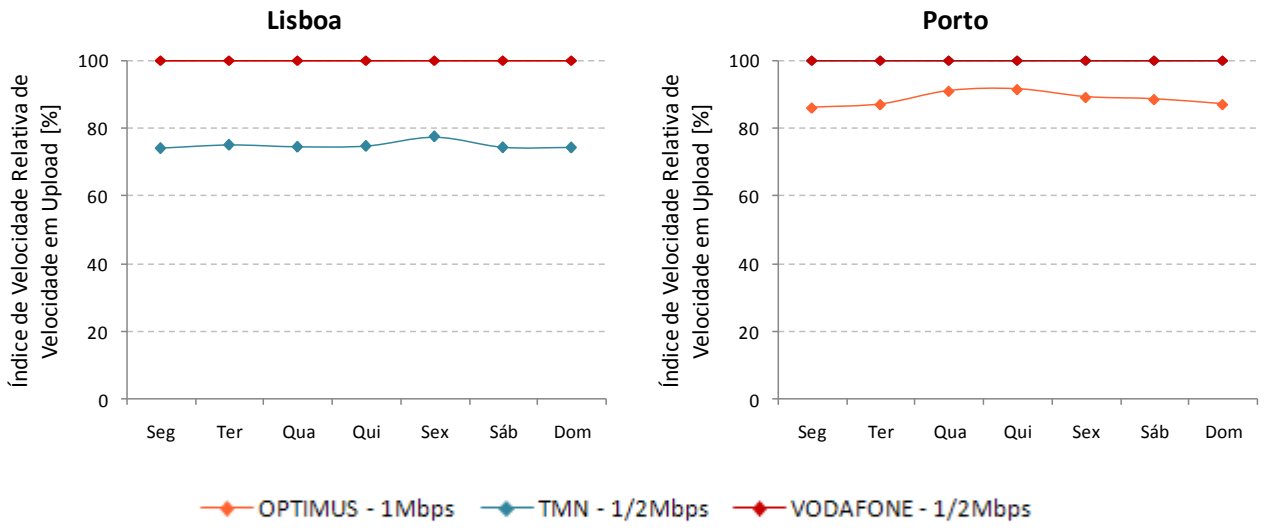


Figura 75- Variação de IVR para upload por FTP ao longo da semana para acessos móveis

Na Figura 76 é possível observar o detalhe acerca da distribuição do IVR por categorias. Desta forma, em Lisboa, a Optimus obteve o valor mais elevado de IVR, atingindo os 100% de aferições acima dos 75% de velocidade máxima contratada, sendo seguida pela Vodafone com 96%. A TMN obteve nesta cidade 74% das medidas acima do mesmo patamar. No Porto, a TMN obteve o valor mais elevado, conseguindo 99% das medidas acima dos 75%, sendo seguida de perto pela Vodafone, registando esta 95%. Ainda no Porto, a Optimus apresentou apenas 59% das medidas acima dos 75% de velocidade máxima contratada. A destacar o desempenho bastante estável da Vodafone em ambas as cidades para a transferência de ficheiros por FTP em *upload*.

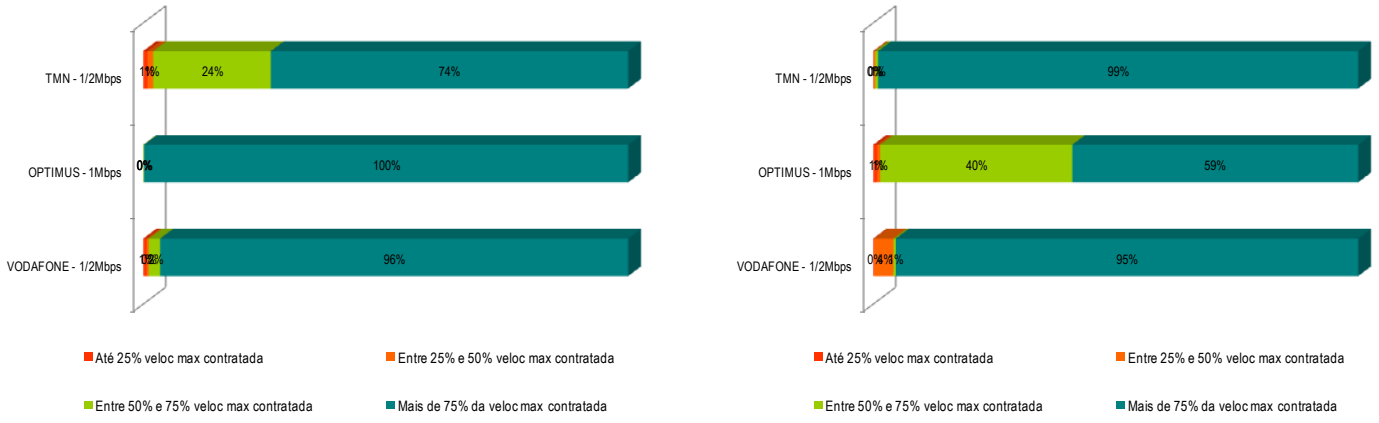


Figura 76- Distribuição de frequência por categorias do IVR para transferência de ficheiros em *Download* para o servidor nacional.

3.3.1.2 Tempo de *Upload* de Ficheiros

Os tempos de transferência de ficheiros em *upload* apresentados para os operadores móveis, na Figura 77, reflectem as velocidades médias obtidas em *upload* analisadas na secção anterior. Este indicador contabiliza o tempo médio de espera para o *upload* do mesmo ficheiro, para os servidores em teste, nos dois concelhos.

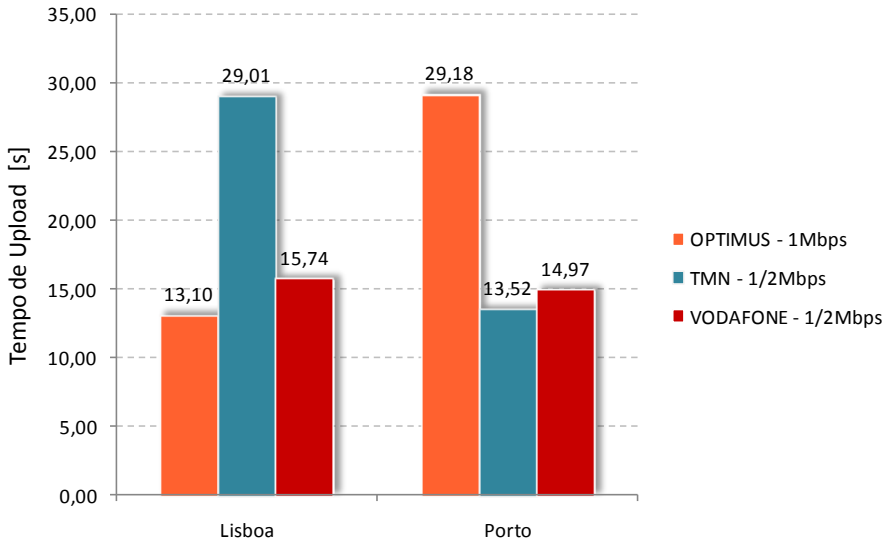


Figura 77 – Tempo médio de *Upload* de ficheiros por operador e concelho

Conclui-se que na Optimus, em Lisboa, o mesmo ficheiro demora em média 13,10 segundos a efectuar *upload*, enquanto no Porto demora em média 29,18 segundos a transferir.

A TMN evidencia um desempenho melhor no Porto, registando um tempo médio de transferência de 13,52 segundos e pior em Lisboa, com um registo de 29,02 segundos.

Dos três operadores, a Vodafone é o que apresenta um valor mais uniforme entre concelhos, com cerca de 15 a 16 segundos de tempo médio para a conclusão da transferência de um ficheiro, não obtendo, no entanto, o melhor resultado em nenhum dos concelhos.

De acordo com a Figura 78 e Figura 79, as distribuições de tempos de *upload* de ficheiros reflectem os valores médios apresentadas na Figura 77 e verificam-se consistentes com as distribuições de velocidade, em análise na secção anterior. Estas figuras reflectem a globalidade dos servidores, traduzindo-se numa dispersão significativa de valores, à excepção da TMN que concentra em Lisboa cerca de 67% de registos no intervalo de 28-30 segundos e da Optimus que no Porto concentra cerca de 38% dos registos no intervalo de 20-22 segundos.

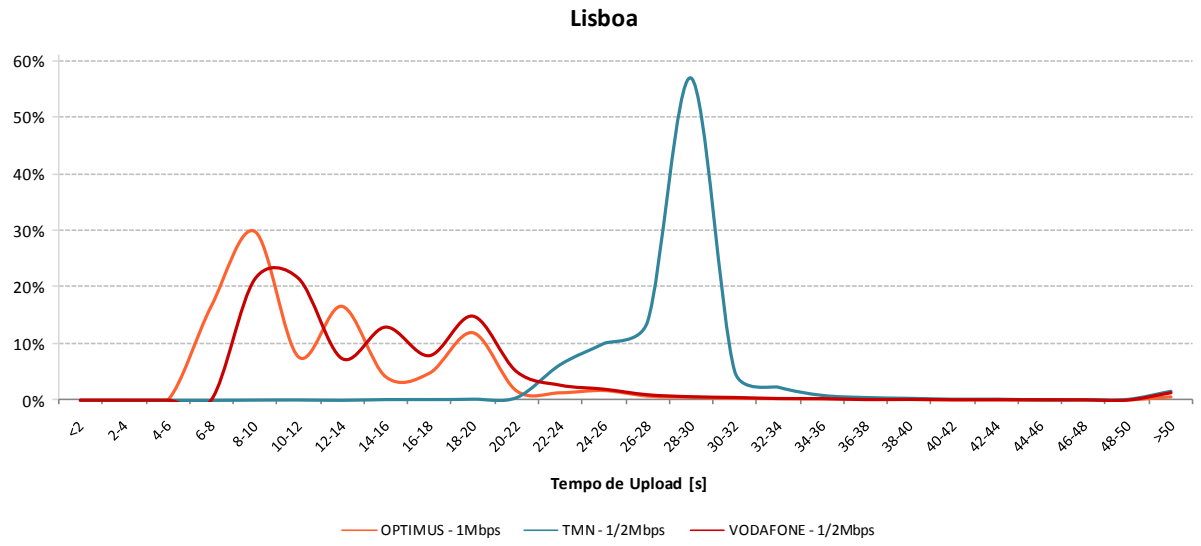


Figura 78 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Upload* para o concelho de Lisboa

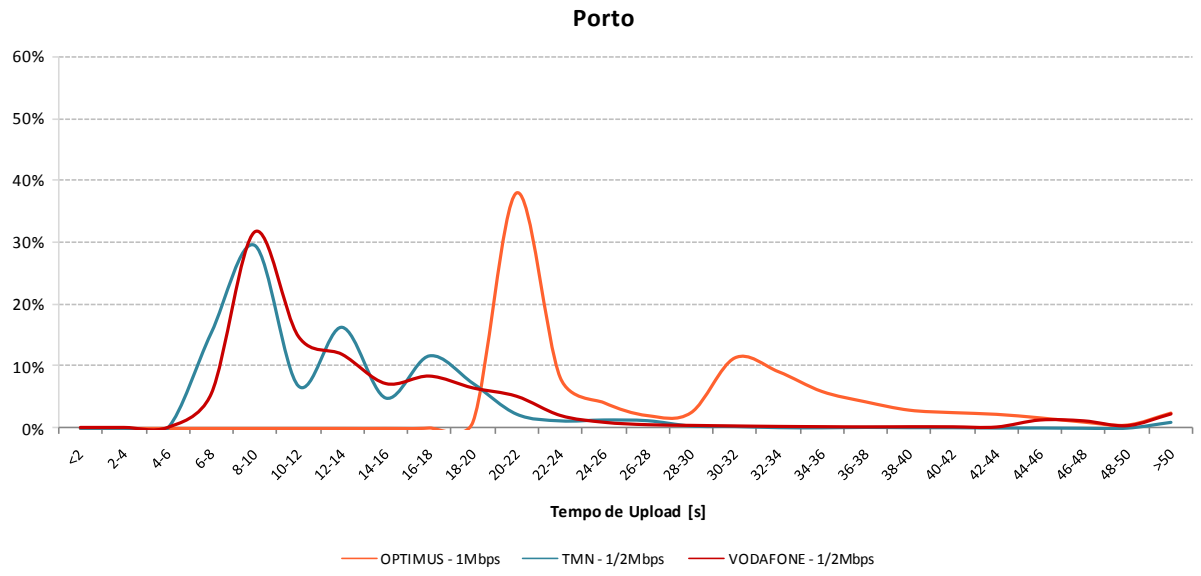


Figura 79 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Upload* para o concelho do Porto

As distribuições de velocidade de transferência de ficheiro em *upload* por operador evidenciam um comportamento estável durante o dia, conforme pode ser verificado na Figura 80 e Figura 81 e respectivas médias (Figura 82), como de resto se verifica no indicador correspondente de velocidade. Idêntico comportamento é evidenciado ao longo da semana, de acordo com a Figura 83.

Lisboa

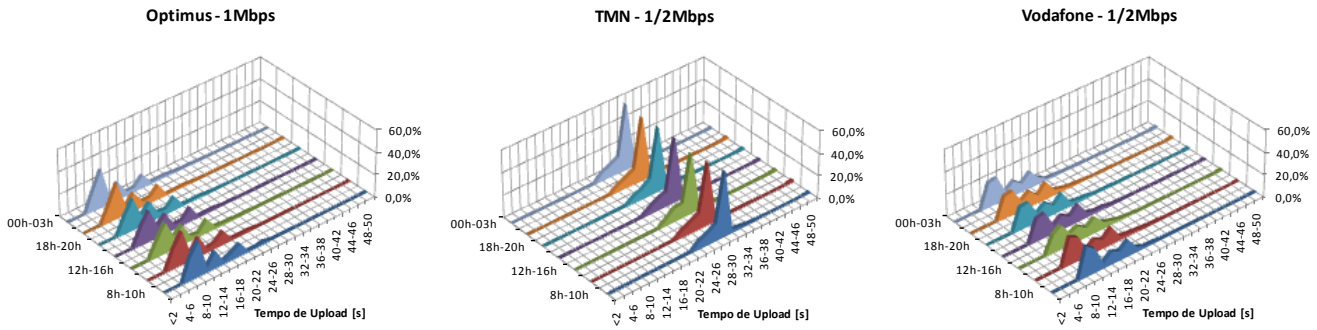


Figura 80 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Tempo de *Upload* para o concelho de Lisboa

Porto

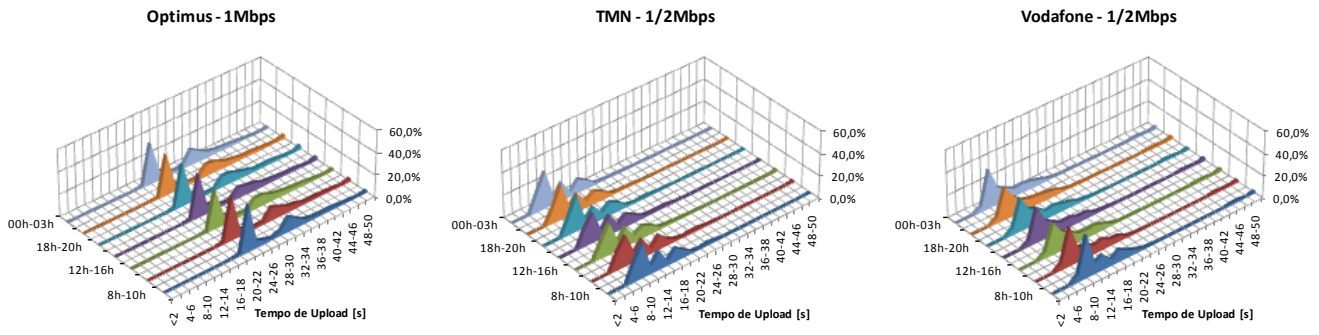


Figura 81 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Tempo de *Upload* para o concelho do Porto

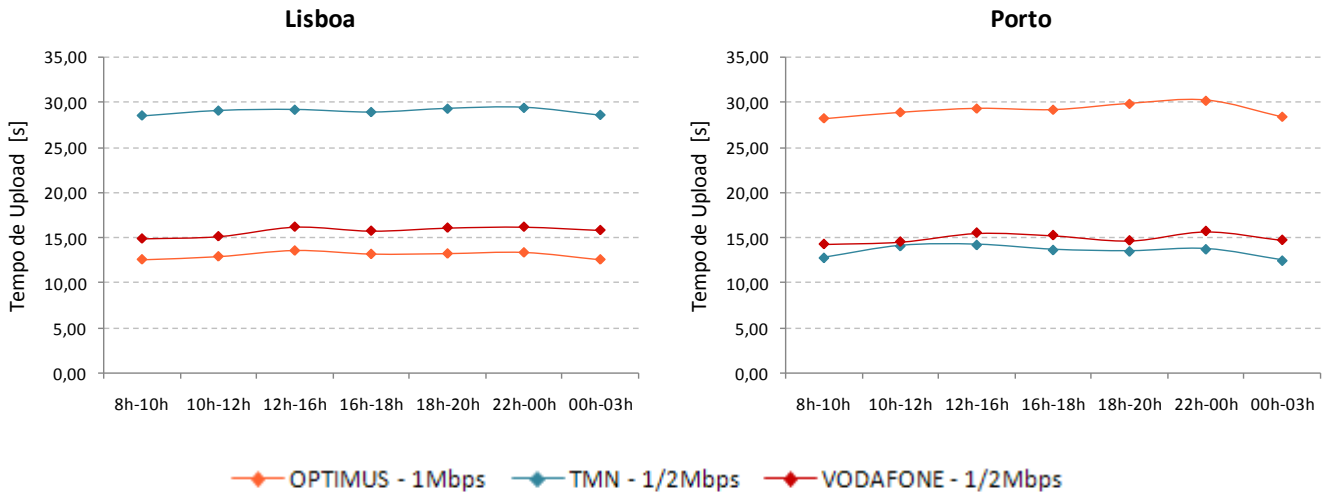


Figura 82 – Tempo médio de *Upload* de ficheiros por operador, período horário e concelho

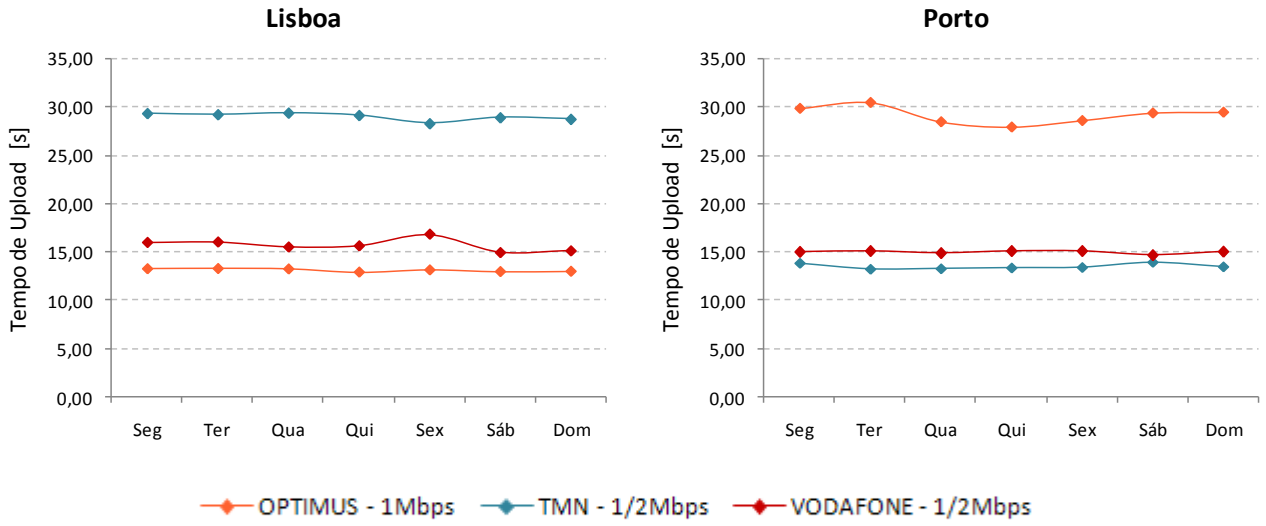


Figura 83 - Tempo médio de *Upload* de ficheiros por operador, dia da semana e concelho

A Figura 84 representa o tempo médio de *upload* de ficheiros para cada um dos respectivos servidores, não diferindo este da análise do correspondente indicador de velocidade.

Assim, os valores mais baixos de tempo de *upload*, correspondendo portanto a melhores resultados, verificam-se para a Optimus, em Lisboa, para o servidor Nacional com 8,27 segundos, em média; e o mais elevado, para o servidor USA2 para a TMN, em Lisboa, com o registo médio de 30,0 segundos. No Porto, os tempos mais elevados de *upload* de ficheiros registam-se para o servidor em Seattle (USA2), com valores de 35,16 segundos na Optimus e, do lado oposto, o valor mais baixo regista-se na TMN, para o servidor nacional (9,59 segundos, em média).

Em suma, para o *upload* de um ficheiro de 1MB, dependendo do operador e localização do servidor alvo, a transferência pode demorar em média 8,27 segundos ou 35,16 segundos, valores também muito díspares, considerando tarifários e tecnologias semelhantes.

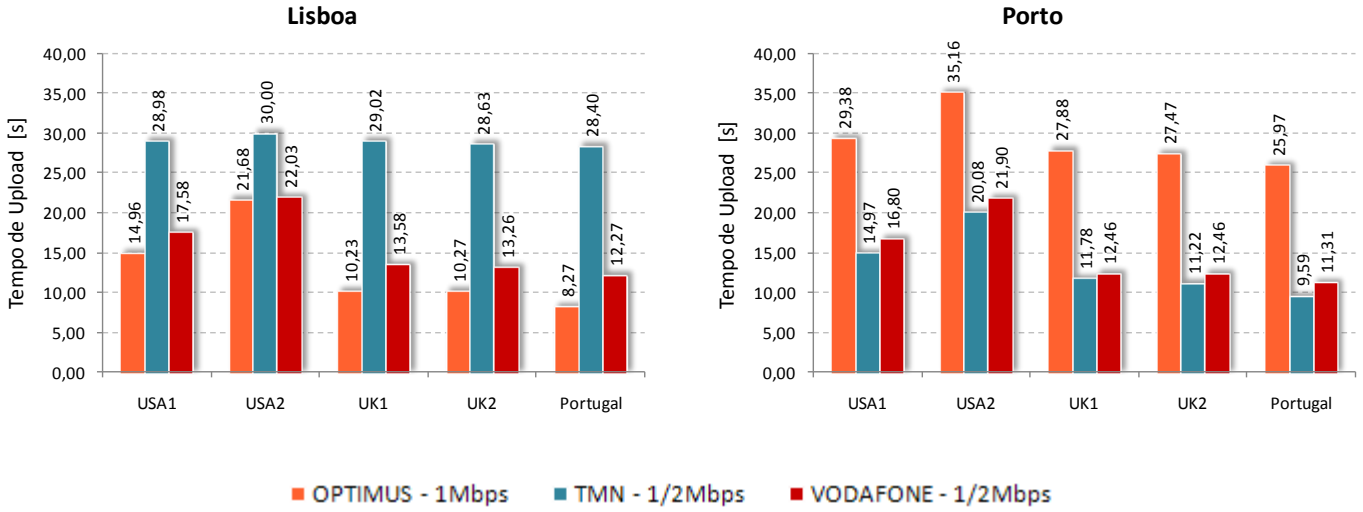


Figura 84 – Tempo médio de *Upload* de ficheiros por operador, servidor e concelho

A distribuição de medidas representadas na Figura 85 e Figura 86 para o servidor nacional reflecte, em termos de tempo de *upload,* as velocidades mais elevadas atingidas pela Optimus, no concelho de Lisboa, assim como as velocidades mais elevadas atingidas pela TMN, no concelho do Porto.

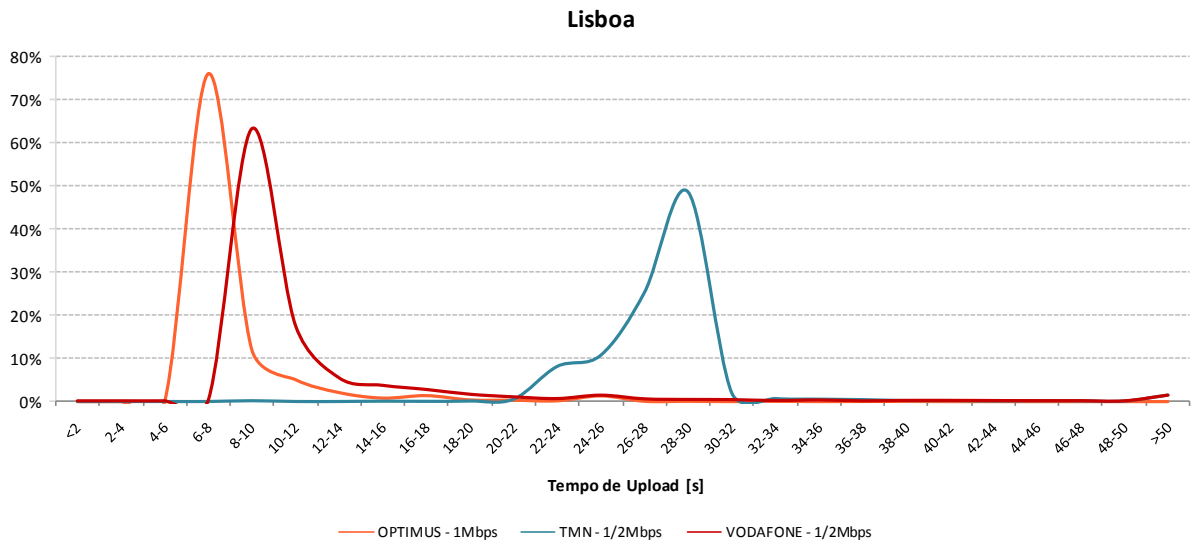


Figura 85 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Upload* para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

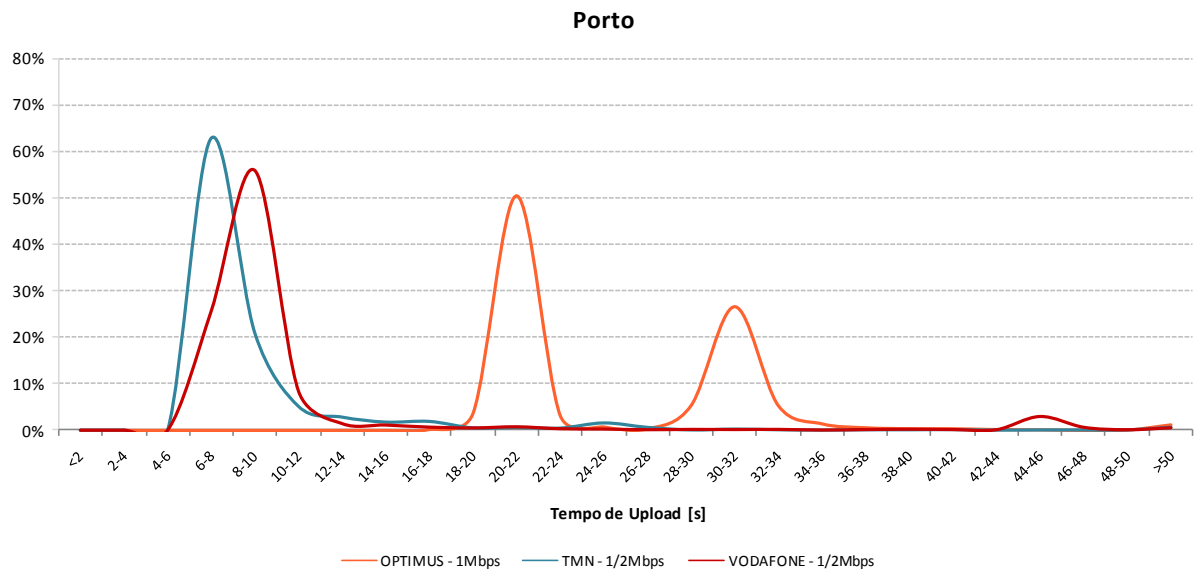


Figura 86 - Distribuição de frequência por operador e classe de Tempo de *Upload* para o concelho do Porto para o servidor Nacional

3.3.2 Acessos Fixos – Velocidade de Transferência de Ficheiros (*Upload*)

Nos acessos fixos, as velocidades máximas anunciadas de *upload* correspondem a um valor máximo de 512kbps para todos os operadores, com excepção do Sapo que anuncia um valor mais elevado, 1024kbps, na sequência da alteração do tarifário para 8Mbps. De acordo com a análise efectuada e segundo a Figura 87, conclui-se que a Cabovisão apresenta valores mais elevados, atingindo em média os 411 Kbps, seguido da ZON e do Clix. O Sapo apresenta o valor médio mais baixo do estudo, com 305 Kbps.

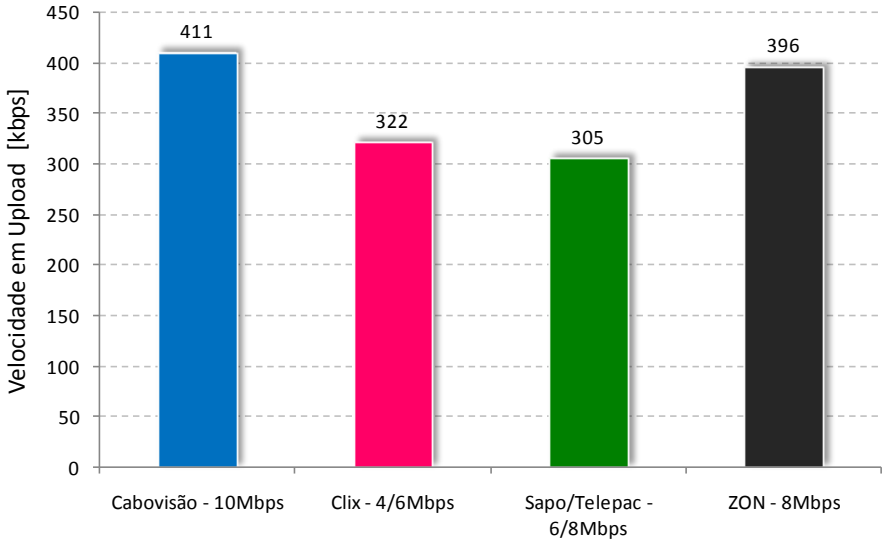


Figura 87 – Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador

Da observação da Figura 88, conclui-se que os operadores Cabovisão e ZON são os que apresentam uma maior concentração de valores entre 400-500kbps, superiores aos obtidos pelo Clix e Sapo, com valores distribuídos por intervalos inferiores a 500kbps. Isto significa que os clientes dos operadores de cabo obtêm, em média, maiores velocidades de *upload.*

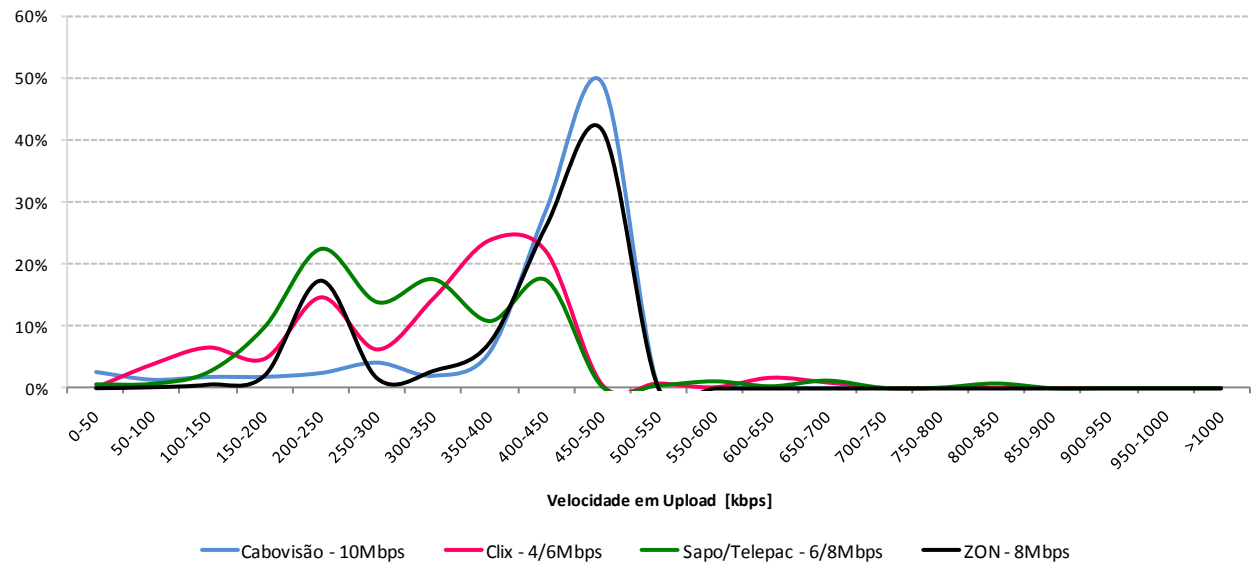
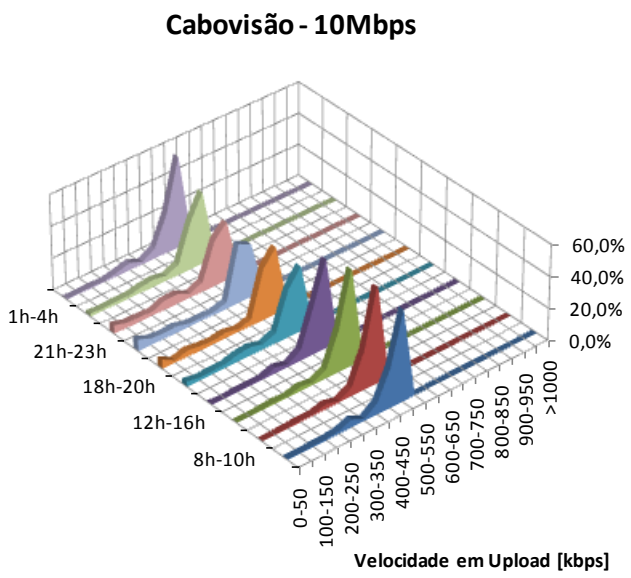
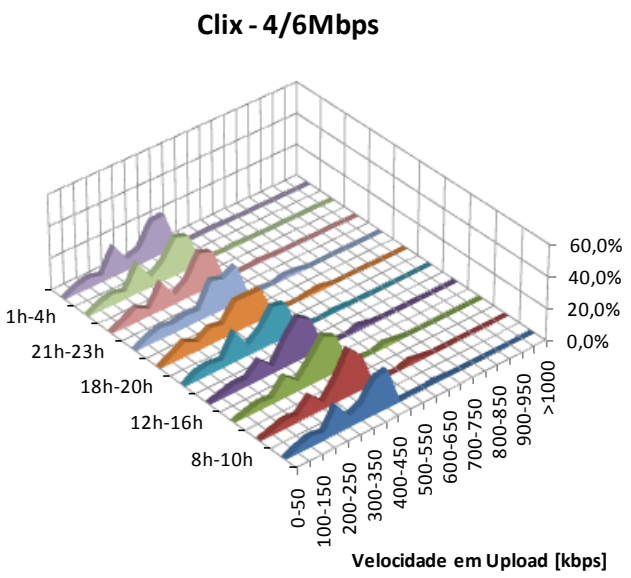


Figura 88 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload*

Analisando a Figura 89 e Figura 90, não se verificam, em geral, variações significativas de distribuição de velocidades em *upload* ao longo do dia, sendo apenas de salientar a ligeira redução de velocidade média para a Cabovisão, no período entre as 18h-01h.

Ao longo da semana, as variações são muito discretas, conforme se pode concluir por análise da Figura 91.





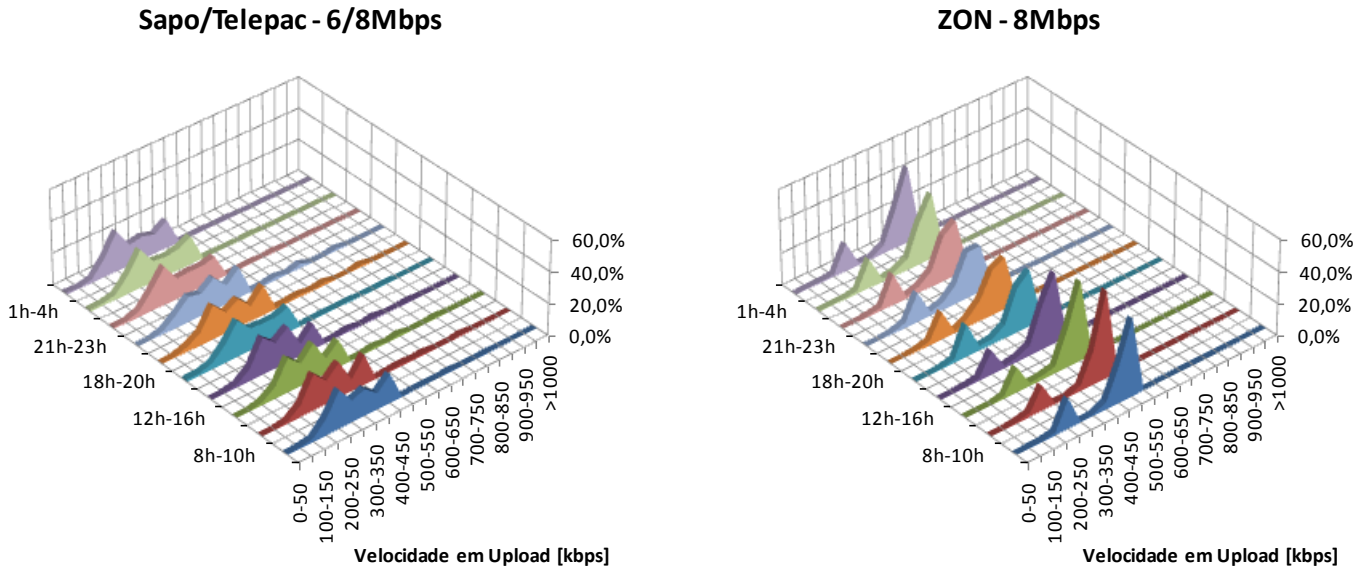


Figura 89 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em *Upload*

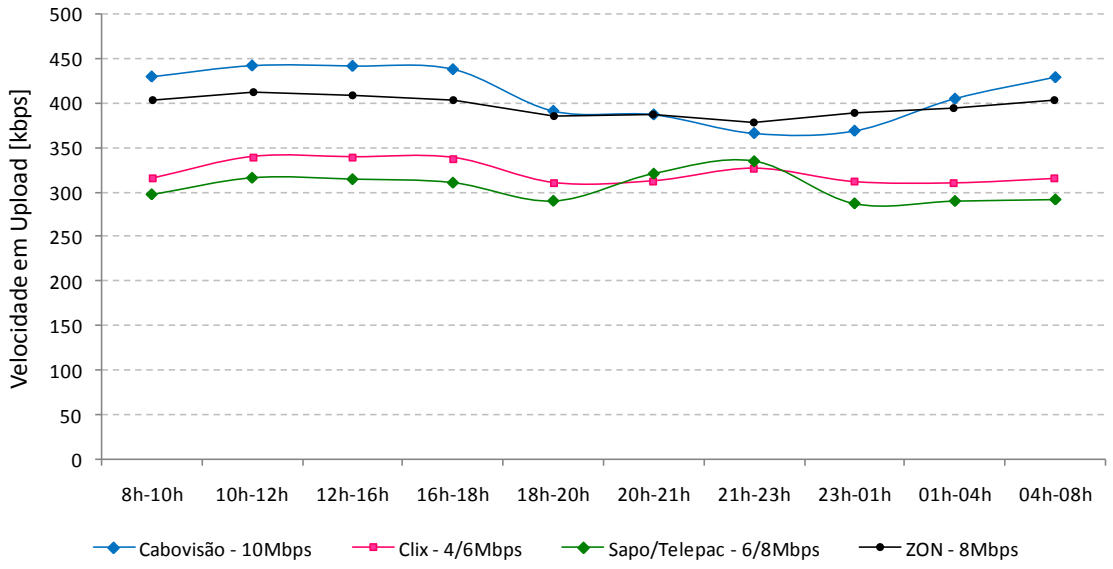


Figura 90 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador e período horário

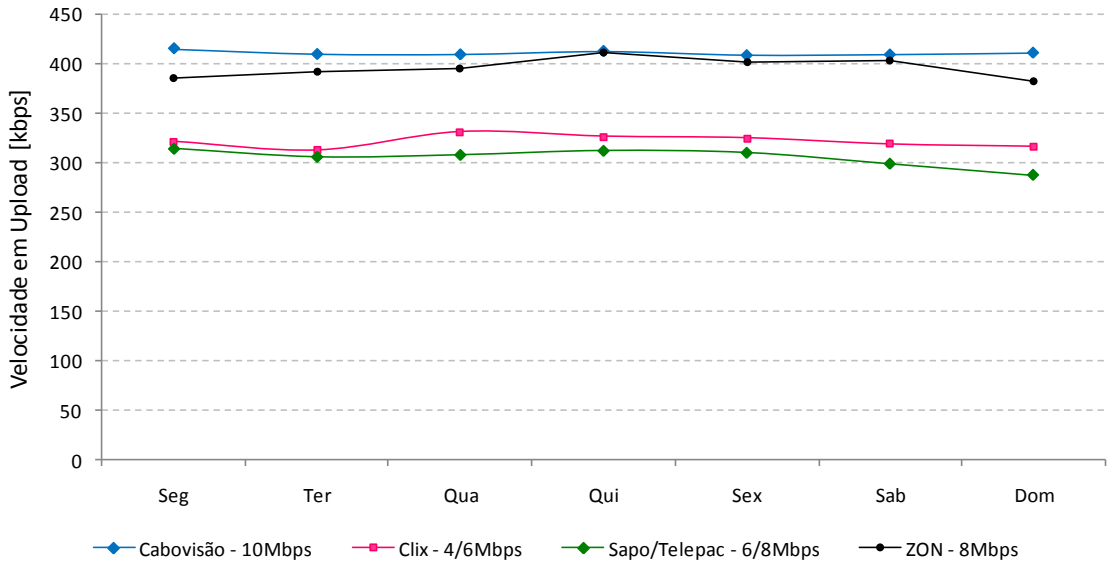


Figura 91 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador e dia da semana

As velocidades de *upload* não apresentam diferenças muito significativas entre operadores da mesma tecnologia, de acordo com a Figura 92. As velocidades mais elevadas verificam-se em todos os operadores para o servidor nacional, como habitual; as mais baixas verificam-se para os servidores localizados nos Estados Unidos. O Sapo apresenta sempre os valores mais baixos para cada destino.

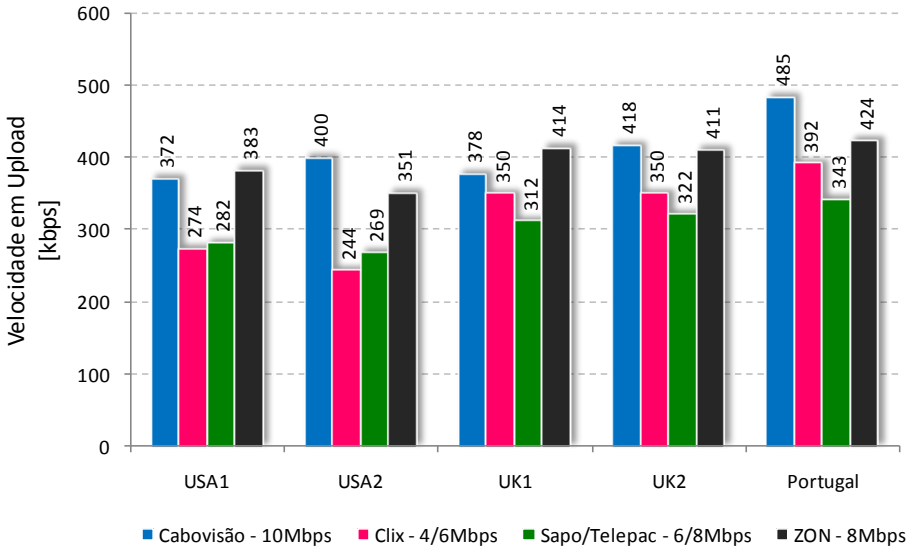


Figura 92 - Velocidade média de transferência de ficheiros em *Upload* por operador e servidor

Conforme pode ser verificado na Figura 93, em que são representadas as distribuições de medidas de velocidade de transferência em *upload* por operador, para o servidor nacional, a Cabovisão atinge os valores mais próximos do seu limite máximo de 512kbps, assim como a ZON.

O Clix apresenta valores mais baixos que o limite máximo anunciado, no intervalo 400-450kbps. No entanto, registaram-se alguns valores mais baixos em torno de 300kbps, bem como alguns valores acima do máximo teórico, próximos de 700kbps.

O Sapo apresenta uma dispersão significativa, com bastante incidência em intervalos de valores abaixo de 350kbps.

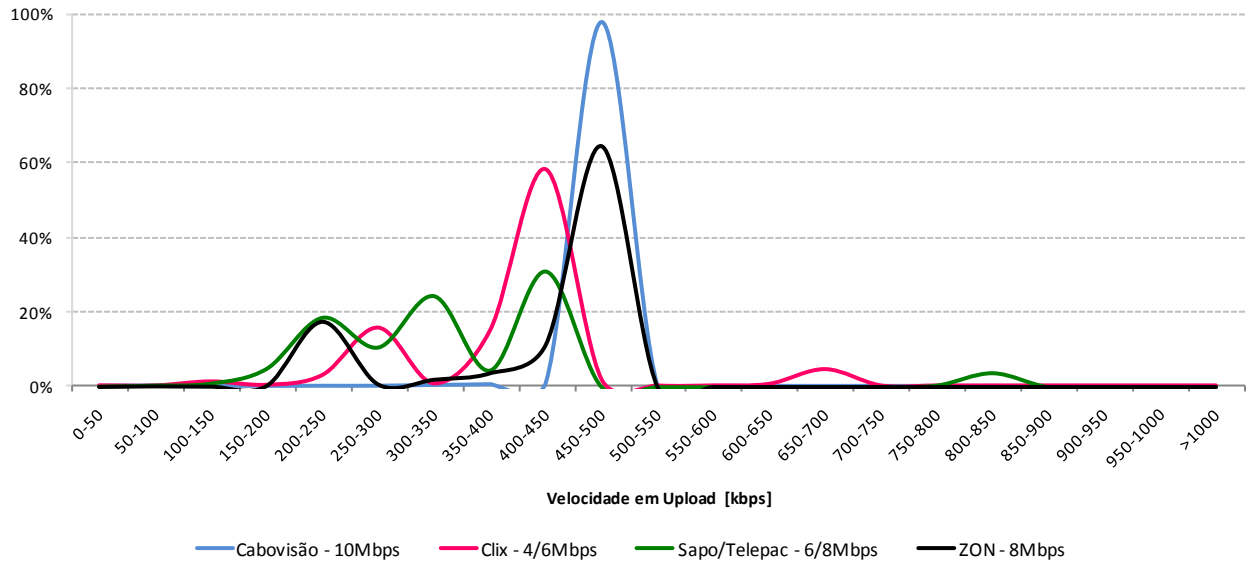


Figura 93 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em *Upload* para o servidor Nacional

À semelhança do indicador de Velocidade de Transferência em *Download*, apresenta-se na Figura 94 o **Índice de Velocidade Relativa** para a transferência de ficheiros em *Upload*. A Cabovisão apresenta os melhores resultados, com um valor de 95% do nível máximo anunciado. A ZON apresenta também valores elevados. O Clix regista 76%, valor que é semelhante ao obtido para o *Download*, enquanto o Sapo regista o valor mais baixo dos quatro operadores com 45% de **Índice de Velocidade Relativa**.

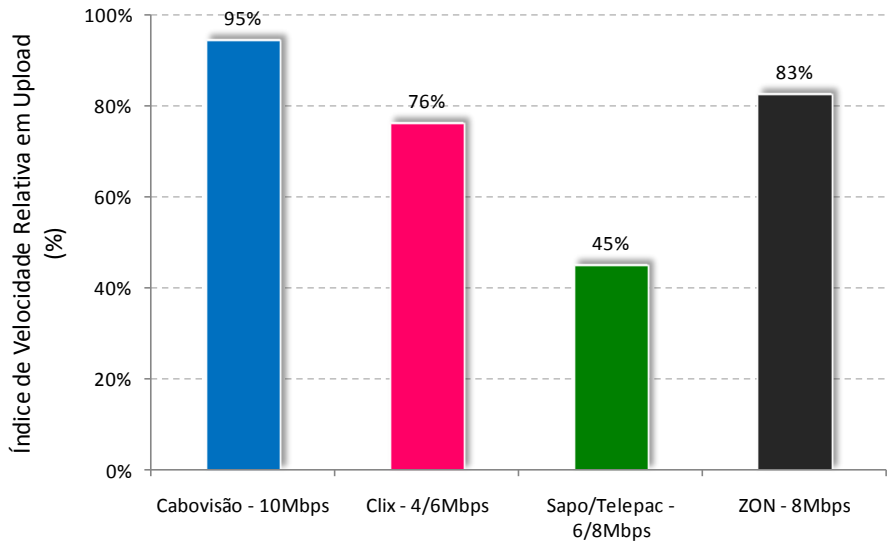


Figura 94 - Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Upload* por Operador para o servidor Nacional

Analisando a distribuição do **Índice de Velocidade Relativa** na Figura 95, verifica-se que a Cabovisão concentra cerca de 70% de medidas no intervalo 95%-100% de IVR, evidenciando uma reduzida dispersão. A ZON, no mesmo intervalo, concentra apenas 33%, contribuindo para a redução da média final obtida. O Clix concentra cerca de 45% no intervalo 80%-85% de IVR, sendo também afectado negativamente na média final por uma concentração de 12% deste indicador no intervalo 50%-55%. No Sapo, mais de 30% das medidas apresentam registos de velocidade entre 40 a 45% do valor máximo anunciado.

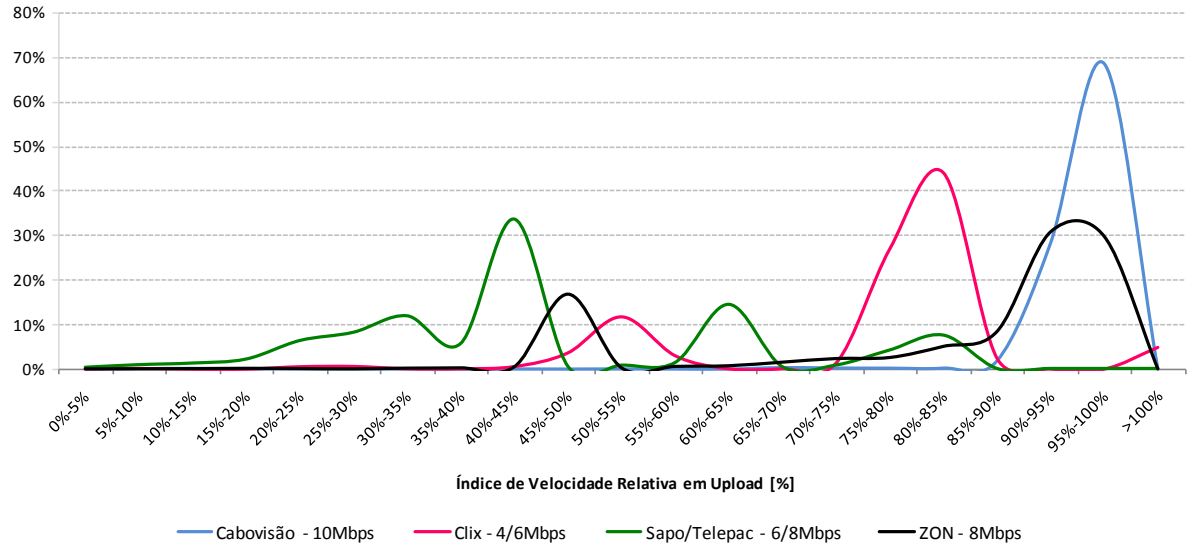


Figura 95 - Distribuição de frequência do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Upload* por Operador para o servidor Nacional

A Cabovisão obtém a melhor distribuição de frequência por categorias, apresentada na Figura 96, disponibilizando em 99% das observações mais de 75% da velocidade máxima contratada. O Clix e a ZON apresentam distribuições semelhantes, embora a ZON tenha uma percentagem ligeiramente superior de medidas com menor velocidade, abaixo de 25% em relação à velocidade máxima. No Sapo, 60% das medidas registam valores de **Índice de Velocidade Relativa** entre 25 e 50% da velocidade máxima anunciada.

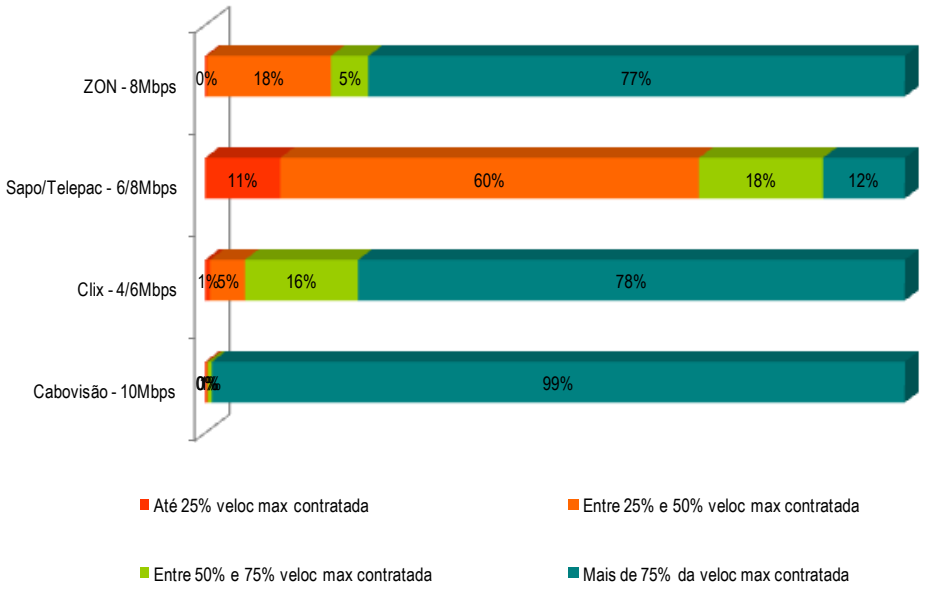
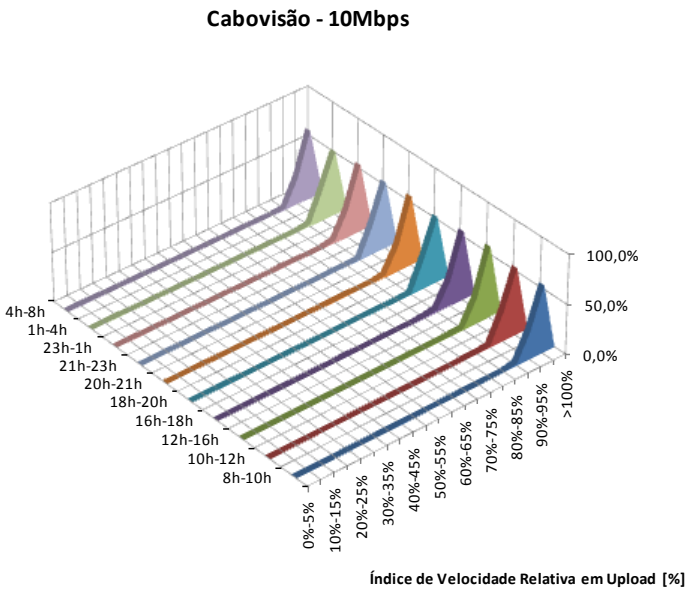
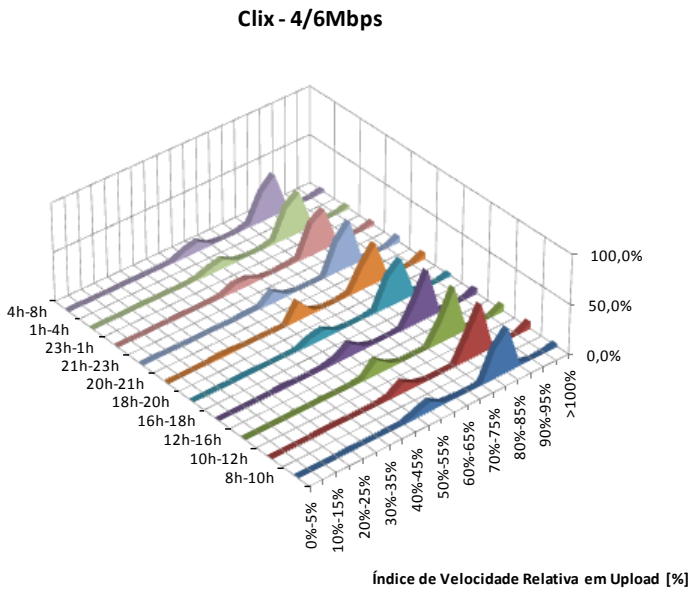


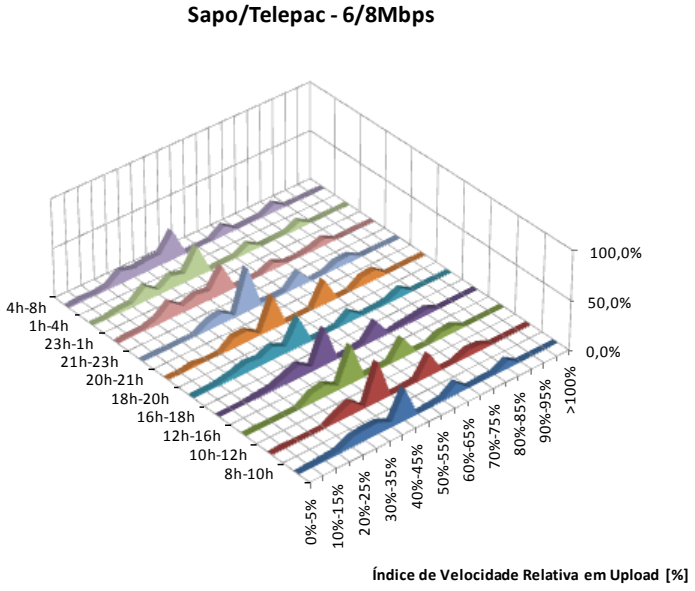
Figura 96 - Distribuição de frequência por categorias do Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Upload* por Operador para o servidor Nacional

As distribuições apresentadas na Figura 97 reflectem uma estabilidade de valores em todos os operadores, à excepção do Sapo, que regista um IVR inferior no período 18h-20h e das 23h às 8h. Este comportamento influencia a média registada e apresentada na Figura 98.

Da Figura 99, conclui-se que nos diversos dias da semana não se registam variações significativas.







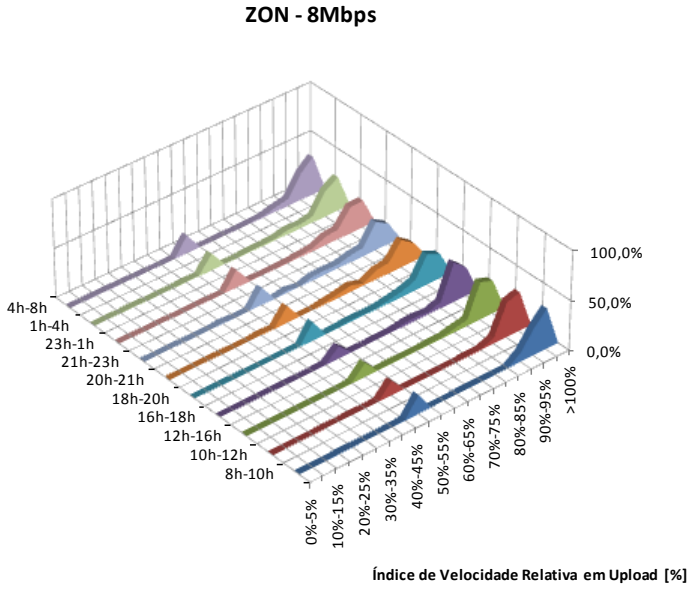


Figura 97 - Distribuição de frequência por Operador, período horário e classe de velocidade em *Upload* do Índice de Velocidade Relativa para o servidor Nacional

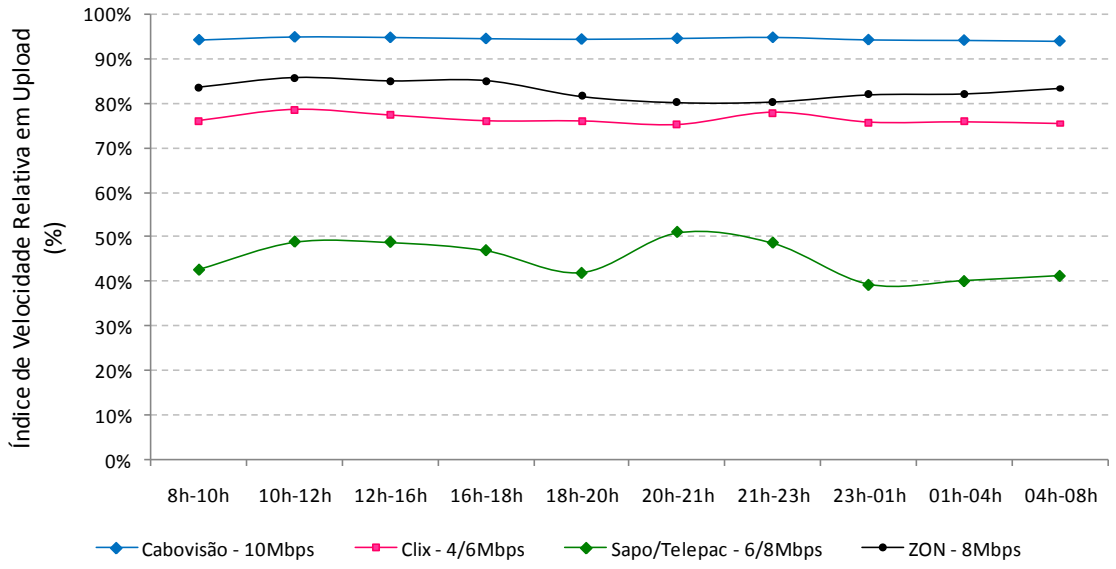


Figura 98 - Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Upload* por Operador e período horário para o servidor Nacional

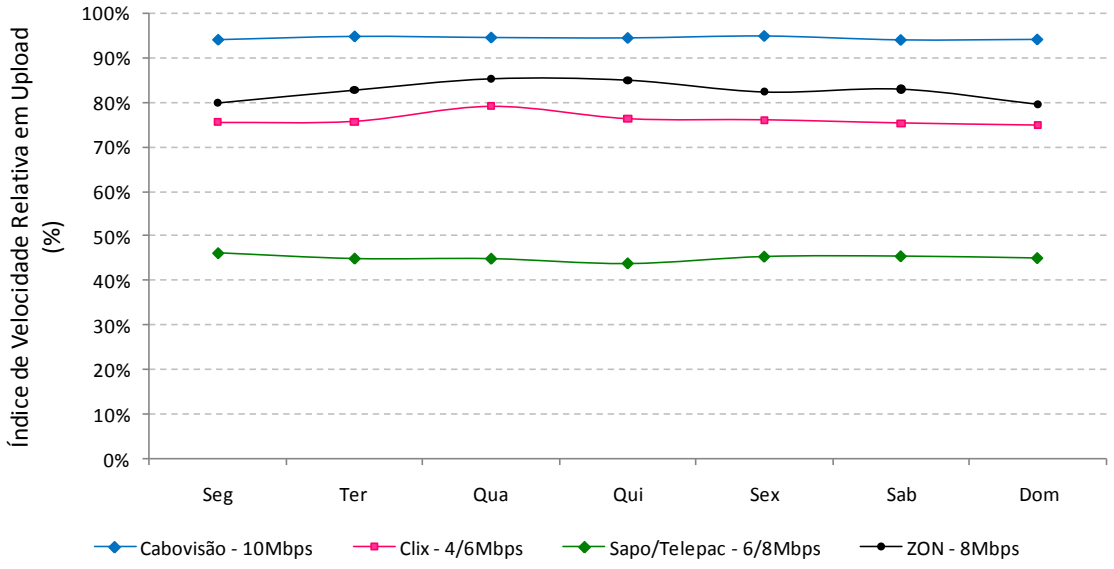


Figura 99 - Índice de Velocidade Relativa de Transferência de Ficheiros em *Upload* por Operador e dia da semana para o servidor Nacional

3.4 Percepção do Utilizador em WEB Browsing

3.4.1 Acessos Móveis 3G

3.4.1 Velocidade em WEB Browsing

A experiência de navegação em páginas de Internet pode diferir bastante da experiência em transferências de ficheiros de dados. A velocidade de transferência em *WEB Browsing*, para além do tempo de carregamento, constitui também um indicador de referência para a percepção do utilizador em navegação na *internet*. O desempenho desta aplicação depende do desempenho individual dos protocolos que estão envolvidos durante o processo de carregamento da página Web. Estes podem ser decompostos em três componentes principais: a resolução do endereço IP (DNS-Domain Name System resolution), o estabelecimento da ligação lógica de transporte (TCP handshake) e o carregamento propriamente dito do conteúdo HTML da página, através do protocolo HTTP. Para todos estes processos existem tempos de demora ou latências associadas que dependem de factores distintos, como o tempo de resposta dos servidores DNS´s, latência de rede e da largura de banda disponível. A soma de todas estas latências, além de corresponder ao tempo total de carregamento da página, entra também no cálculo da velocidade de transferência da mesma.

As velocidades de transferência em *WEB Browsing* apresentadas na Figura 100 mostram resultados opostos em Lisboa e Porto, sendo que, em Lisboa, a Optimus apresenta os valores mais altos e no Porto os mais baixos. A tendência oposta é registada pela Vodafone. A TMN apresenta um comportamento mais homogéneo entre Lisboa e Porto. Para a mesma velocidade de acesso, a prestação desta aplicação tende a piorar quando a rede apresenta valores mais elevados de latência (caso dos destinos mais distantes). Por este motivo, recomenda-se a análise dos resultados conjuntamente com os valores de latência apresentados para os vários destinos, além das velocidades atingidas para transferência de ficheiros, especialmente no *donwlink* (indicador mais próximo da largura de banda efectivamente disponível).

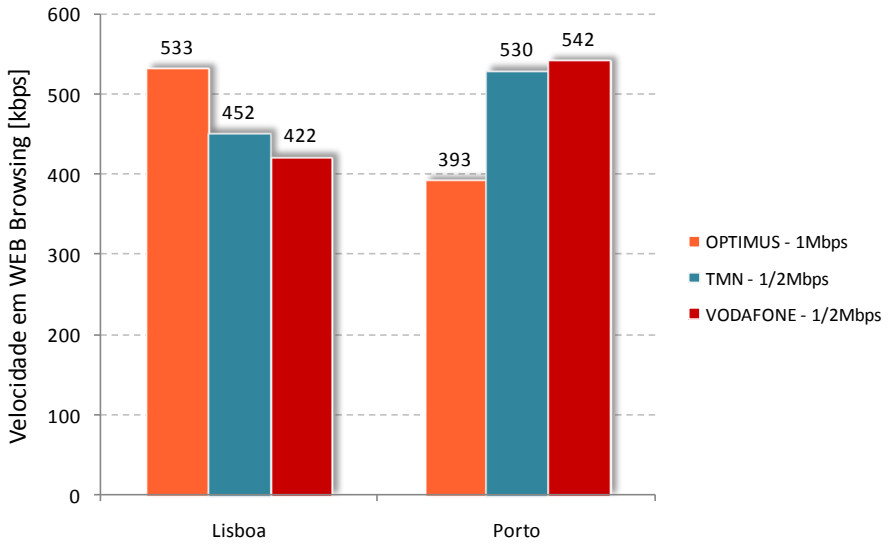


Figura 100 – Velocidade média em WEB Browsing por operador e concelho

Os histogramas abaixo apresentados (Figura 101 e Figura 102) confirmam as médias apresentadas anteriormente. Em termos de dispersão, verifica-se que não existe uma classe de velocidades que se evidencie claramente das restantes, devendo destacar-se uma concentração de valores entre 200-600kbps, para a Vodafone e 200-700kbps, para a Optimus e TMN, no concelho de Lisboa. No Porto, os intervalos com maior número de observações estão situados, para a Vodafone e TMN, em 200-800kbps e 300-800kbps, respectivamente.

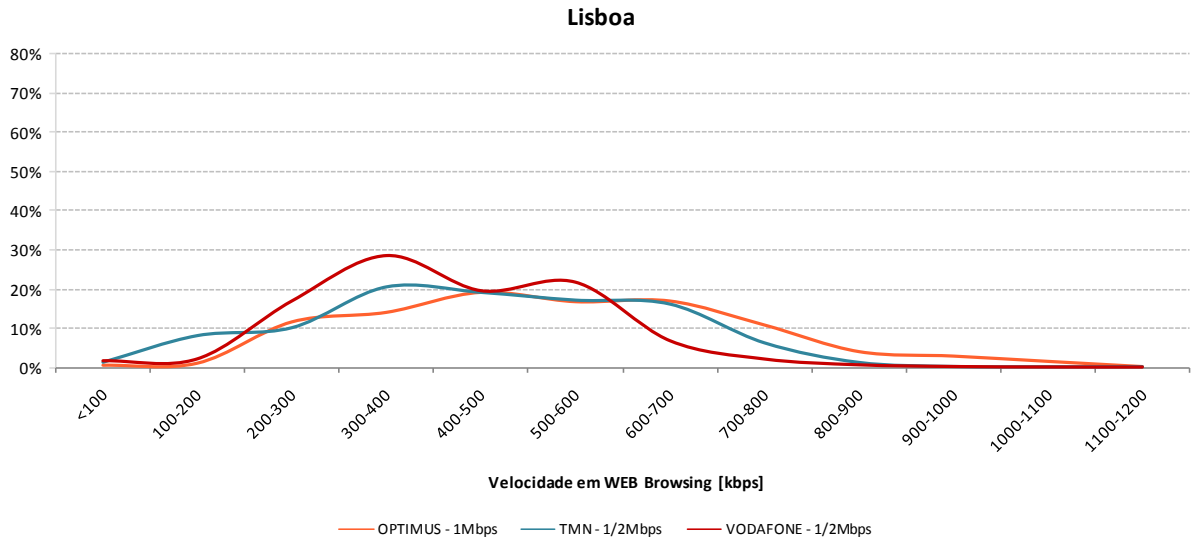


Figura 101 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho de Lisboa

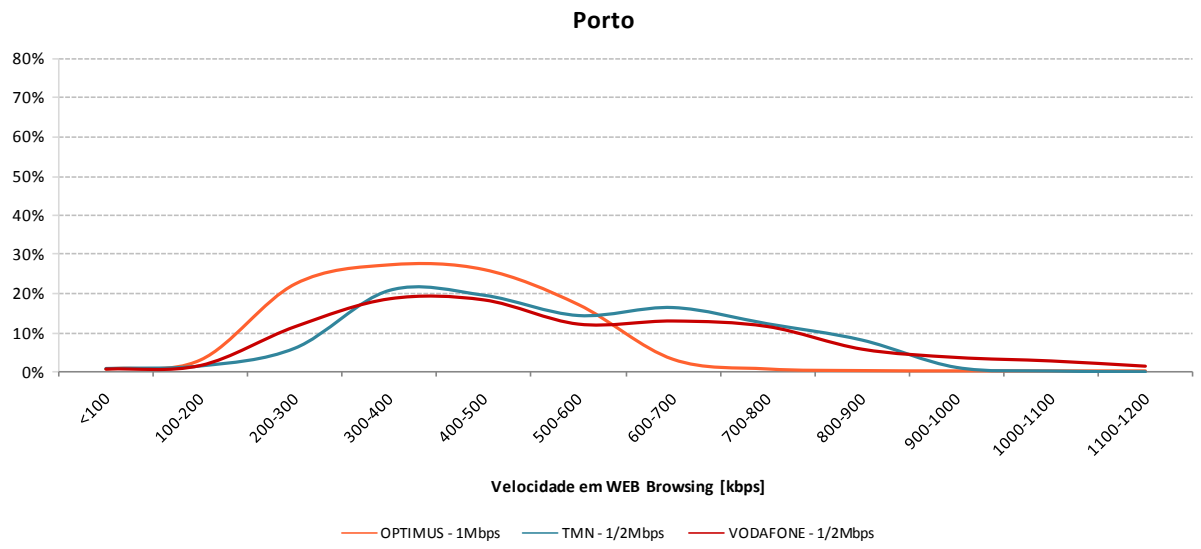


Figura 102 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho do Porto

As distribuições de velocidade em Web Browsing, presentes na Figura 103 e Figura 104, demonstram um decréscimo ligeiro das distribuições ao longo do dia, em ambos os concelhos, para os três operadores, das 22h às 00h. Facto que se deve, provavelmente, ao decréscimo da velocidade de transferência registada em 3.2.1.1, no mesmo horário, visto que a latência regista variações pouco significativas ao longo do dia. O impacto nos tempos de *download* de página pode ser verificado na secção seguinte.

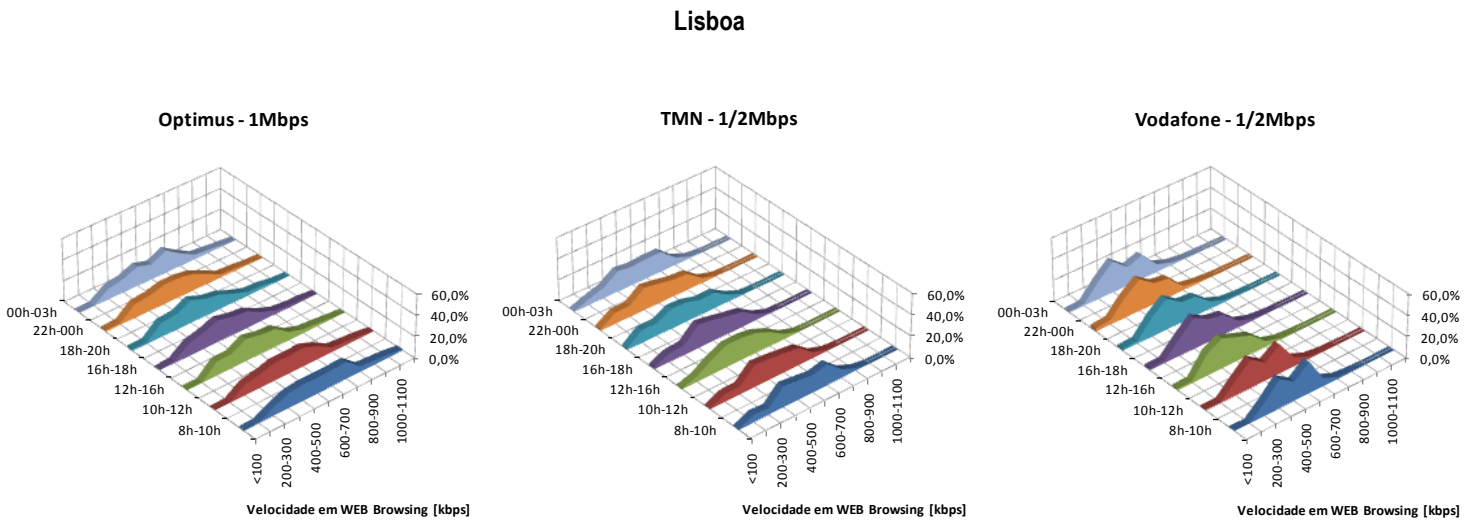


Figura 103 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho de Lisboa

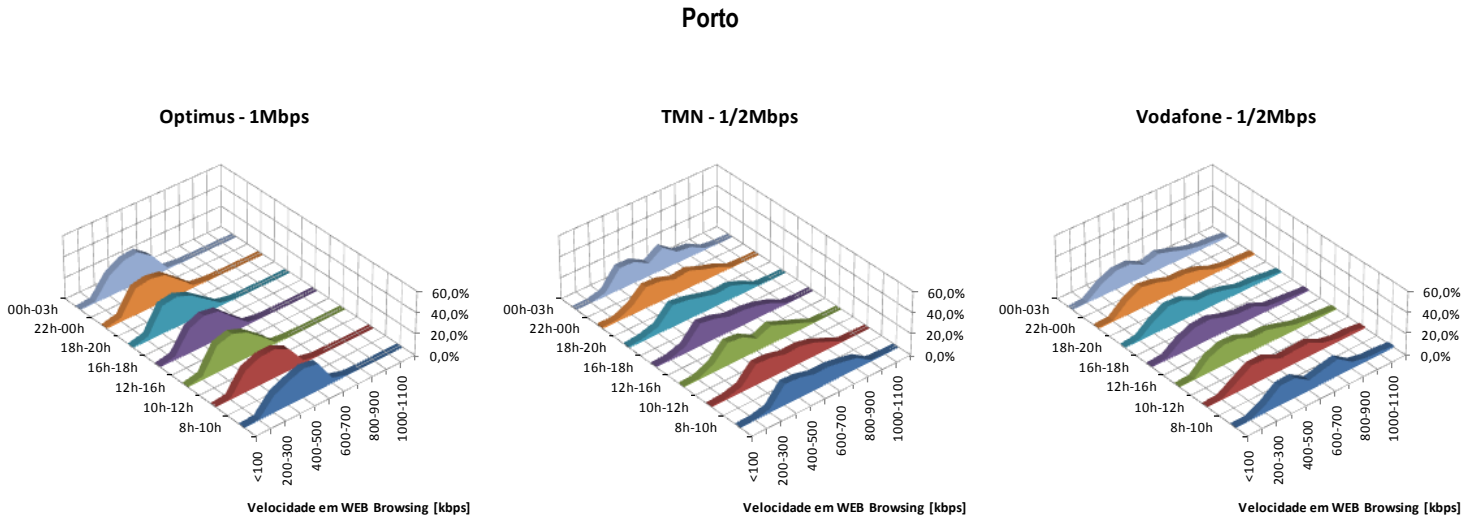


Figura 104 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho do Porto

Ao longo da semana, o comportamento dos três operadores é relativamente constante. O padrão de distribuição ao longo do dia mantém-se pouco inalterado em ambos os concelhos, para a TMN (ver Figura 105 e Figura 106).

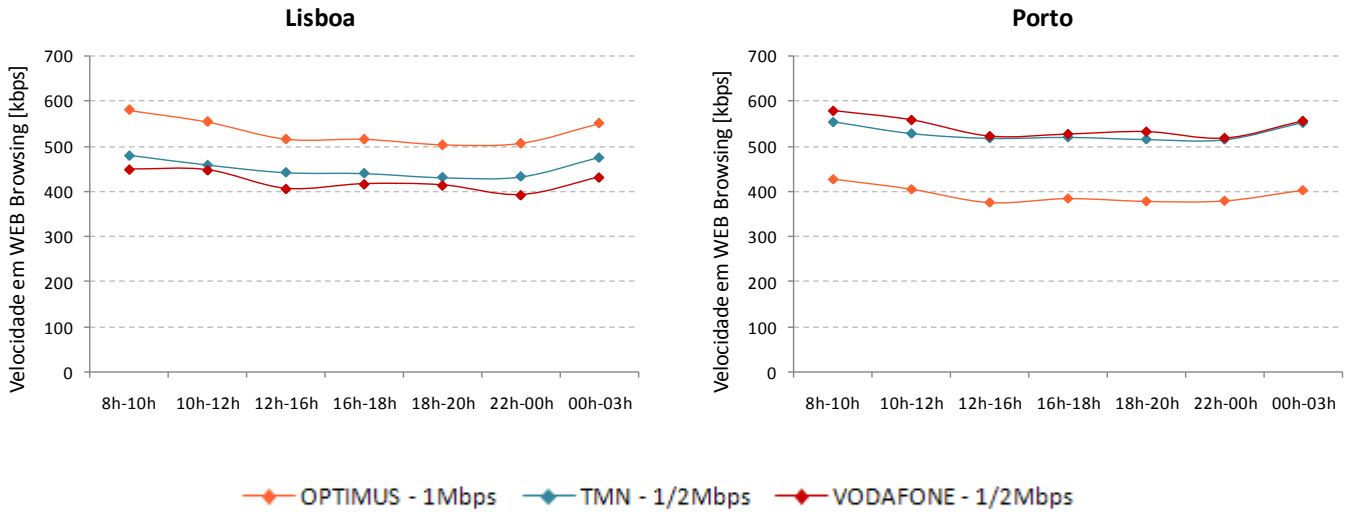


Figura 105 – Velocidade média em WEB Browsing por operador, período horário e concelho

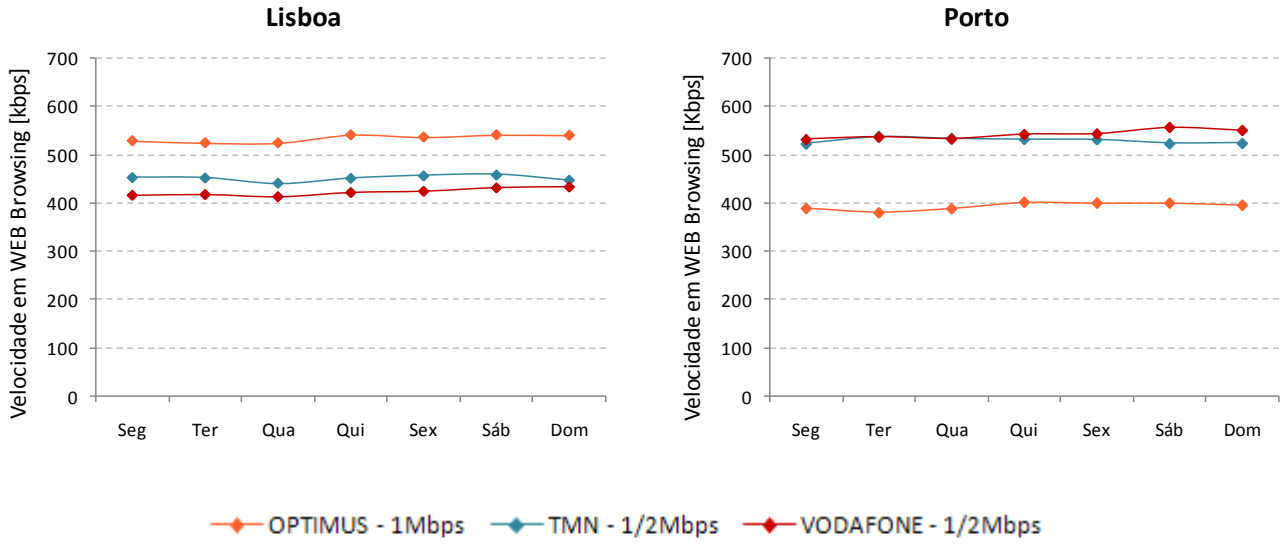


Figura 106 - Velocidade média em WEB Browsing por operador, dia da semana e concelho

As médias de velocidade em *Web Browsing* variam consoante a localização da página de Internet e a velocidade de acesso disponível, entre outros aspectos, como já foi referido. Assim sendo, foram registados os valores, em média, mais elevados por operador para a página de Internet alojada no servidor da FCCN, seguidos pelos servidores localizados no Reino Unido e nos Estados Unidos. O valor mais baixo é registado para o servidor USA2 localizado na costa Oeste dos Estados Unidos em Seattle.

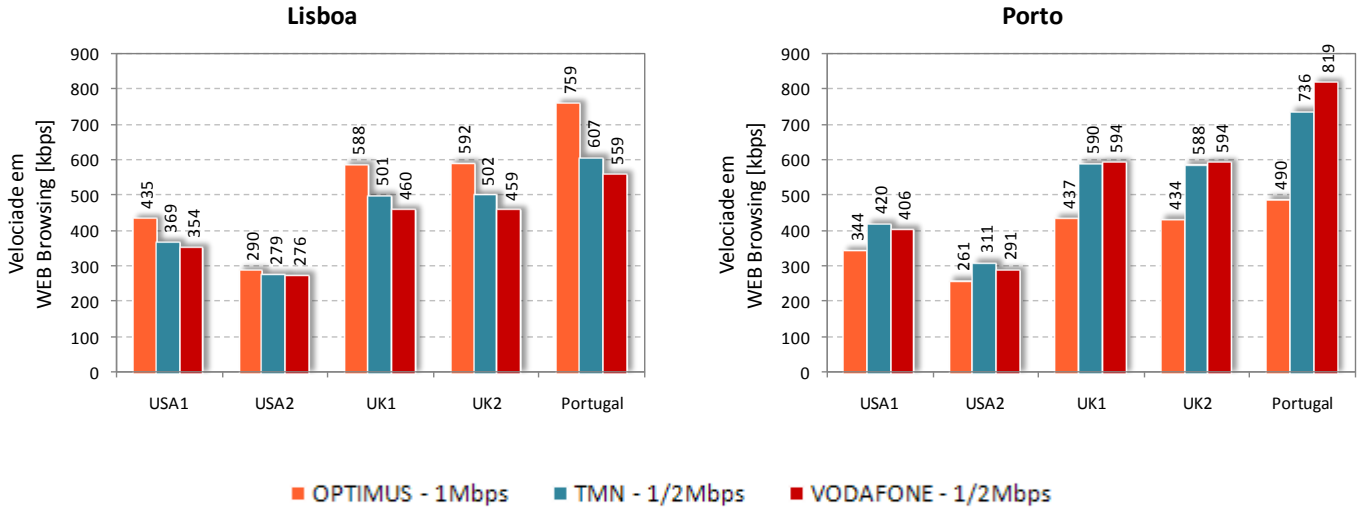


Figura 107 - Velocidade média em WEB Browsing por operador, servidor e concelho

Analisando a distribuição de frequência de velocidade em *WEB Browsing,* por concelho, para o servidor nacional, presente na Figura 108 e Figura 109, verifica-se que a Optimus apresenta a maior dispersão de valores em Lisboa e a menor no Porto, sendo que em Lisboa apresenta as maiores velocidades e no Porto as menores, facto que poderá estar relacionado com a elevada latência, registada neste operador, para este concelho.

A Vodafone apresenta uma dispersão significativa no concelho do Porto, sendo também neste concelho onde apresenta, em média, a velocidade mais elevada e também o melhor resultado global do estudo, a nível de velocidade em *WEB Browsing*, facto que poderá relacionar-se com os baixos valores de latência registados, associados a uma maior largura de banda disponível (registada em 3.2.1.1).

A TMN regista uma dispersão semelhante nos dois concelhos, apresentado, no entanto, velocidades médias no concelho do Porto mais elevadas do que em Lisboa.

Da comparação entre as distribuições dos valores médios para todos os destinos (Figura 108 e Figura 109) e as distribuições apenas para o servidor nacional (Figura 101 e Figura 102), é possível inferir que os acessos internacionais são, de facto, os responsáveis pela maior dispersão de resultados, desviando, simultaneamente, a concentração das medidas efectuadas para valores mais baixos.

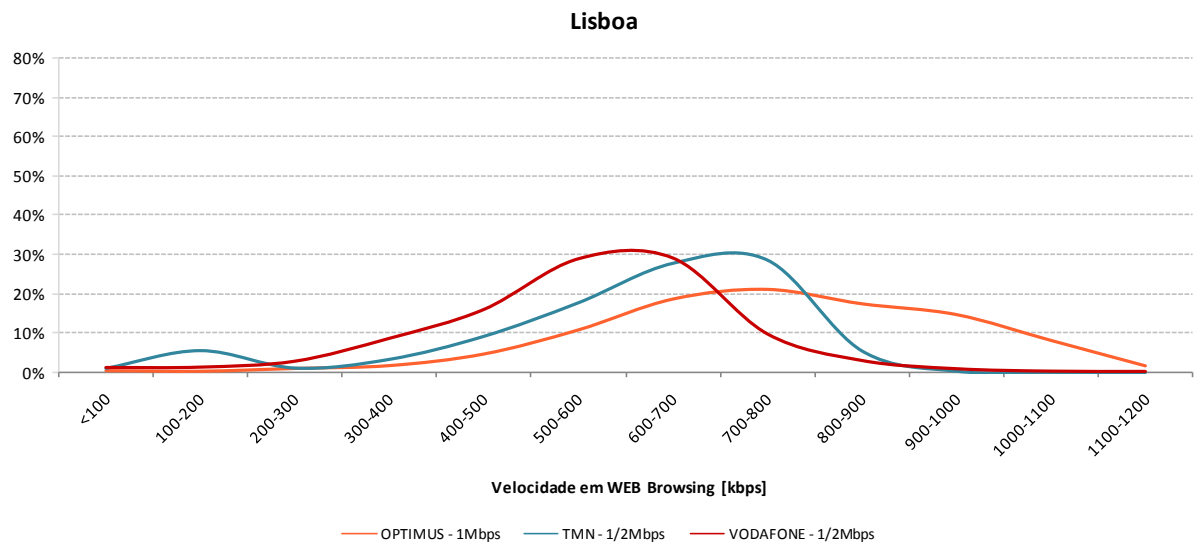


Figura 108 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

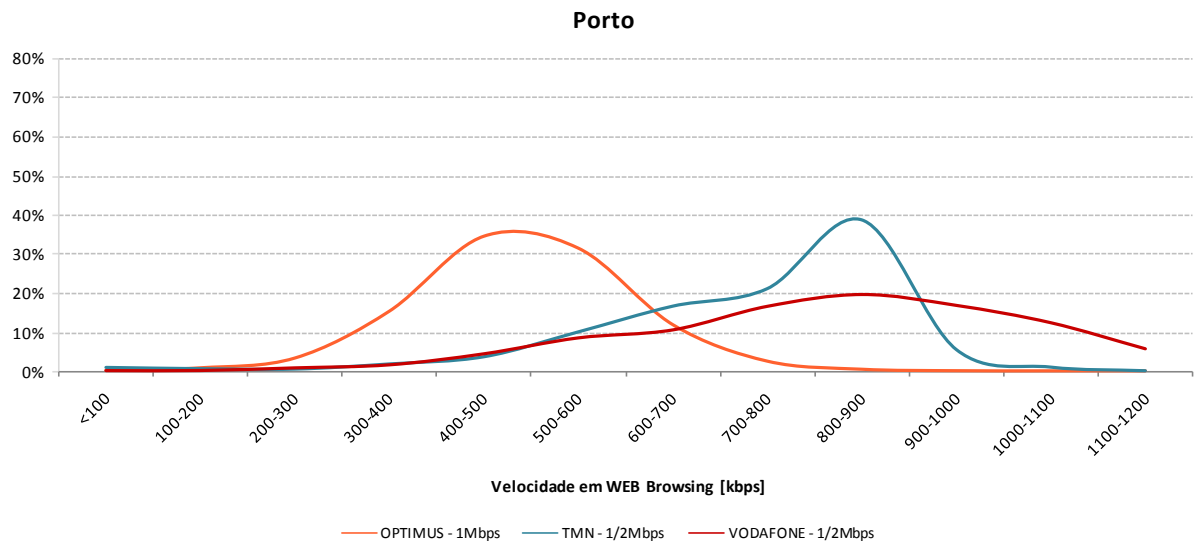


Figura 109 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing para o concelho do Porto para o servidor Nacional

3.4.2 Tempo de *Download* de página em WEB Browsing

Os tempos de *download* de página em Web Browsing são, regra geral, mais perceptíveis para o utilizador final, uma vez que representam o tempo de espera para a visualização total da página pretendida. Este indicador está relacionado com o apresentado anteriormente, no âmbito da velocidade de *download* de página em Web Browsing.

De acordo com a Figura 110, apesar das diferenças verificadas em termos de velocidade de transferência para a página WEB padrão, a Optimus apresenta um registo médio de 1,7 segundos em Lisboa, obtendo o tempo mais reduzido do conjunto dos três operadores neste concelho. No Porto, verifica-se o oposto, com a Optimus a registar o valor médio de 2,05 segundos. A TMN e Vodafone apresentam também diferenças para Lisboa e Porto, tendo, no entanto, valores muito semelhantes entre si nas duas cidades.

Em geral, para a página WEB padrão, as diferenças máximas de tempo representam cerca de 0,4 segundos, não se afigurando percepcionáveis na experiência de utilização.

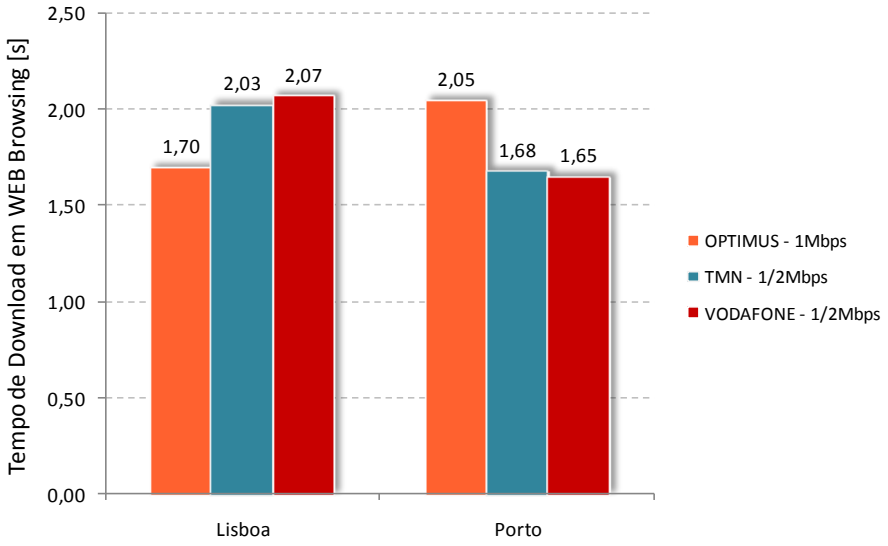


Figura 110 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador e concelho

Como se verifica nas distribuições abaixo (Figura 111 e Figura 103), para as duas cidades em teste, a Vodafone e a TMN apresentam valores de tempo de *download* muito semelhantes, embora a TMN para Lisboa evidencie cerca de 4% das medidas no intervalo dos 5-6 segundos, valor este que se posiciona acima do limiar do desconforto percepcionado (4 segundos). Ainda assim, a maior diferença é verificada para a Optimus na cidade do Porto, com uma dispersão mais elevada que em Lisboa e, mesmo face aos concorrentes, evidenciando alguns registos de tempos de *download* no intervalo dos 4-5 segundos.

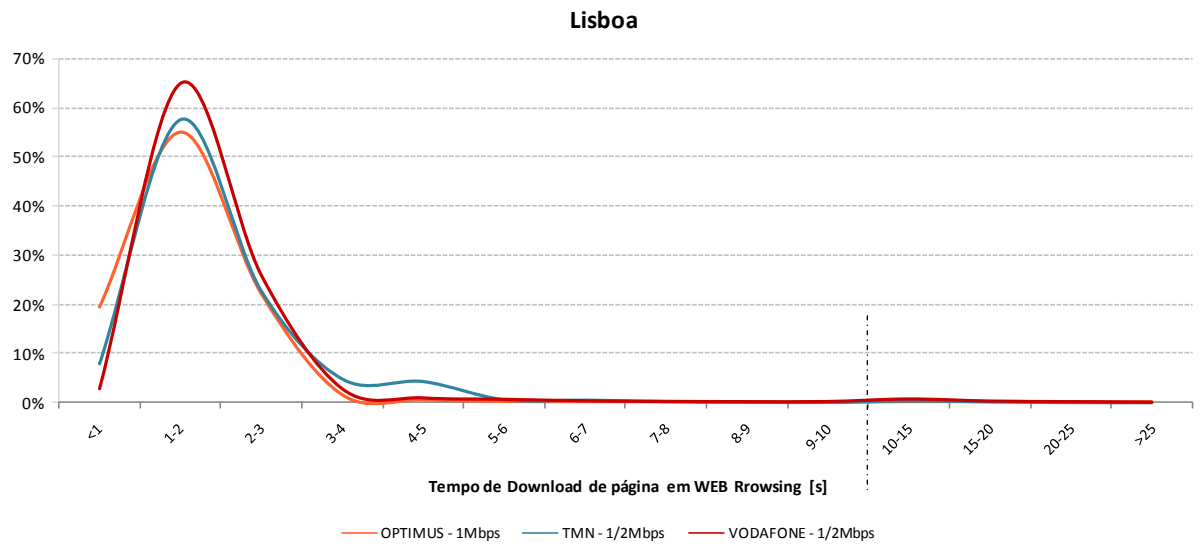


Figura 111 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho de Lisboa

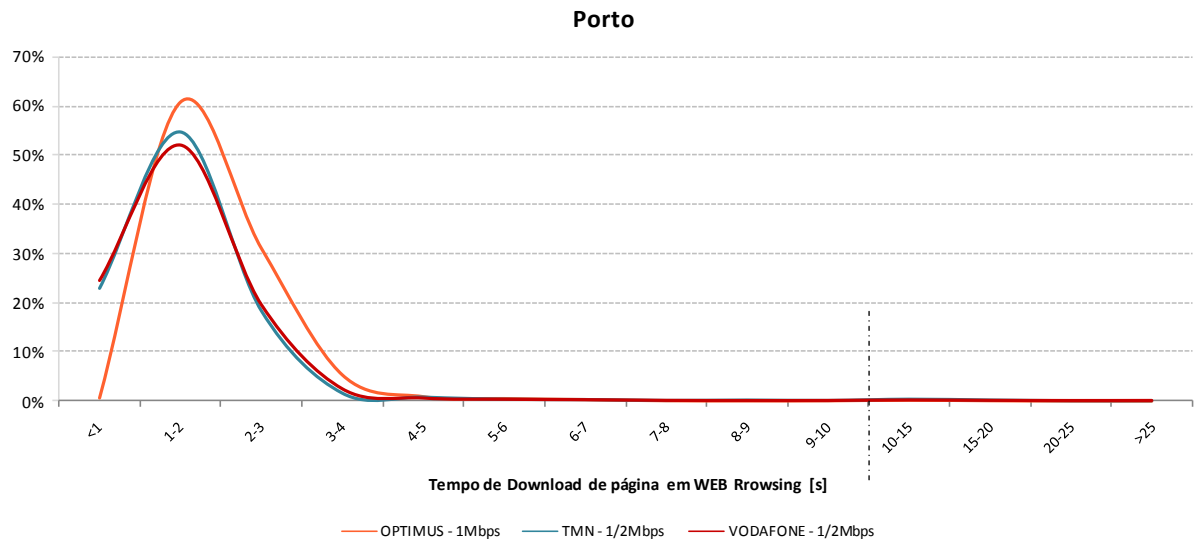


Figura 112 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho do Porto

O tempo de transferência varia ao longo do dia. As maiores variações verificaram-se para a Vodafone, em Lisboa, com uma diferença de 0,6 segundos entre o período mais rápido e o mais lento na transferência da página; e de 0,4 segundos, no caso da Optimus. Trata-se, todavia, de diferenças imperceptíveis para a experiência final do utilizador (Figura 115). A mesma conclusão pode ser extraída ao longo da semana (Figura 116).

Lisboa

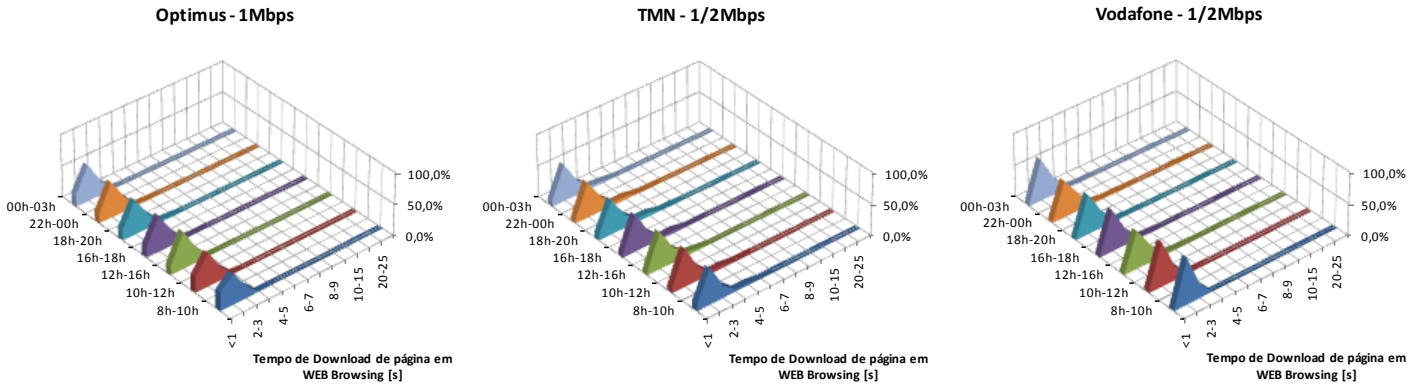


Figura 113 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho de Lisboa

Porto

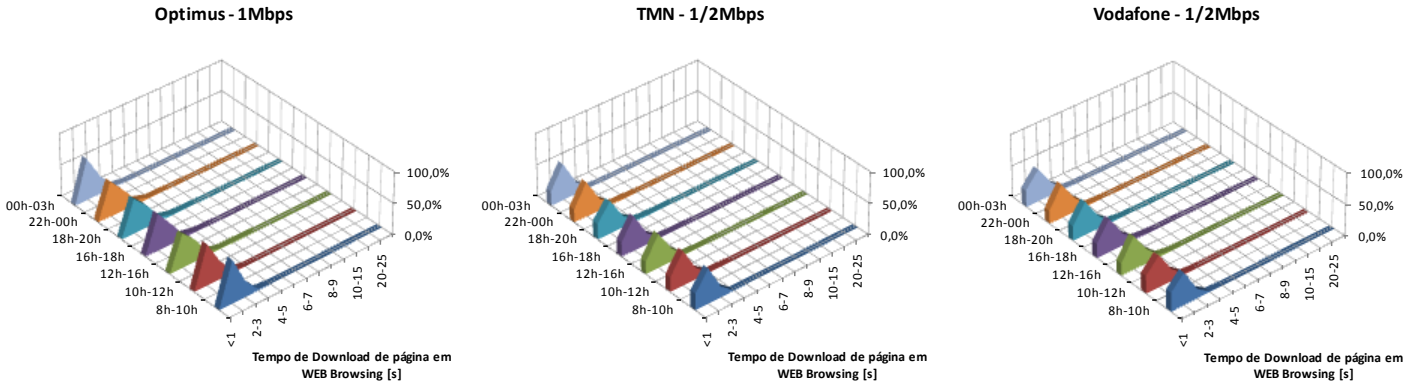


Figura 114 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho do Porto

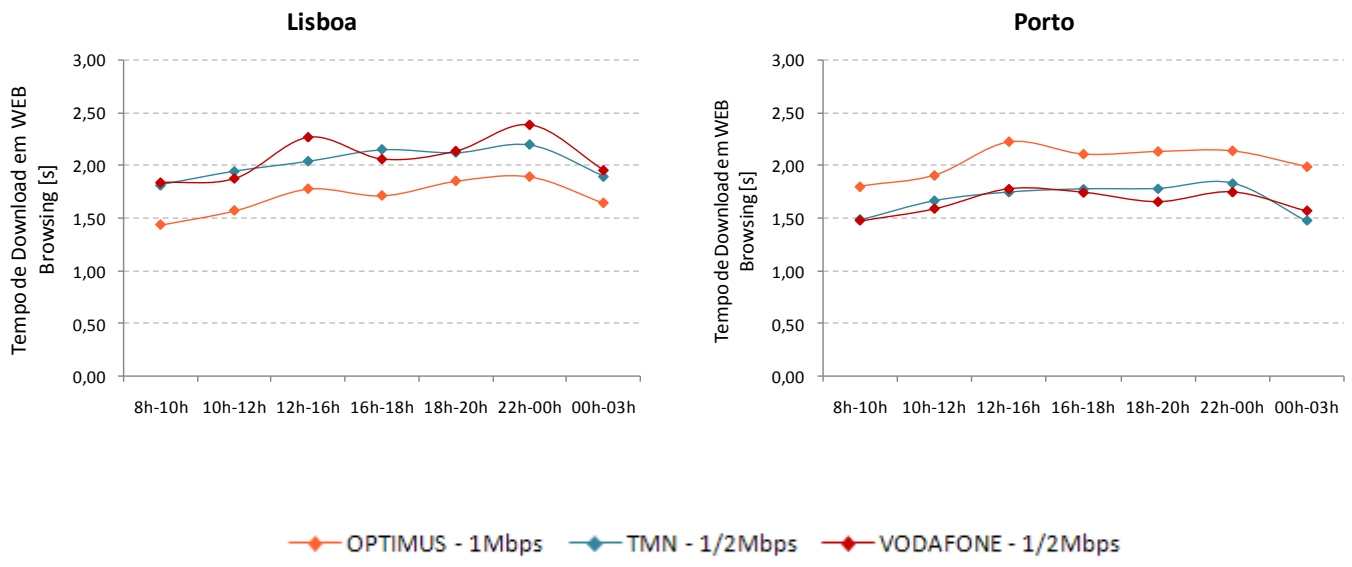


Figura 115 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador, período horário e concelho

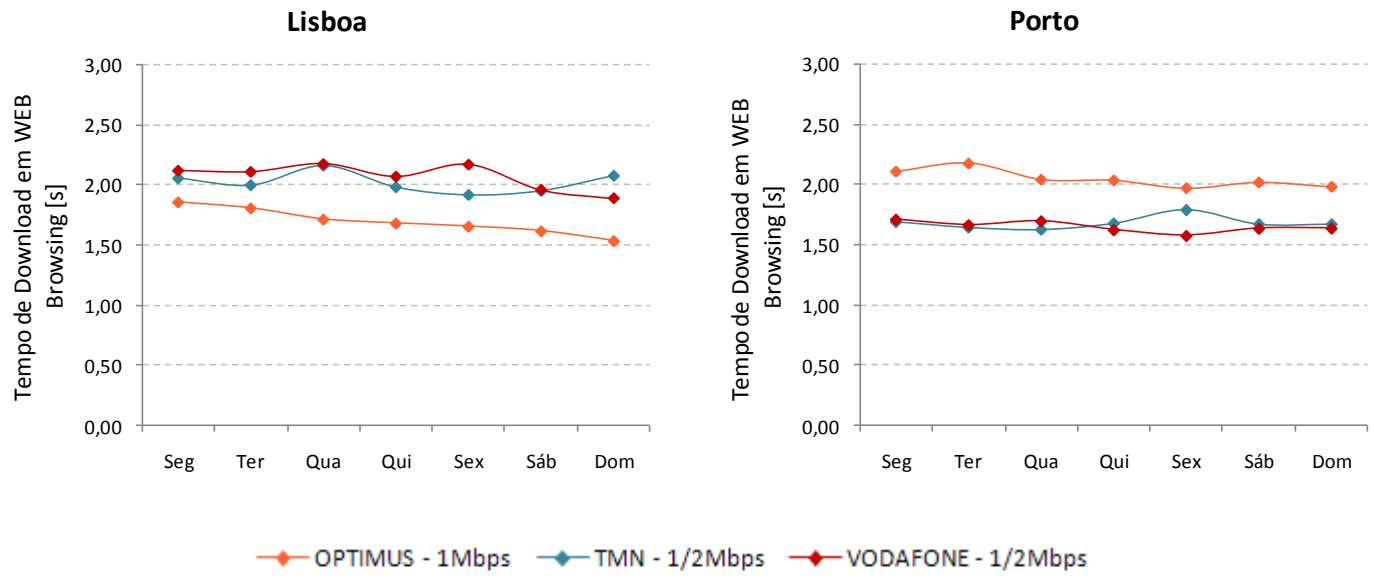


Figura 116 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador, dia da semana e concelho

Como verificado na velocidade de *download* de página em Web Browsing, os tempos de *download* da página padrão apresentam valores médios mais elevados para os servidores localizados nos Estados Unidos (ver Figura 117), facto que poderá dever-se à maior latência para estes servidores, associada aos constrangimentos de largura de banda nos acessos internacionais.

Como exemplo, um utilizador da Vodafone no Porto, espera, em média 1,04 segundos para visualizar totalmente a página Internet de teste alojada na FCCN, ao passo que, a mesma página alojada no servidor USA2 em Seattle, demora 2,61 segundos (em média) a descarregar totalmente, ou seja, mais de 1,6 segundos. Ainda neste concelho, todos os operadores registam um comportamento semelhante ao descrito anteriormente.

Relativamente aos acessos ao servidor nacional, no concelho de Lisboa, a Vodafone e a TMN apresentam valores semelhantes, aproximadamente 1,6 segundos. Ainda neste concelho a Optimus consegue o menor tempo com 1,17 segundos.

A situação inverte-se para a Optimus no concelho do Porto, onde apresenta o tempo mais elevado. A Vodafone consegue o melhor resultado neste concelho com o tempo de download médio de 1,04 segundos.

A mesma ordenação por concelho é válida para os restantes servidores, com excepção das ligações aos Estados Unidos no concelho do Porto, onde a TMN obtém os melhores resultados, embora a diferença seja marginal.

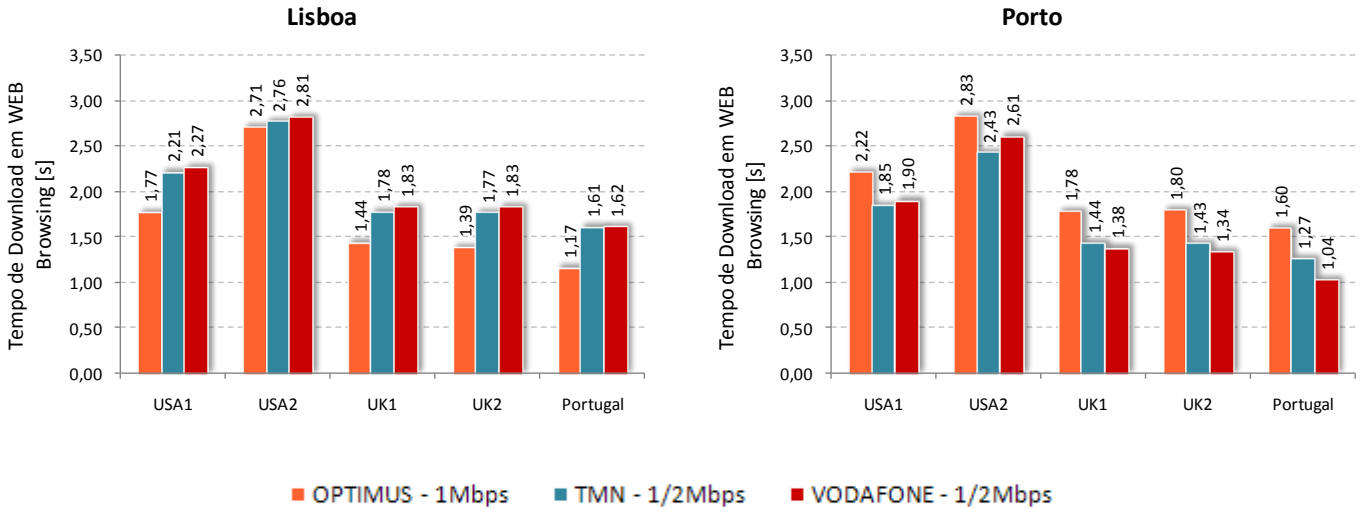


Figura 117 – Tempo médio de *Download* de página em WEB Browsing por operador, servidor e concelho

Através da análise da Figura 118 e da Figura 119, para os operadores com maiores tempos de download de página, em Lisboa e no Porto, que são respectivamente a Vodafone e a Optimus, é possível verificar que quase todas as observações estão concentradas acima de 1 segundo.

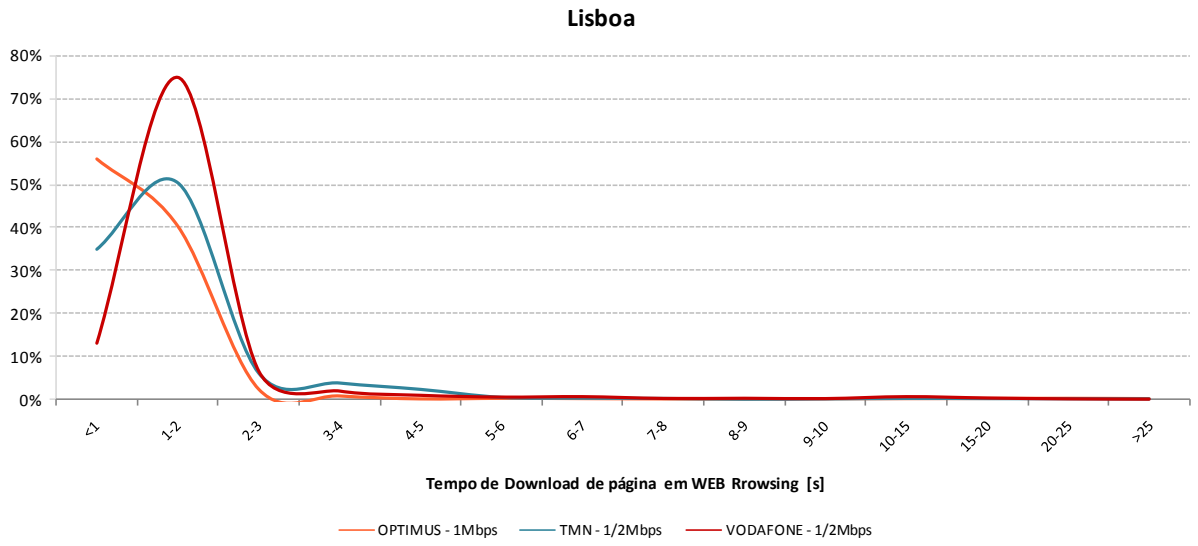


Figura 118 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

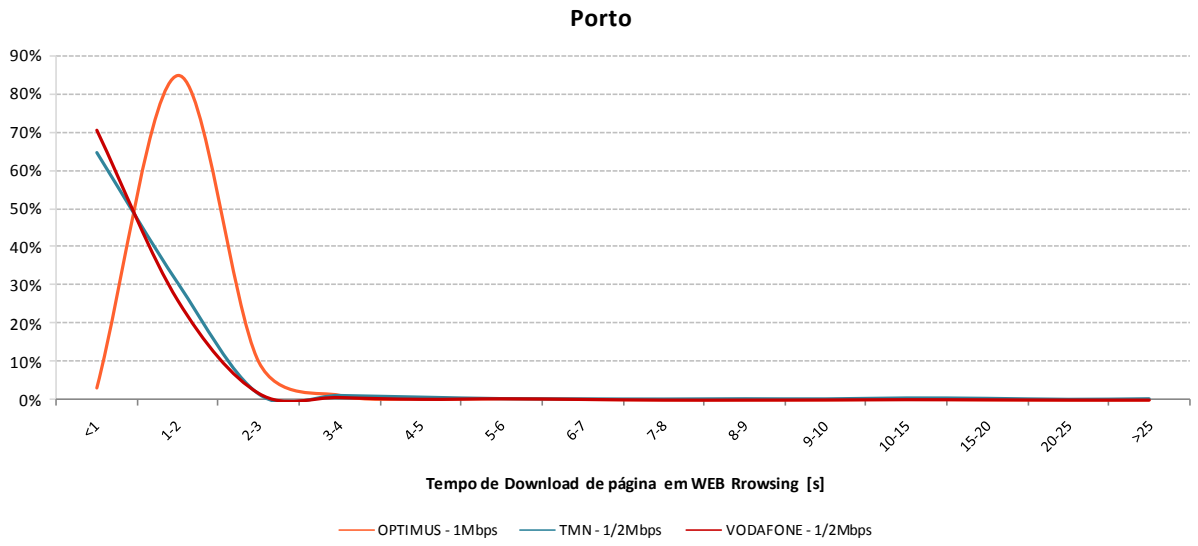


Figura 119 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o concelho do Porto para o servidor Nacional

3.4.2 Acessos Fixos

3.4.2.1. Velocidade em WEB Browsing

As velocidades médias de transferência médias em *WEB Browsing*, presentes na Figura 120, mostram resultados consistentes com a velocidade máxima anunciada por cada um dos tarifários, ou seja, os que disponibilizam velocidades mais elevadas permitem igualmente velocidades em *WEB Browsing* superiores.

A velocidade em *WEB Browsing* não deve ser comparada, no entanto, com a velocidade máxima anunciada, dado que o tipo de aplicação usada para *WEB Browsing* não permite explorar a totalidade da velocidade teórica disponibilizada.

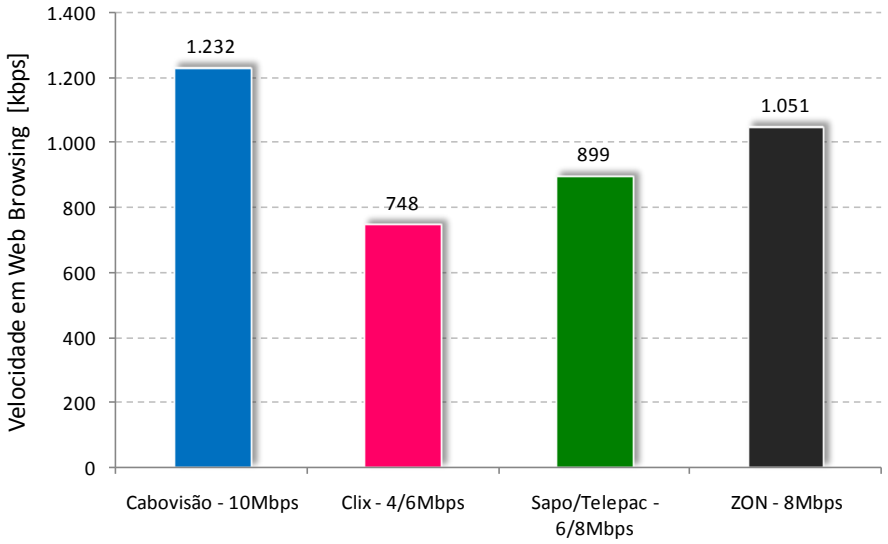


Figura 120 – Velocidade média em WEB Browsing por operador

Analisando a Figura 121 referente à dispersão de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing, verifica-se que a maior parte dos acessos apresentam registos nas gamas de velocidade entre os 250 e os 1750Kbps. Os valores mais baixos são devidos aos acessos aos Estados Unidos, com especial influência do servidor localizado na costa Oeste. Os valores em torno da gama 750-1000kbps referem-se maioritariamente aos acessos aos servidores no UK e o restante da distribuição, até aos valores mais elevados, refere-se aos acessos ao servidor nacional, onde se observa uma maior variabilidade de velocidades experimentadas entre operadores. O padrão de concentração, bastante aproximado para todos os operadores nas velocidades mais baixas,

confirma que existe convergência dos valores de velocidade de *WEB browsing* para os servidores posicionados nos Estados Unidos, conforme pode ser confirmado através do visionamento das médias por servidor de destino, presentes na Figura 125.

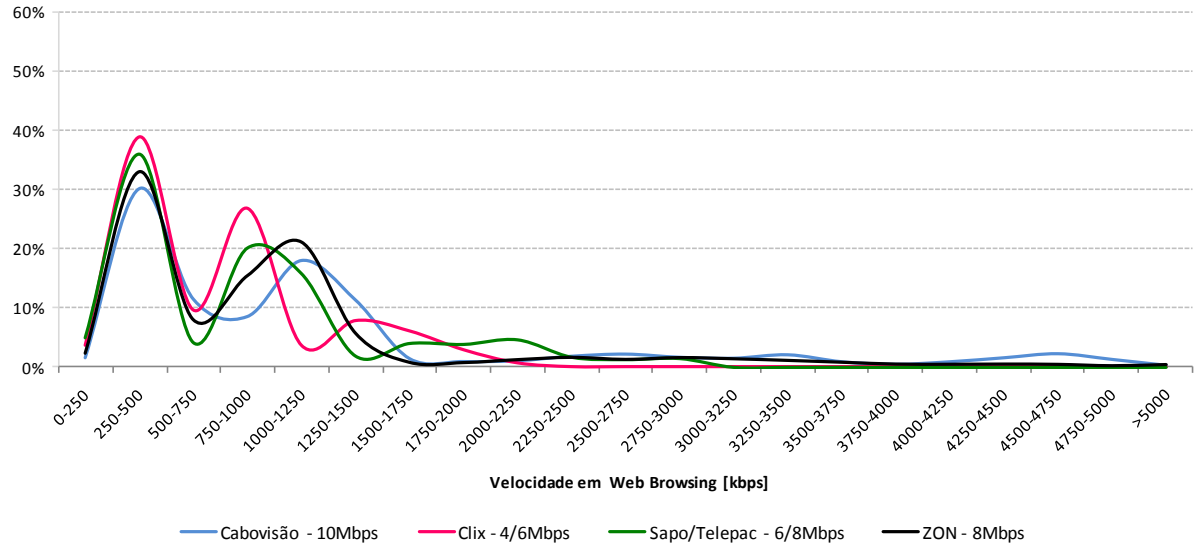
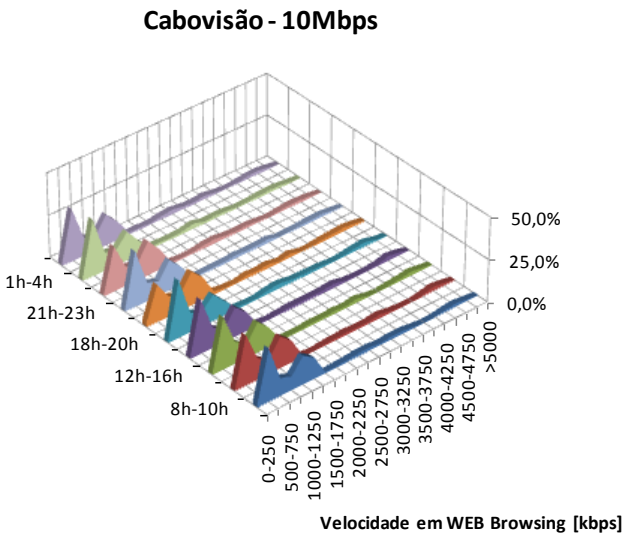
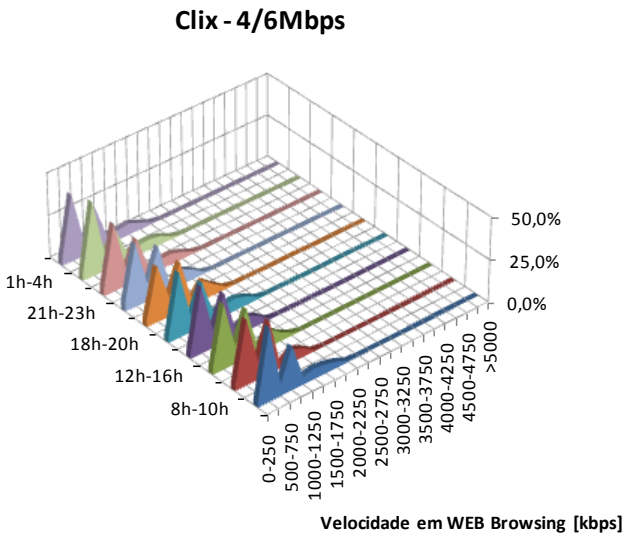


Figura 121 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing





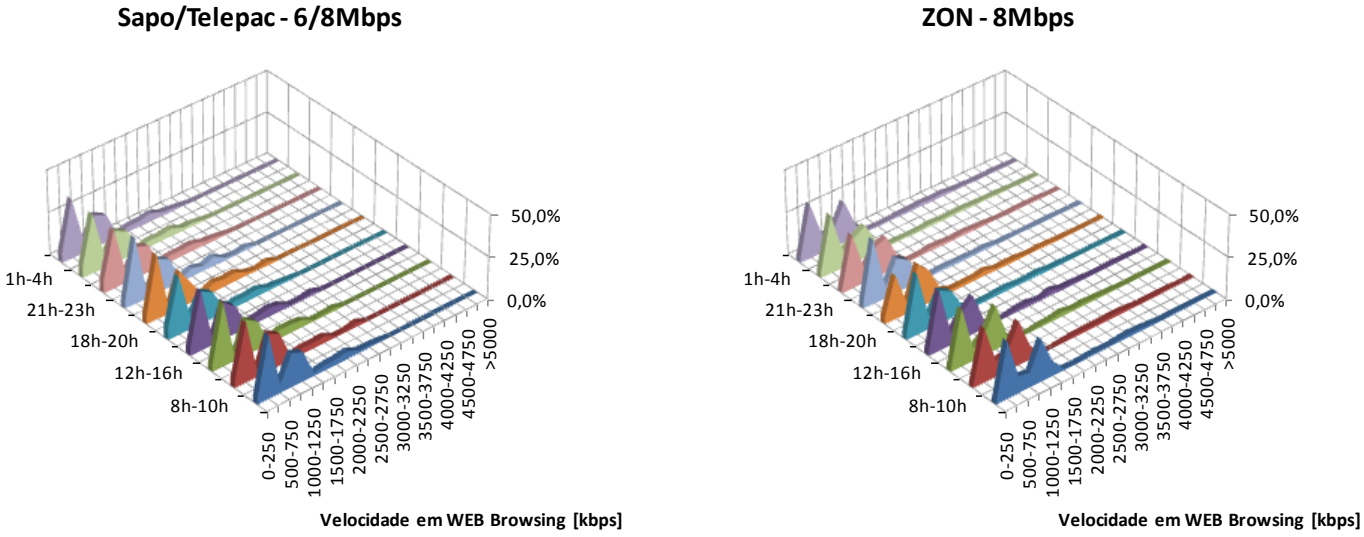


Figura 122 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de velocidade em WEB Browsing

Não se verificam diferenças significativas de velocidade em *WEB Browsing,* quer ao longo do dia quer ao longo da semana, para nenhum dos operadores. É de notar um valor praticamente constante para o Sapo (ver Figura 123 e Figura 124).

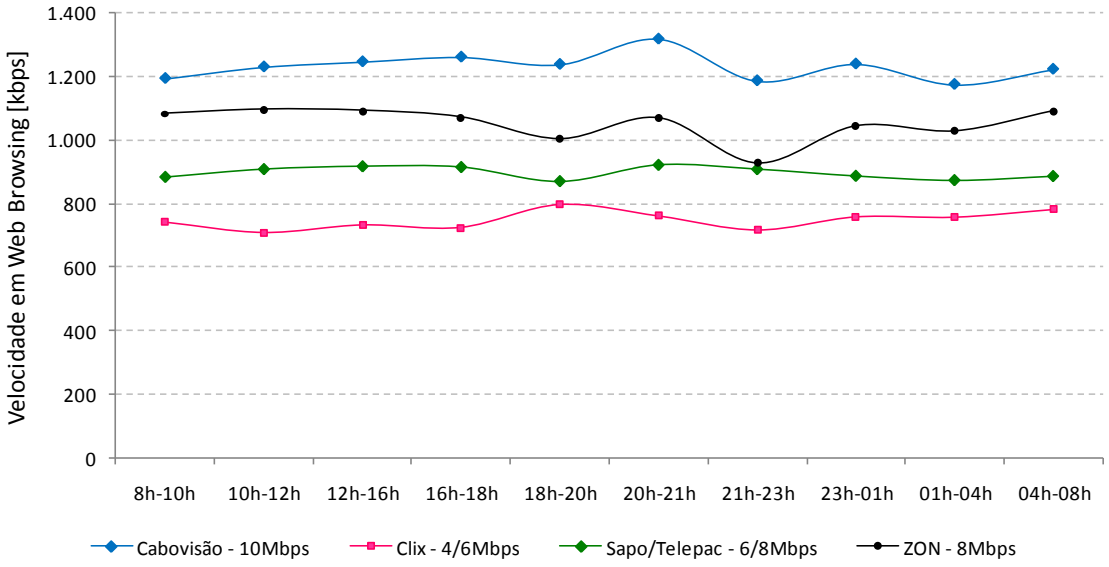


Figura 123 – Velocidade média em WEB Browsing por operador e período horário

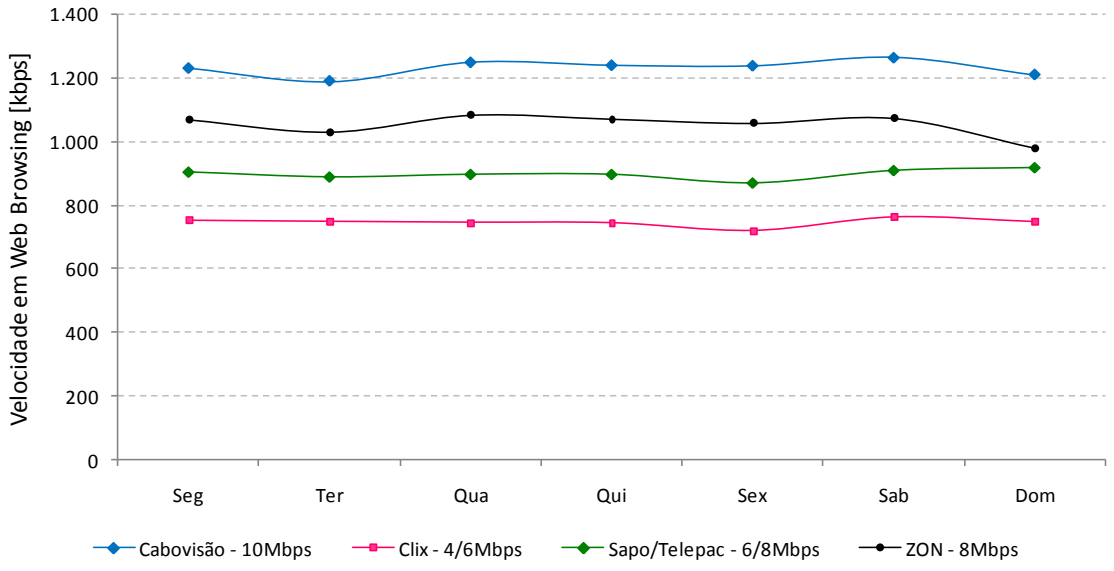


Figura 124 - Velocidade média em WEB Browsing por operador e dia da semana

Na Figura 125 verifica-se que as velocidades mais elevadas são atingidas quando a página WEB está alojada no servidor Nacional, à semelhança do acesso móvel. De notar que as diferenças entre operadores se reduzem para os servidores internacionais, com maior incidência nos servidores dos Estados Unidos, em que todos os operadores apresentam velocidades em *WEB Browsing* muito semelhantes.

Para o servidor nacional, a diferença de valores medidos confirma a diferença de velocidades máximas dos respectivos tarifários

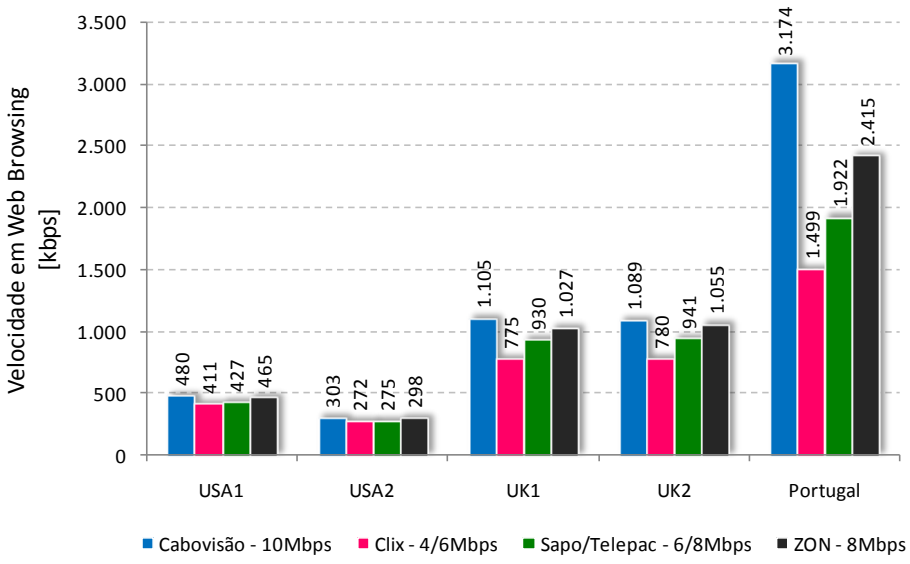


Figura 125 - Velocidade média em WEB Browsing por operador e servidor

Em termos de distribuição de velocidade em *WEB browsing* para o servidor nacional, verificam-se comportamentos diferenciados entre os operadores. O Clix apresenta cerca de 40% das medidas num intervalo bem definido (1250 - 2250 Kbps). Os restantes operadores apresentam dispersões significativas, verificando-se alguma predominância para o Sapo no intervalo 1750-2500 Kbps. Os operadores Cabovisão e ZON, de tecnologia semelhante, são os que apresentam maior dispersão.

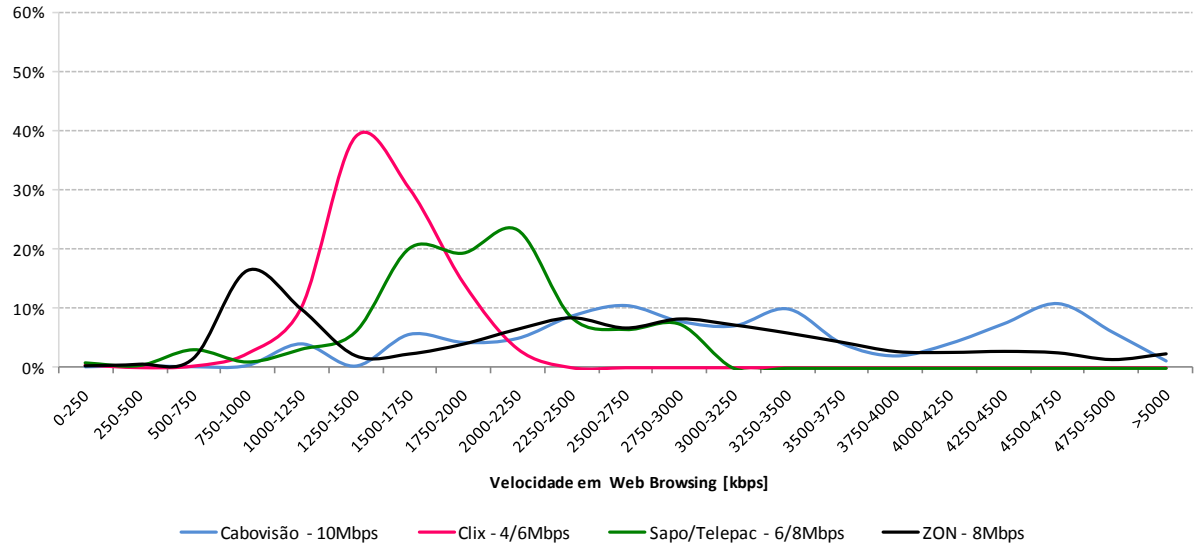


Figura 126 - Distribuição de frequência por operador e classe de velocidade em WEB Browsing para o servidor Nacional

3.4.2.2. Tempo de *Download* de página em Web Browsing

Considerando o tempo de *download* em *Web Browsing*, as diferenças entre os operadores fixos não são significativas, variando no máximo 0,23 segundos, à semelhança do serviço móvel, como se pode observar na Figura 120.

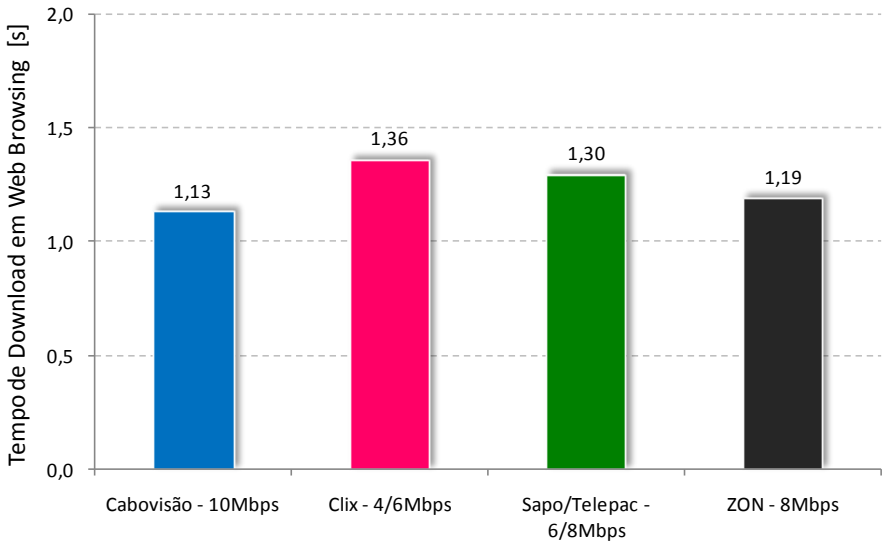


Figura 127 - Tempo médio de *Download* de página em Web Browsing por operador

Analisando a distribuição das observações por intervalos de duração presente na Figura 128, conclui-se que cerca de 40% das observações, para todos os operadores, se concentra entre 0.5 e 1 segundo.

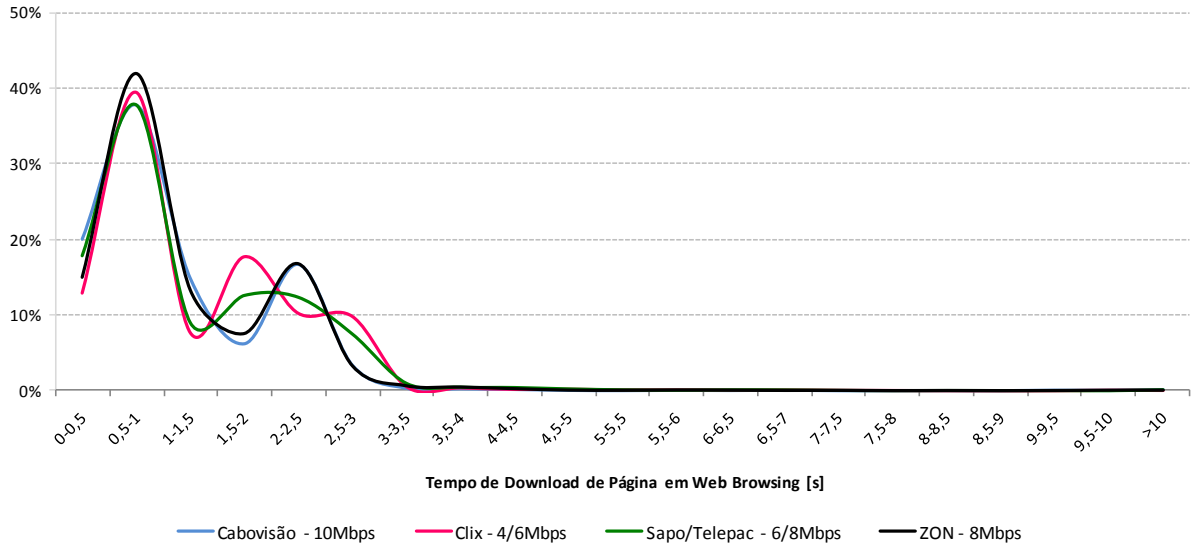


Figura 128 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing

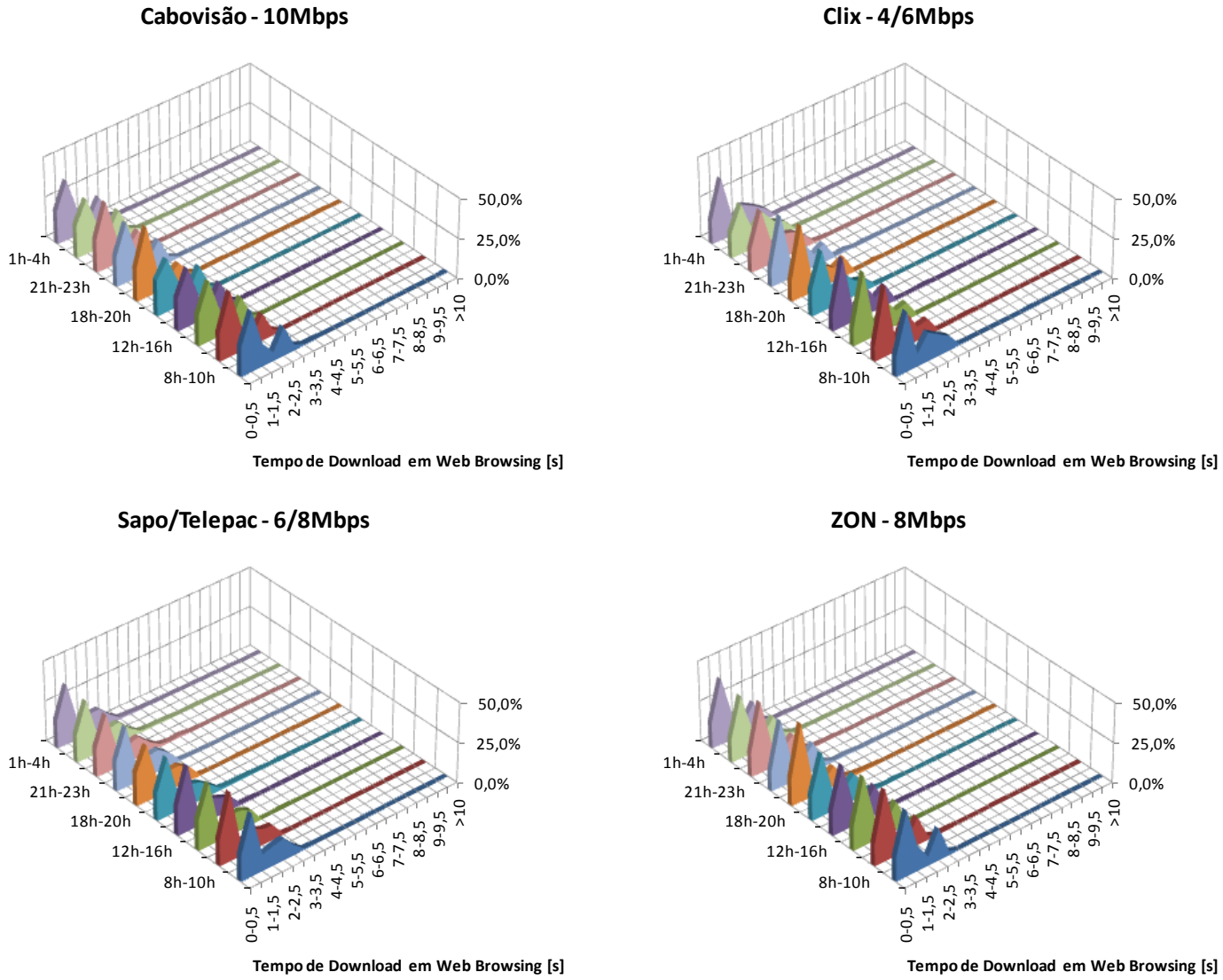


Figura 129 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Tempo de *Download* em Web Browsing

De acordo com a Figura 130 e Figura 131, e relativamente ao comportamento por período do dia e dia da semana, apesar de se observarem algumas oscilações as diferenças absolutas de tempo não são percepcionadas pelo utilizador. A variação máxima é de 0,2 segundos e ocorre na Cabovisão.

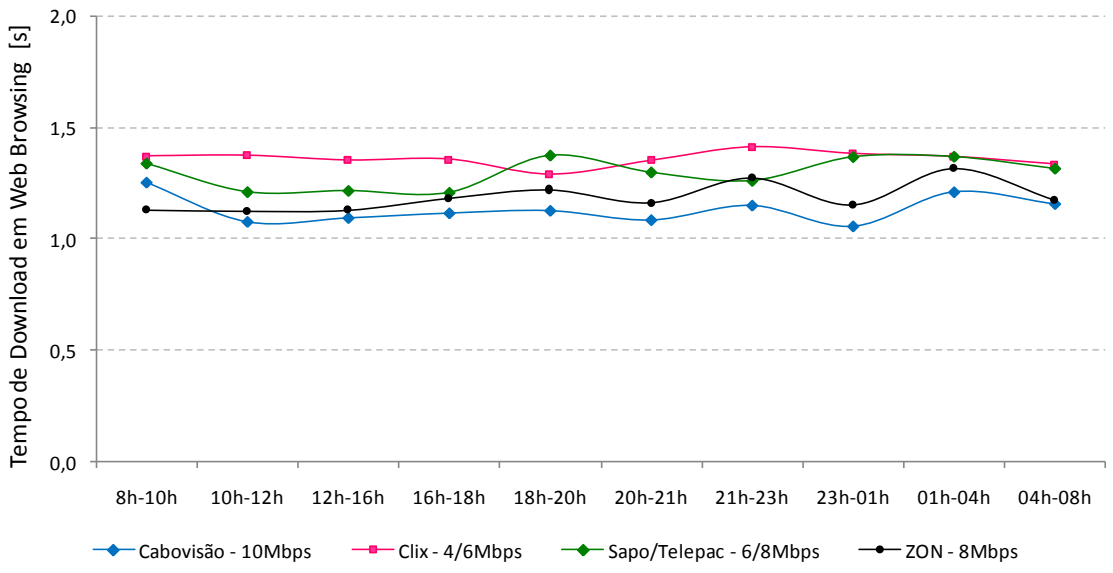


Figura 130 - Tempo médio de *Download* em Web Browsing por operador e período horário

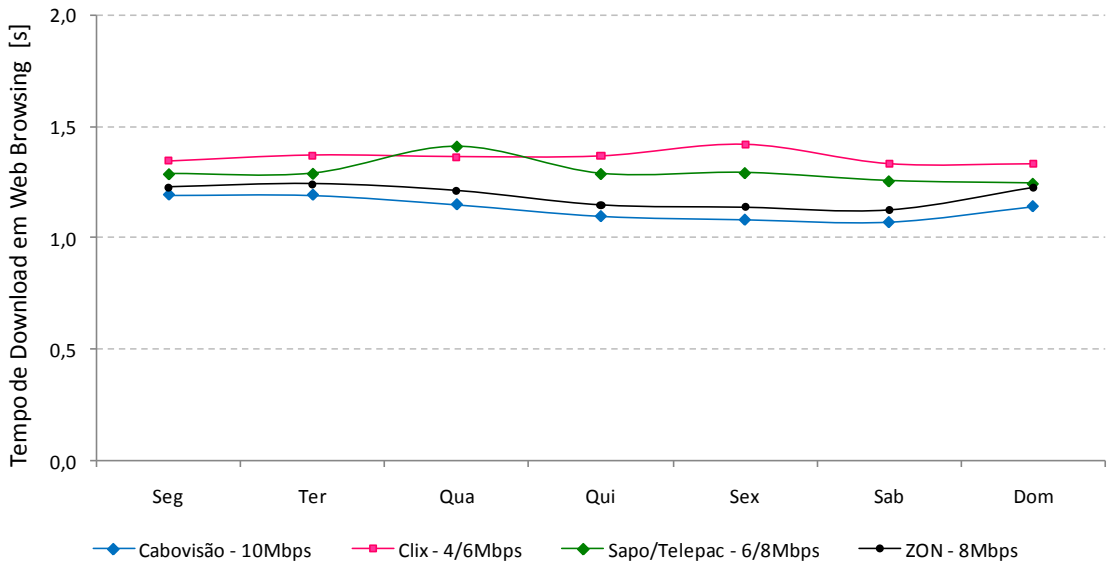


Figura 131 - Tempo médio de *Download* em Web Browsing por operador e dia da semana

As diferenças por servidor são significativas, especialmente quando comparando o tempo de *download* de páginas localizadas em Portugal com as localizadas na costa Oeste dos Estados Unidos (USA2), em que a duração ultrapassa os 2 segundos.

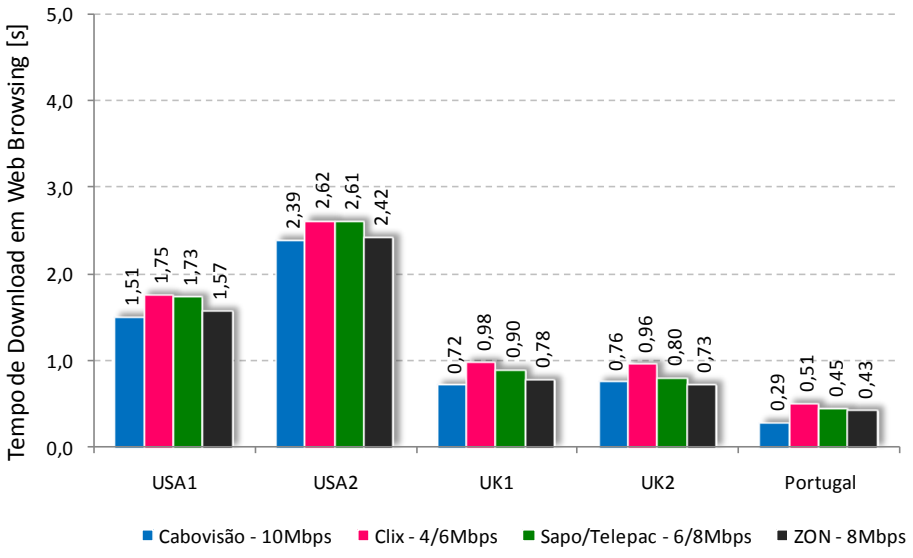


Figura 132 - Tempo médio de *Download* em Web Browsing por operador e servidor

Para o servidor nacional, releva-se que a maioria das medições nos dois operadores de cabo regista tempos de transferência da página, inferiores a meio segundo (ver Figura 133).

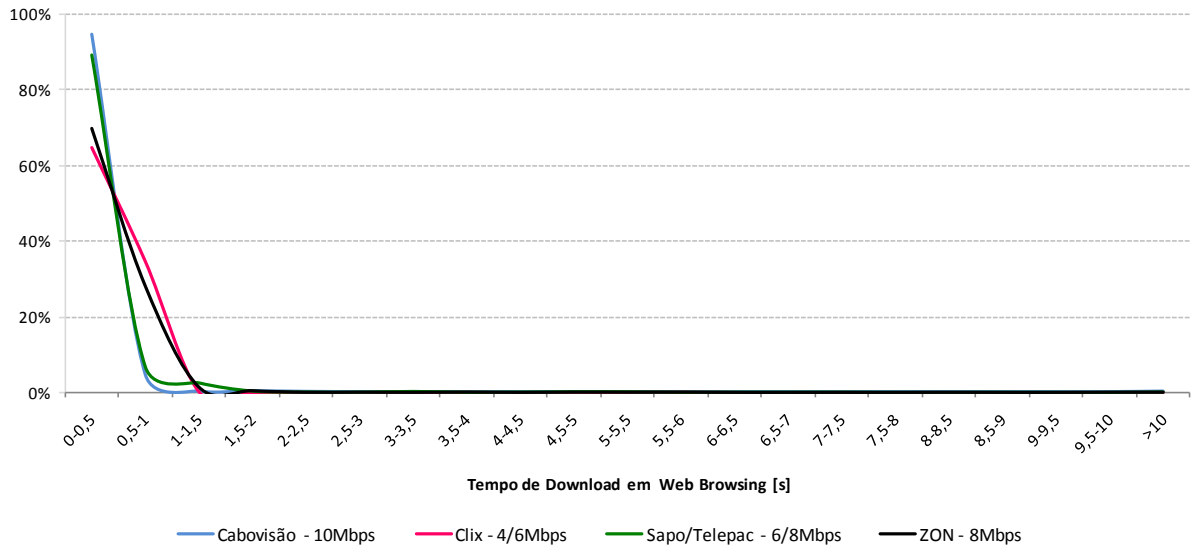


Figura 133 - Distribuição de frequência por operador e classe de tempo de *Download* de página em WEB Browsing para o servidor Nacional

3.5 Percepção do Utilizador do Atraso da Comunicação / Latência

3.5.1 Acessos Móveis 3G

O indicador de latência das redes de telecomunicações contabiliza o tempo gasto na transmissão dos pacotes IP desde a origem até ao destino, ou seja, desde a unidade de medidas até ao servidor alvo, no teste e vice-versa. Regra geral, quanto maior for o seu valor, menor será a qualidade do serviço prestado.

Os valores de latência registados para os três operadores estão dentro dos valores esperados para a tecnologia em estudo, em ambos os concelhos.

Os valores mais elevados neste indicador foram registados pela Vodafone em Lisboa e pela Optimus no Porto, registando médias de 109 milissegundos e 106 milissegundos, respectivamente (Figura 134). A TMN regista valores idênticos em ambos concelhos e na ordem dos 88 milissegundos.

As variações de latência verificadas podem dever-se a diversas razões, nomeadamente a diferenças na arquitectura de rede de cada um dos operadores, e às ligações aos servidores internacionais (distâncias em número de saltos de rede ou *hops* que um pacote de dados percorre até chegar ao destino).

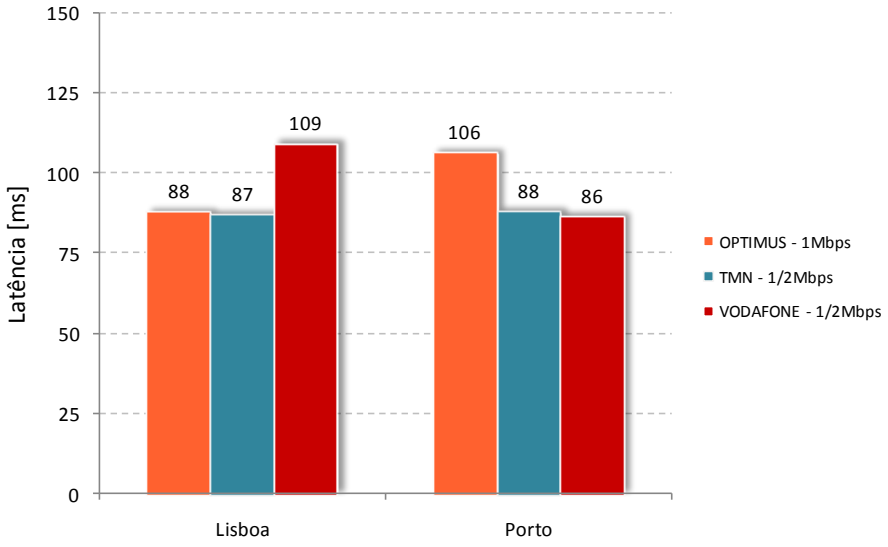


Figura 134 - Latência média por operador e concelho

As distribuições de latência para Lisboa e Porto representadas na Figura 135 e Figura 136, reflectem as médias acima identificadas para o conjunto de todos os servidores, evidenciando uma dispersão acentuada para todos os operadores em ambos os concelhos, traduzindo-se num indicador com bastante imprevisibilidade.

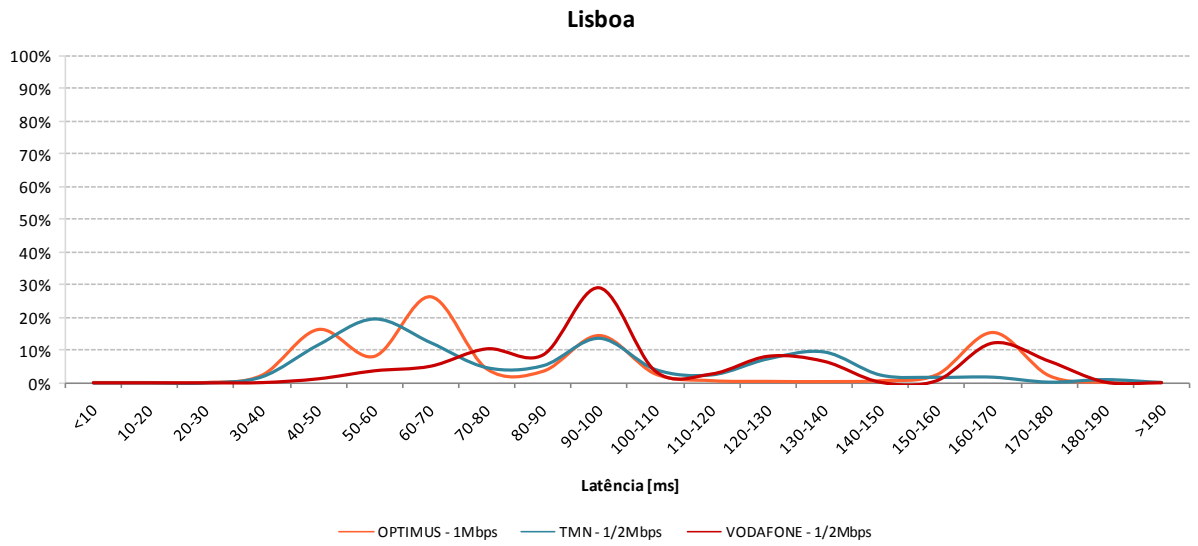


Figura 135 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência para o concelho de Lisboa

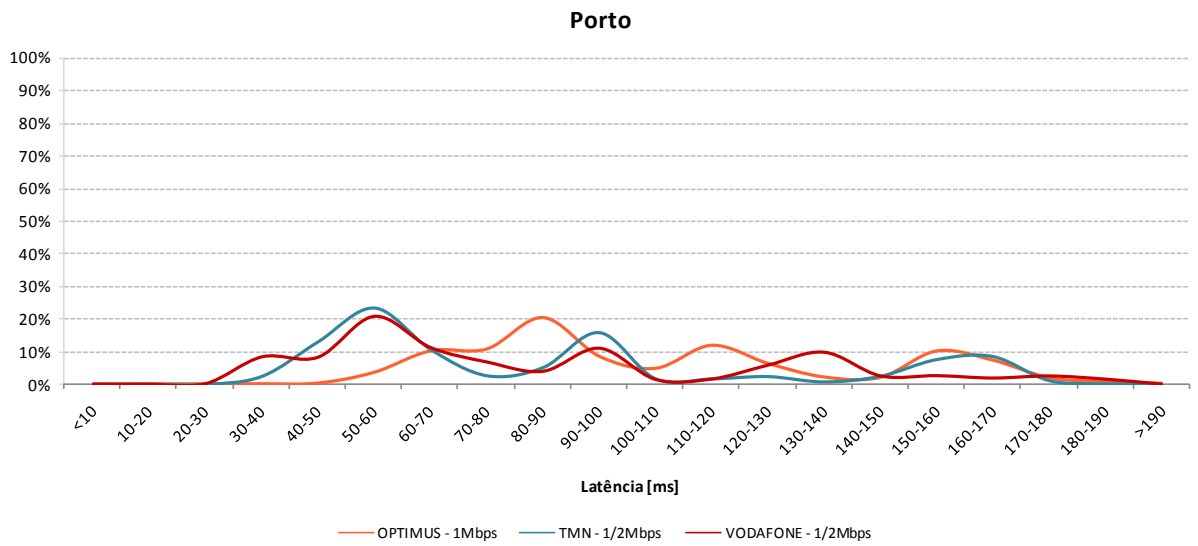


Figura 136 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência para o concelho do Porto

As distribuições de latência ao longo do dia e por dia da semana apresentam pequenas variações para a TMN em Lisboa e para a Vodafone no Porto, embora pouco significativas e com impacto reduzido na qualidade de serviço (ver da Figura 137 à Figura 140).

Lisboa

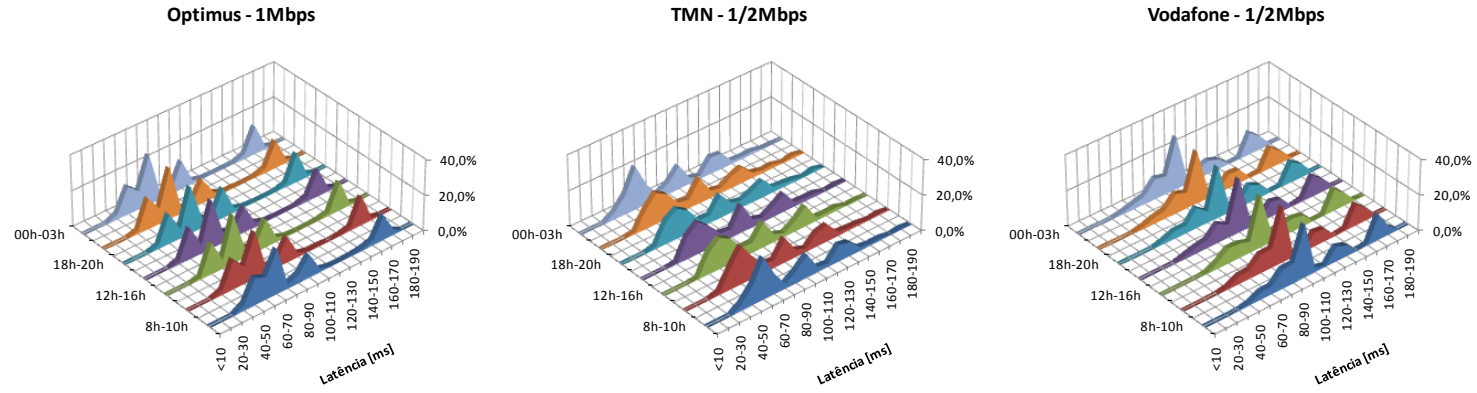


Figura 137 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Latência para o concelho de Lisboa

Porto

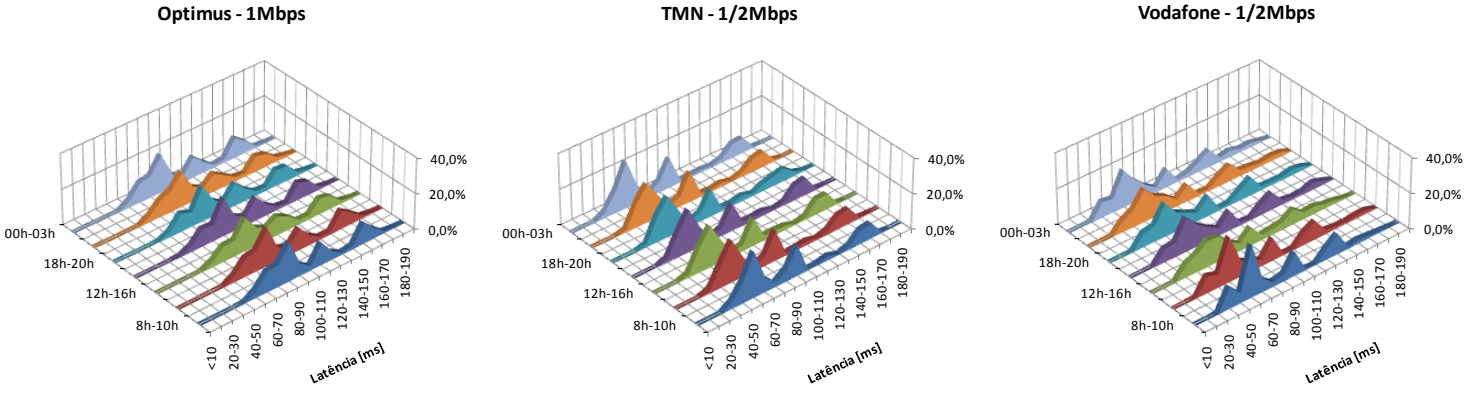


Figura 138 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Latência para o concelho do Porto

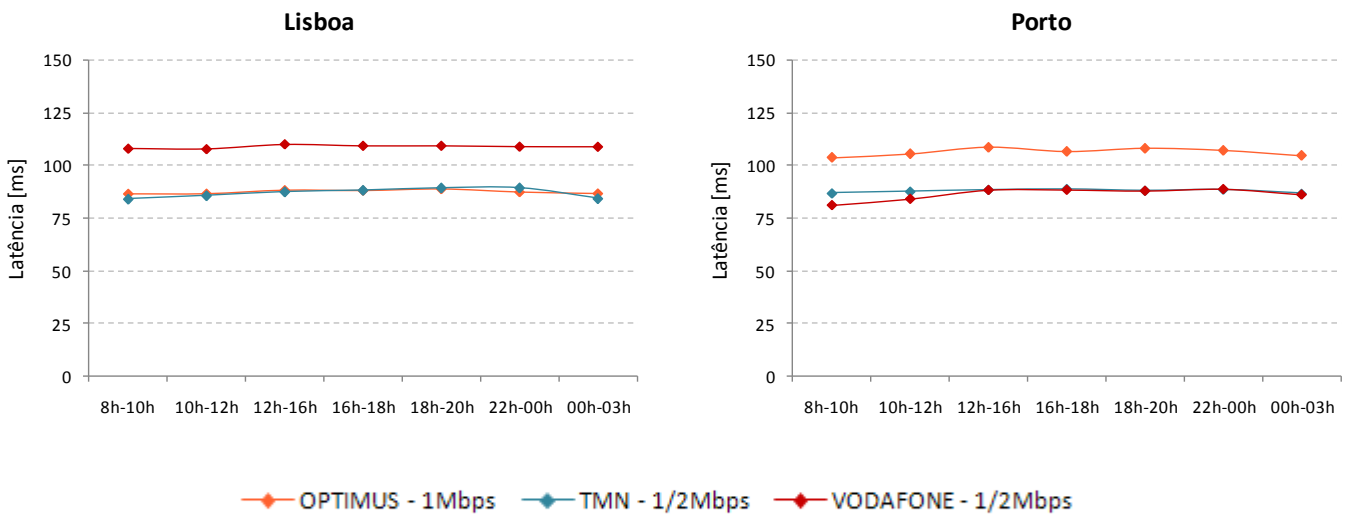


Figura 139 – Latência média por operador, período horário e concelho

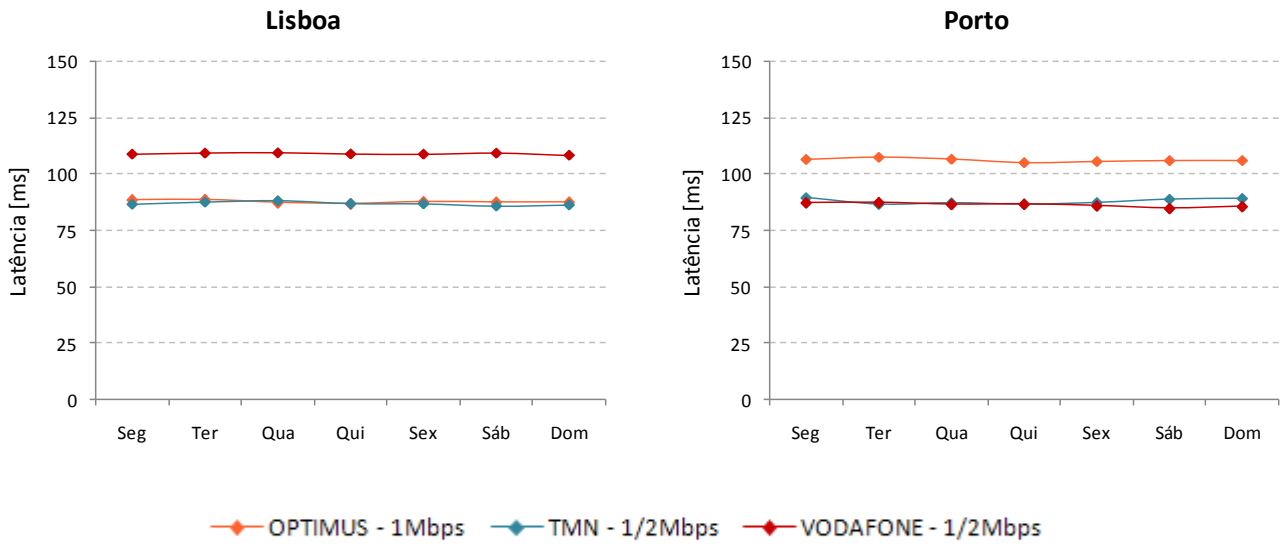


Figura 140 – Latência média por operador, dia da semana e concelho

Conforme a Figura 141, os valores de latência são mais elevados para as ligações efectuadas aos servidores nos Estados Unidos. Além disso, verifica-se também que estes valores são mais significativos para as ligações ao servidor localizado na costa Oeste dos Estados Unidos (Seattle), USA2. Este facto prende-se com a maior distância a esta cidade, sendo necessário assim um maior número de saltos (*hops*) e consequente aumento do tempo para chegar a este servidor.

As latências registadas para os servidores localizados no Reino Unido (UK1 e UK2) não apresentam diferença entre os dois, dada a proximidade dos mesmos, sendo no entanto mais elevadas que para o servidor nacional localizado na FCCN.

Como referência, para jogos de online multiplayer, os valores de latência devem situar-se abaixo dos 150 ms, valor este que, de modo geral, é ultrapassado por todos os operadores para o servidor USA2. Todavia, para servidores nacionais, o jogador poderá esperar uma boa experiência relativamente à percepção de resposta aos comandos/movimentos e de interactividade com outros jogadores, considerando que, tipicamente, os valores para o funcionamento ideal dos jogos online multiplayer são da ordem dos 50ms.

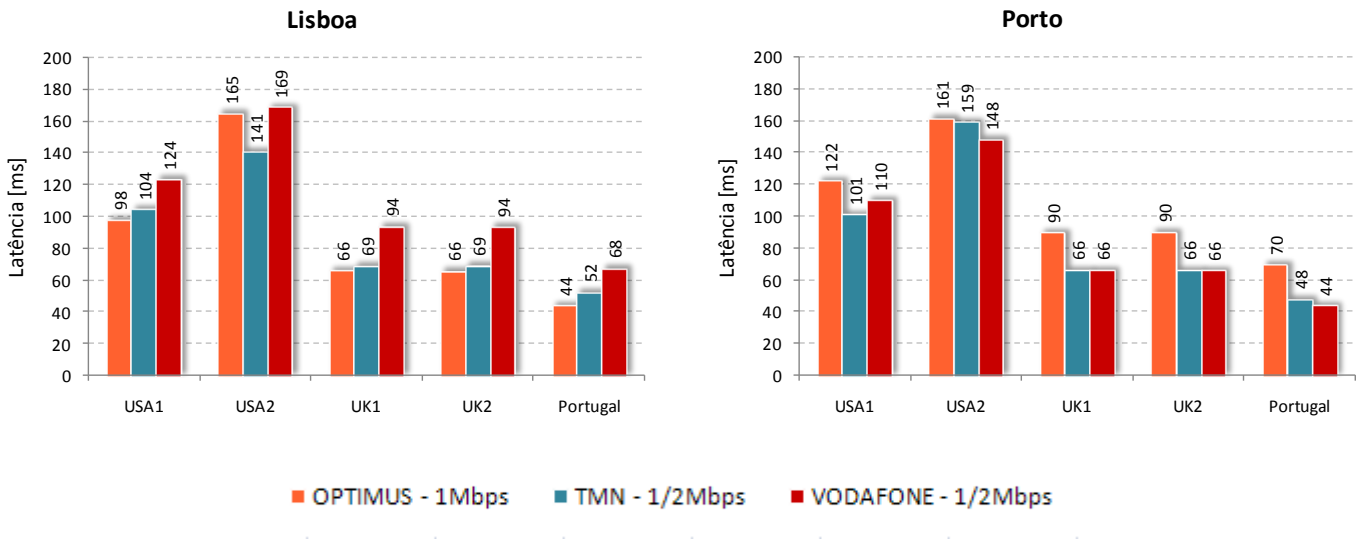


Figura 141 – Latência média por operador, servidor e concelho

Isolando as dispersões das latências relativas ao destino nacional (ver Figura 142 e Figura 143) das dispersões para todos os destinos (Figura 135 e Figura 136), é possível observar as distribuições em torno das médias para cada concelho, destacando-se um desempenho semelhante por parte da TMN, em ambos os concelhos, com distribuições na ordem dos 60% de observações no intervalo de valores 40-60 milissegundos.

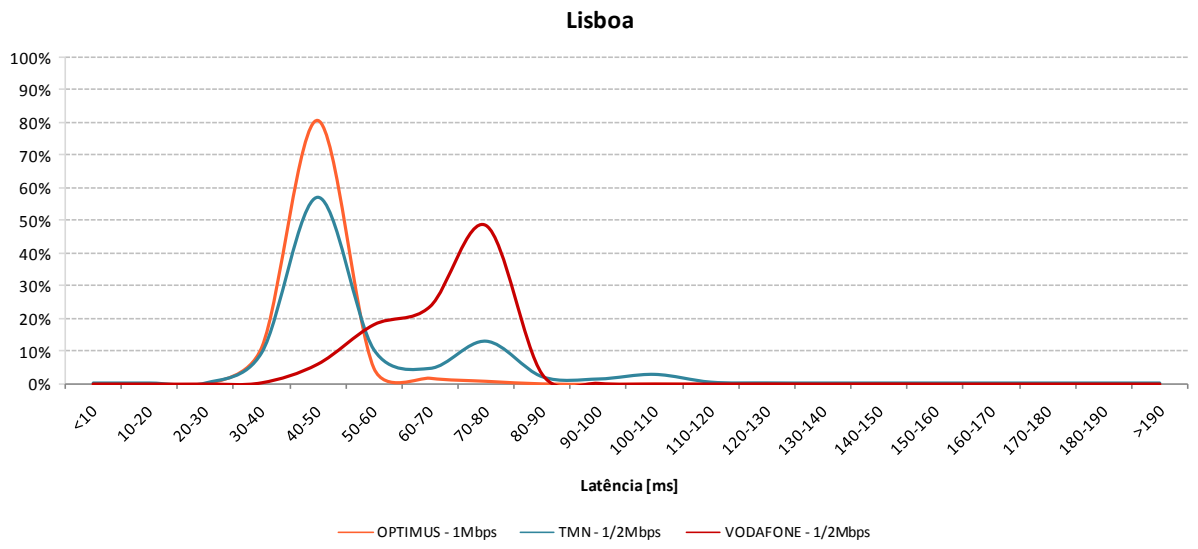


Figura 142 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência para o concelho de Lisboa para o servidor Nacional

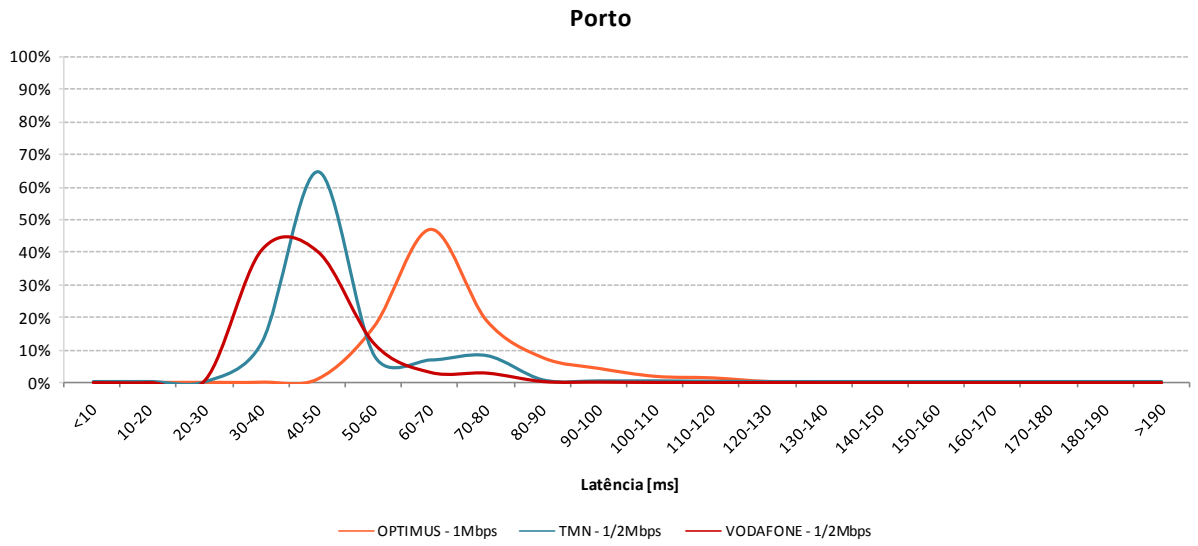


Figura 143 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência para o concelho do Porto para o servidor Nacional

Acessos Fixos

Para os operadores fixos, os valores de latência medidos são semelhantes para os quatro operadores, não se verificando diferenças significativas em função do tarifário. Não obstante, pode-se verificar que o Clix apresenta um desempenho ligeiramente inferior aos restantes operadores, relativamente a este indicador.

Os valores apresentados na Figura 144 representam as médias de todos os servidores (Nacional e internacionais).

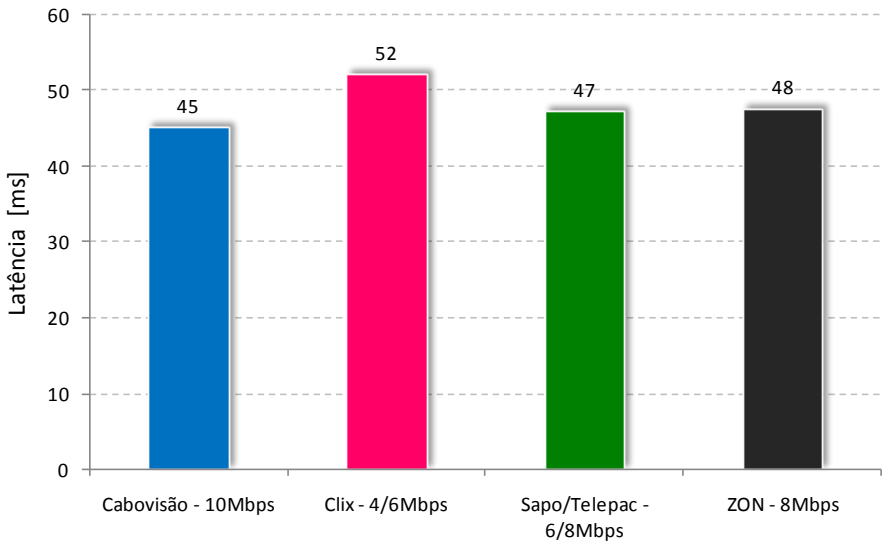


Figura 144 - Latência média por operador

Através da distribuição de frequência, por operador e classe de latência, para a totalidade dos servidores (ver Figura 145), verifica-se que há uma grande variabilidade dos valores de latência experimentados, dado que esta é dependente da distância dos servidores. Adicionalmente observa-se a predominância de valores na gama 10-40s, associada aos servidores nacional e UK, na faixa 50-75s associada ao servidor localizado na costa Este dos Estados Unidos e finalmente na gama dos 100ms, devido ao servidor localizado na costa Oeste dos Estados Unidos.

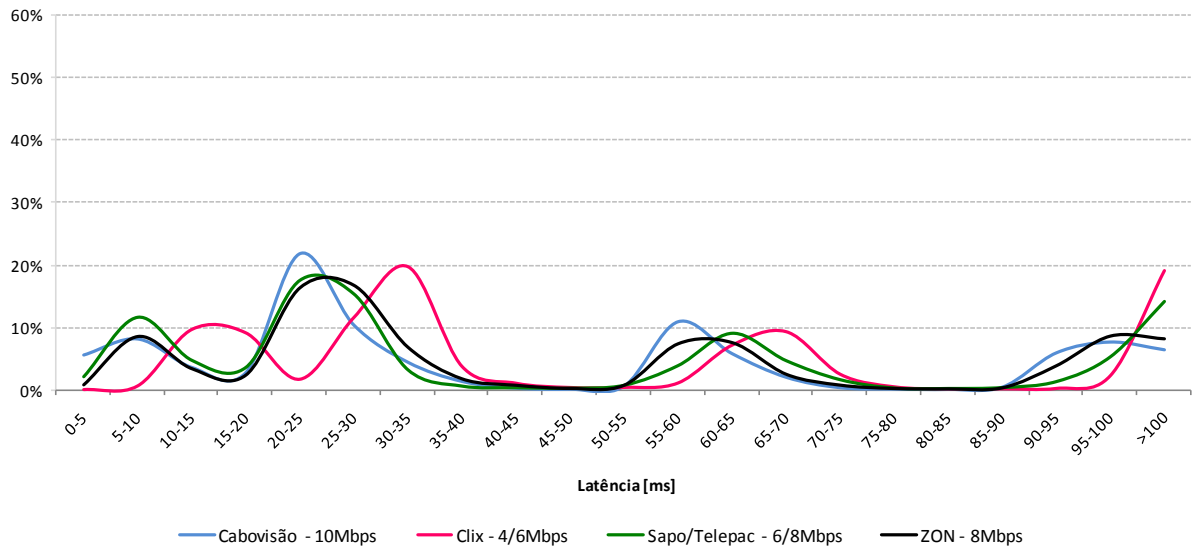
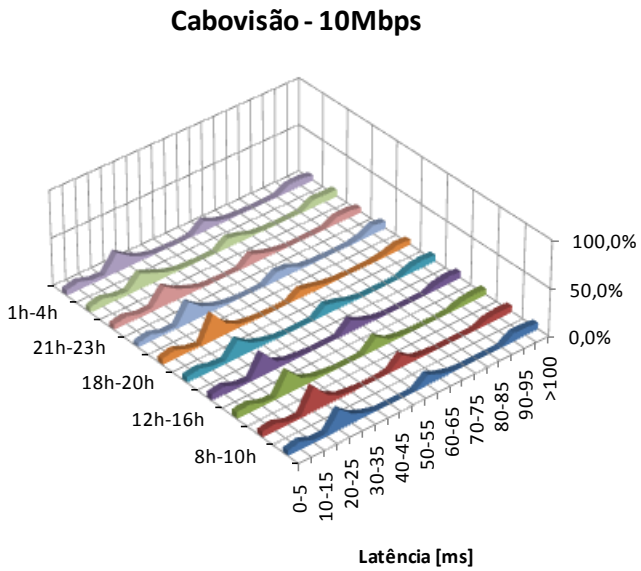
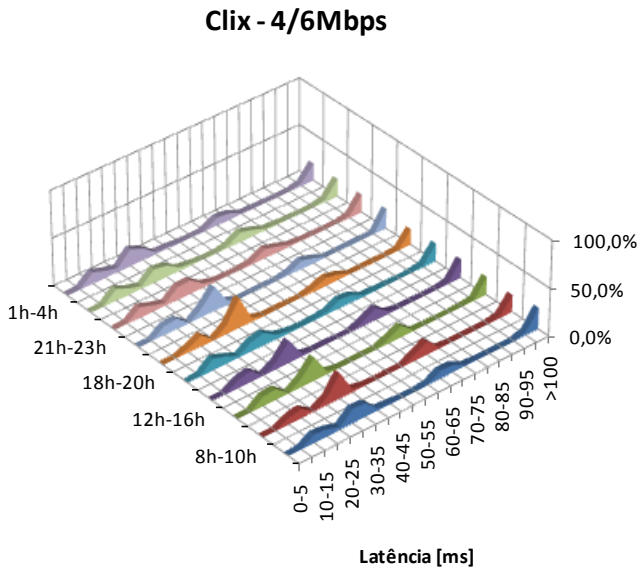


Figura 145 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência





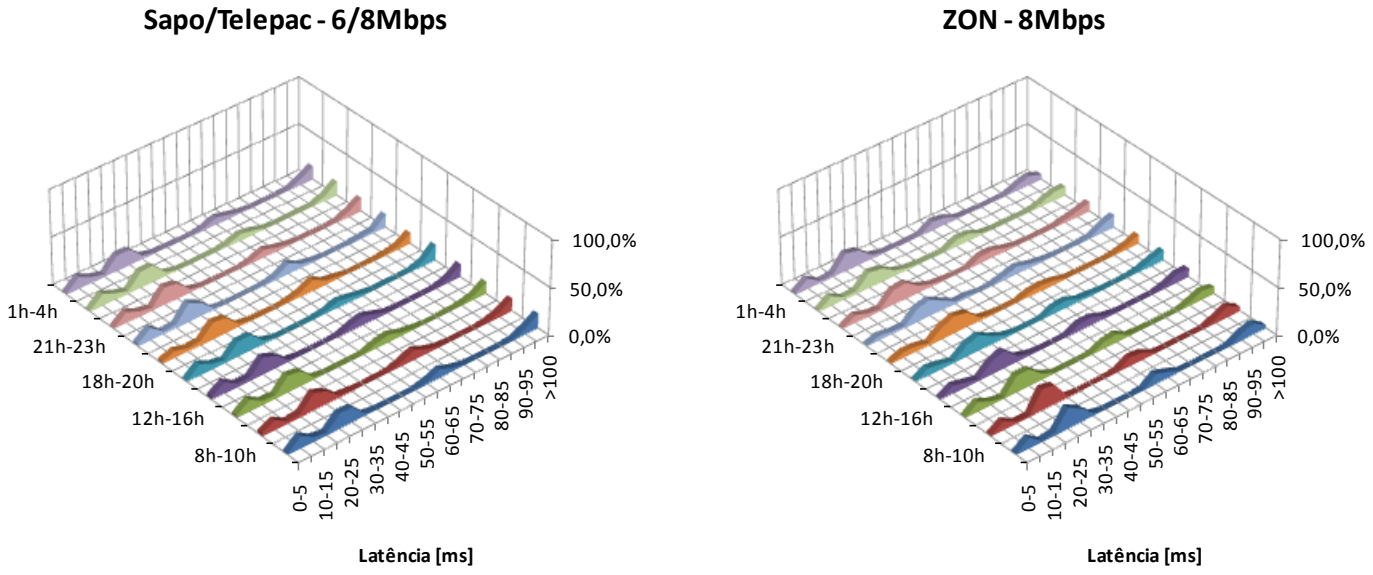


Figura 146 - Distribuição de frequência por operador, período horário e classe de Latência

Ao longo do dia, os valores de latência por operador não apresentam grande variação, verificando-se, no entanto, um decréscimo ligeiramente mais acentuado para os operadores ZON e Cabovisão, no período 21h-23h, provavelmente devido a um maior índice de utilização, como se pode observar na Figura 147.

Ao longo da semana, os valores médios de latência não variam significativamente, para nenhum dos operadores (ver Figura 148).

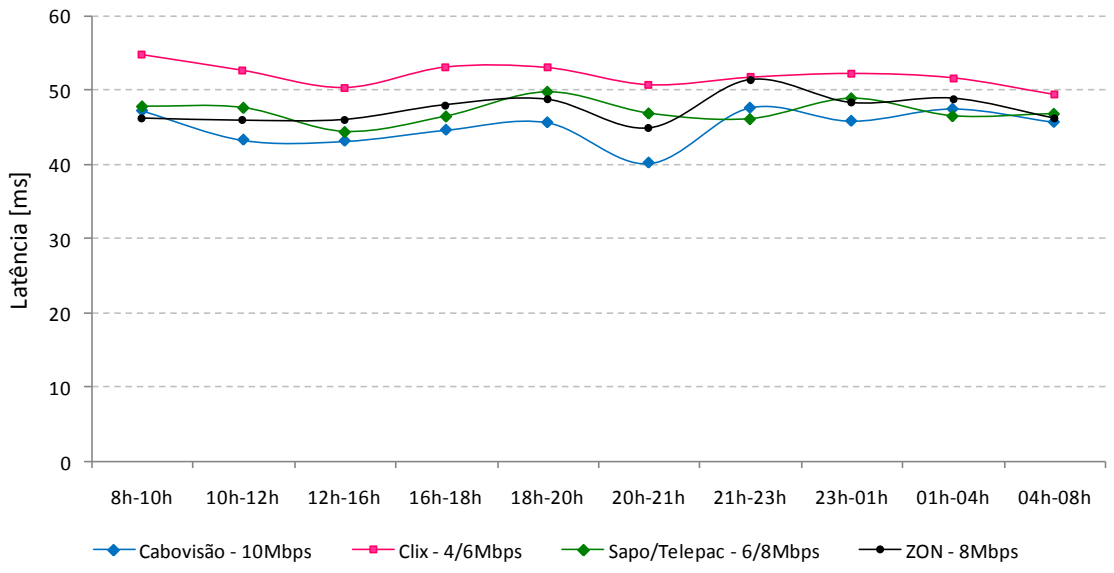


Figura 147 – Latência média por operador e período horário

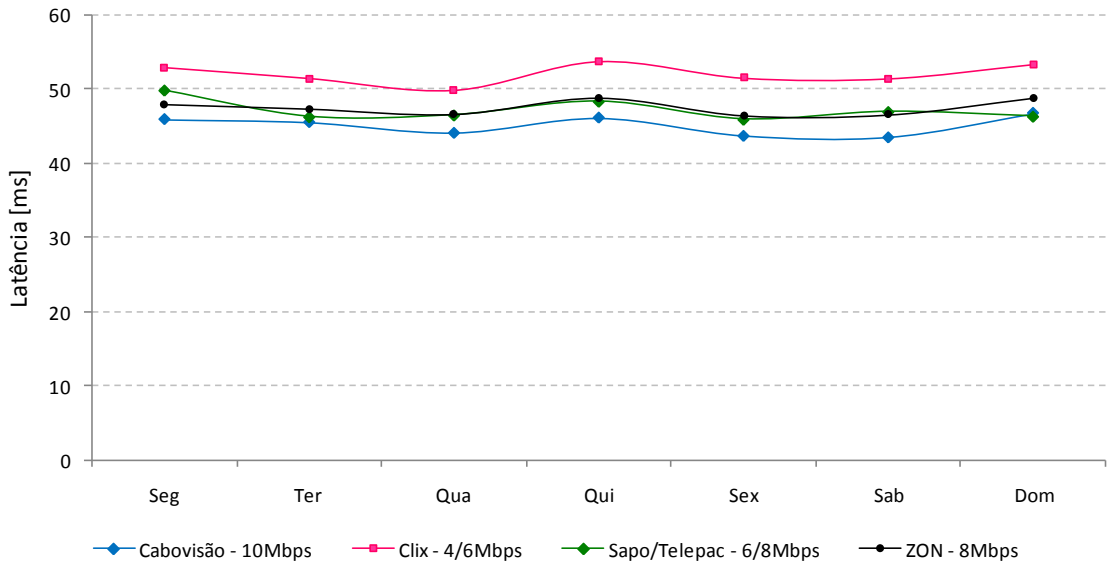


Figura 148 – Latência média por operador e dia da semana

Analisando a Figura 149, referente à latência por operador e por cada um dos servidores em teste, verificam-se, sem surpresa e em consonância com os resultados dos operadores móveis, valores mais elevados de latência nas ligações aos servidores localizados nos Estados Unidos, em especial para o servidor localizado na costa Oeste dos Estados Unidos. Os valores medidos para os servidores no Reino Unido são cerca do dobro dos verificados para o servidor nacional.

Efectuando a análise por servidor, verifica-se que os valores médios de latência medidos para cada operador são semelhantes, como de resto acontecia na média global.

Como pode também ser verificado, os valores de latência registados nos operadores fixos são bastante inferiores aos registados nos operadores móveis. Como tal, e em face dos resultados obtidos, pode-se concluir que a rede de banda larga fixa, para os tarifários em estudo, proporciona, por exemplo, uma experiência de utilizador em jogos on-line com maior potencial de interactividade entre jogadores em Portugal e nos Estados Unidos, atendendo aos valores médios de latência registados para o servidor em Seattle em torno dos 100 ms.

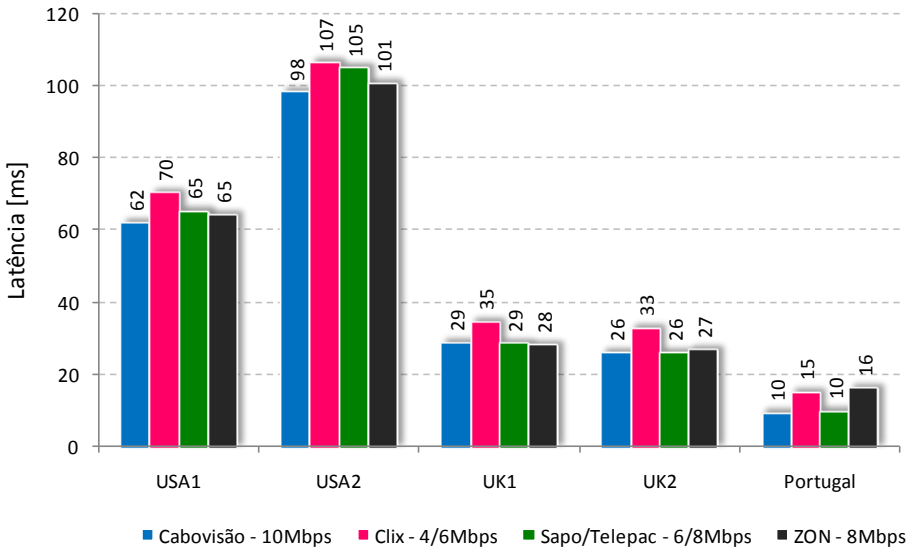


Figura 149 – Latência média por operador e servidor

Isolando a distribuição de latência relativa ao destino nacional (ver Figura 141), observa-se que a influência dos destinos internacionais, além de contribuir negativamente para o desempenho médio deste indicador, dificulta qualquer exercicio de estimação dos valores esperados.

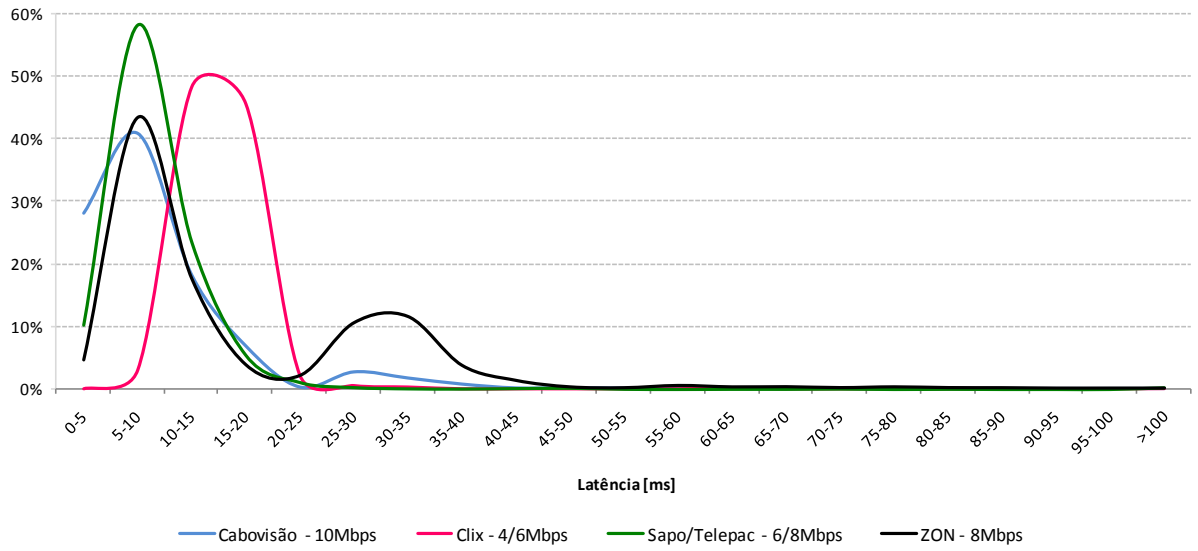


Figura 150 - Distribuição de frequência por operador e classe de Latência para o servidor Nacional

4. ANEXOS

4.1 Margem de Erro

4.1.1 Acessos Móveis 3G

			Precisão Absoluta (p.p.)		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,03	0,23	0,11
	Período	8h-10h	0,05	0,53	0,10
		10h-12h	0,04	0,62	0,13
		12h-16h	0,13	0,75	0,08
		16h-18h	0,05	0,59	0,11
		18h-20h	0,06	0,58	0,15
		22h-00h	0,04	0,70	0,67
		00h-03h	0,05	0,44	0,08
	Dia da semana	Seg	0,05	0,10	0,09
		Ter	0,14	0,55	0,10
		Qua	0,07	0,59	0,12
		Qui	0,03	0,91	0,11
		Sex	0,06	0,78	0,15
		Sáb	0,06	0,45	0,37
		Dom	0,01	0,53	0,59

			Precisão Absoluta (p.p.)		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,12	0,16	0,13
	Período	8h-10h	0,19	0,21	0,23
		10h-12h	0,17	0,34	0,11
		12h-16h	0,58	0,55	0,06
		16h-18h	0,25	0,43	0,17
		18h-20h	0,21	0,60	0,24
		22h-00h	0,23	0,50	0,79
		00h-03h	0,27	0,22	0,18
	Dia da semana	Seg	0,29	0,91	0,18
		Ter	0,58	0,52	0,31
		Qua	0,18	0,18	0,23
		Qui	0,26	0,18	0,22
		Sex	0,17	0,25	0,10
		Sáb	0,25	0,23	0,26
		Dom	0,17	0,24	0,71

Tabela 1 - Sucesso no Acesso ao Serviço

			Precisão Absoluta			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,01	0,01	0,03	0,3%	0,9%	1,1%
	Período	8h-10h	0,02	0,02	0,07	0,7%	2,0%	3,0%
		10h-12h	0,03	0,03	0,03	1,1%	2,6%	1,6%
		12h-16h	0,02	0,02	0,03	0,9%	1,6%	1,5%
		16h-18h	0,02	0,03	0,04	0,6%	2,2%	1,7%
		18h-20h	0,02	0,04	0,04	0,9%	3,1%	1,8%
		22h-00h	0,02	0,03	0,14	0,7%	2,1%	5,5%
		00h-03h	0,02	0,03	0,04	1,0%	2,8%	1,6%
	Dia da semana	Seg	0,02	0,03	0,04	0,9%	2,8%	1,6%
		Ter	0,03	0,03	0,04	1,2%	2,1%	1,6%
		Qua	0,02	0,03	0,04	0,7%	2,6%	1,7%
		Qui	0,02	0,04	0,04	0,9%	2,9%	1,6%
		Sex	0,02	0,03	0,04	1,0%	2,5%	1,8%
		Sáb	0,02	0,02	0,06	0,7%	1,8%	2,9%
		Dom	0,01	0,02	0,14	0,6%	2,0%	5,9%

			Precisão Absoluta			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,01	0,06	0,03	0,4%	2,4%	1,4%
	Período	8h-10h	0,02	0,04	0,01	0,9%	1,8%	0,8%
		10h-12h	0,03	0,10	0,02	1,0%	4,2%	1,2%
		12h-16h	0,03	0,13	0,02	1,1%	5,0%	1,3%
		16h-18h	0,03	0,11	0,05	0,9%	4,5%	2,8%
		18h-20h	0,03	0,33	0,06	1,0%	12,0%	3,7%
		22h-00h	0,03	0,18	0,15	0,9%	6,8%	7,5%
		00h-03h	0,02	0,04	0,02	0,8%	1,7%	1,0%
	Dia da semana	Seg	0,02	0,41	0,02	0,8%	14,0%	1,4%
		Ter	0,02	0,05	0,03	0,7%	1,9%	2,0%
		Qua	0,02	0,06	0,07	0,7%	2,5%	3,8%
		Qui	0,02	0,06	0,02	0,7%	2,4%	1,1%
		Sex	0,04	0,05	0,02	1,3%	2,1%	0,9%
		Sáb	0,04	0,04	0,02	1,3%	1,8%	1,5%
		Dom	0,03	0,04	0,15	1,0%	1,7%	7,8%

Tabela 2 - Tempo de Activação / Estabelecimento da Ligação

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		3,23	2,80	2,25	0,6%	0,6%	0,5%
	Período	8h-10h	9,30	7,66	5,61	1,6%	1,6%	1,2%
		10h-12h	8,73	7,26	6,04	1,6%	1,6%	1,4%
		12h-16h	7,98	6,72	5,66	1,5%	1,5%	1,4%
		16h-18h	8,29	7,36	5,85	1,6%	1,7%	1,4%
		18h-20h	8,49	7,74	6,12	1,7%	1,8%	1,5%
		22h-00h	8,26	7,47	6,05	1,6%	1,7%	1,5%
		00h-03h	8,33	7,43	5,97	1,5%	1,6%	1,4%
	Dia da semana	Seg	8,71	7,49	5,92	1,6%	1,7%	1,4%
		Ter	8,74	7,44	6,10	1,7%	1,6%	1,5%
		Qua	8,18	7,57	6,10	1,6%	1,7%	1,5%
		Qui	8,60	7,18	5,91	1,6%	1,6%	1,4%
		Sex	8,64	7,34	6,12	1,6%	1,6%	1,4%
		Sáb	8,47	7,27	5,79	1,6%	1,6%	1,3%
		Dom	8,47	7,59	5,74	1,6%	1,7%	1,3%
	Servidor	USA1	2,74	3,25	2,25	0,6%	0,9%	0,6%
		USA2	1,46	2,11	1,73	0,5%	0,8%	0,6%
		UK1	4,34	5,00	3,54	0,7%	1,0%	0,8%
		UK2	4,88	5,52	3,94	0,8%	1,1%	0,9%
		Portugal	6,66	6,21	5,30	0,9%	1,0%	0,9%

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		1,91	3,10	3,61	0,5%	0,6%	0,7%
	Período	8h-10h	5,23	8,10	9,76	1,2%	1,5%	1,7%
		10h-12h	4,92	8,12	9,90	1,2%	1,5%	1,8%
		12h-16h	4,82	7,94	9,07	1,3%	1,5%	1,7%
		16h-18h	4,95	8,29	9,55	1,3%	1,6%	1,8%
		18h-20h	5,13	8,63	9,59	1,4%	1,7%	1,8%
		22h-00h	5,15	8,24	9,09	1,4%	1,6%	1,8%
		00h-03h	4,71	7,81	9,59	1,2%	1,4%	1,7%
	Dia da semana	Seg	5,01	7,97	9,57	1,3%	1,5%	1,8%
		Ter	5,29	8,20	9,54	1,4%	1,5%	1,8%
		Qua	4,91	8,26	9,49	1,3%	1,5%	1,8%
		Qui	5,19	8,28	9,45	1,3%	1,6%	1,7%
		Sex	5,02	8,33	9,40	1,3%	1,6%	1,7%
		Sáb	4,96	8,12	9,66	1,2%	1,6%	1,7%
		Dom	4,86	8,11	9,70	1,2%	1,5%	1,8%
	Servidor	USA1	2,40	2,65	2,60	0,7%	0,6%	0,6%
		USA2	1,47	1,71	1,90	0,6%	0,5%	0,7%
		UK1	3,37	4,64	4,67	0,8%	0,8%	0,8%
		UK2	3,75	4,96	5,19	0,9%	0,8%	0,9%
		Portugal	3,96	5,82	7,44	0,8%	0,8%	0,9%

Tabela 3 - Velocidade em WEB Browsing

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,03	0,03	0,03	2,0%	1,5%	1,6%
	Período	8h-10h	0,04	0,05	0,07	2,9%	2,9%	3,9%
		10h-12h	0,07	0,07	0,08	4,5%	3,8%	4,2%
		12h-16h	0,09	0,07	0,10	4,8%	3,2%	4,3%
		16h-18h	0,08	0,10	0,08	4,8%	4,5%	3,7%
		18h-20h	0,10	0,08	0,09	5,2%	3,8%	4,2%
		22h-00h	0,11	0,11	0,11	5,9%	4,9%	4,5%
		00h-03h	0,10	0,07	0,07	6,3%	3,5%	3,5%
	Dia da semana	Seg	0,13	0,09	0,08	6,8%	4,2%	4,0%
		Ter	0,10	0,08	0,08	5,6%	4,1%	3,9%
		Qua	0,09	0,10	0,09	5,5%	4,5%	4,3%
		Qui	0,08	0,08	0,09	4,9%	3,9%	4,2%
		Sex	0,08	0,06	0,11	5,0%	3,1%	5,1%
		Sáb	0,06	0,07	0,08	4,0%	3,4%	3,9%
		Dom	0,04	0,09	0,06	2,4%	4,1%	3,2%
	Servidor	USA1	0,05	0,07	0,08	2,8%	3,0%	3,5%
		USA2	0,10	0,06	0,08	3,8%	2,0%	2,7%
		UK1	0,08	0,06	0,07	5,3%	3,4%	3,6%
		UK2	0,06	0,06	0,07	4,4%	3,2%	3,7%
		Portugal	0,06	0,08	0,06	4,8%	5,3%	4,0%

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,02	0,03	0,03	1,0%	1,9%	1,6%
	Período	8h-10h	0,03	0,07	0,04	1,7%	4,6%	3,0%
		10h-12h	0,03	0,07	0,07	1,7%	4,3%	4,3%
		12h-16h	0,06	0,07	0,07	2,6%	3,9%	3,9%
		16h-18h	0,07	0,10	0,08	3,2%	5,7%	4,7%
		18h-20h	0,05	0,09	0,08	2,3%	5,2%	4,7%
		22h-00h	0,05	0,12	0,08	2,5%	6,4%	4,3%
		00h-03h	0,07	0,04	0,05	3,3%	2,5%	3,4%
	Dia da semana	Seg	0,07	0,09	0,07	3,2%	5,4%	4,3%
		Ter	0,06	0,09	0,07	2,8%	5,5%	4,2%
		Qua	0,04	0,06	0,08	2,0%	3,7%	4,9%
		Qui	0,06	0,07	0,06	2,9%	4,2%	3,4%
		Sex	0,04	0,11	0,04	1,9%	6,4%	2,7%
		Sáb	0,06	0,07	0,08	2,9%	4,2%	4,8%
		Dom	0,04	0,07	0,07	2,0%	4,5%	4,1%
	Servidor	USA1	0,05	0,06	0,06	2,1%	3,4%	3,2%
		USA2	0,05	0,06	0,06	1,7%	2,6%	2,5%
		UK1	0,04	0,06	0,06	2,0%	4,5%	4,0%
		UK2	0,05	0,07	0,05	2,6%	4,8%	3,4%
		Portugal	0,03	0,08	0,04	1,7%	6,3%	4,1%

Tabela 4 - Tempo de *Download* de página em WEB Browsing

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		3,12	5,90	9,82	0,3%	0,6%	0,8%
	Período	8h-10h	6,30	14,80	24,41	0,6%	1,3%	1,7%
		10h-12h	7,16	14,89	25,00	0,7%	1,5%	1,9%
		12h-16h	7,51	14,47	23,26	0,8%	1,5%	2,2%
		16h-18h	8,72	15,78	25,77	0,9%	1,6%	2,3%
		18h-20h	9,85	16,76	26,04	1,1%	1,8%	2,3%
		22h-00h	9,67	16,35	27,00	1,1%	1,8%	2,6%
		00h-03h	6,55	14,57	25,30	0,7%	1,4%	2,1%
	Dia da semana	Seg	8,85	16,14	25,72	1,0%	1,6%	2,2%
		Ter	8,93	15,51	26,07	1,0%	1,6%	2,3%
		Qua	8,78	15,82	25,51	0,9%	1,6%	2,2%
		Qui	7,57	14,94	24,84	0,8%	1,5%	2,1%
		Sex	8,08	14,66	26,56	0,8%	1,4%	2,2%
		Sáb	7,56	15,91	26,50	0,8%	1,6%	2,1%
		Dom	8,08	16,07	26,29	0,9%	1,6%	2,2%
	Servidor	USA1	7,68	10,84	15,37	0,8%	1,1%	1,4%
		USA2	6,53	8,23	11,31	0,7%	1,3%	1,4%
		UK1	6,97	12,30	21,02	0,7%	1,1%	1,6%
		UK2	7,62	12,16	21,90	0,8%	1,1%	1,7%
		Portugal	5,60	11,75	28,07	0,6%	1,0%	1,9%

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		2,79	5,88	9,36	0,3%	0,5%	0,7%
	Período	8h-10h	4,78	13,85	24,35	0,5%	1,2%	1,6%
		10h-12h	5,95	15,50	24,26	0,7%	1,4%	1,7%
		12h-16h	7,89	15,42	23,99	1,0%	1,5%	1,8%
		16h-18h	7,37	15,85	25,25	0,9%	1,5%	1,9%
		18h-20h	8,66	16,87	25,42	1,1%	1,7%	1,9%
		22h-00h	8,49	16,37	24,33	1,0%	1,6%	1,8%
		00h-03h	5,33	13,29	23,93	0,6%	1,1%	1,7%
	Dia da semana	Seg	8,04	15,45	25,18	0,9%	1,4%	1,9%
		Ter	8,71	15,69	24,79	1,0%	1,4%	1,8%
		Qua	7,44	15,12	24,39	0,9%	1,4%	1,7%
		Qui	6,53	15,95	24,54	0,7%	1,5%	1,7%
		Sex	6,65	15,32	24,89	0,8%	1,4%	1,7%
		Sáb	6,87	15,88	24,18	0,8%	1,5%	1,7%
		Dom	7,04	15,45	25,02	0,8%	1,4%	1,8%
	Servidor	USA1	5,95	10,47	11,96	0,7%	1,0%	0,9%
		USA2	5,48	8,54	10,29	0,7%	1,2%	1,2%
		UK1	6,61	11,56	18,31	0,8%	1,0%	1,2%
		UK2	6,91	11,84	19,12	0,8%	1,0%	1,3%
		Portugal	4,85	10,79	24,93	0,5%	0,8%	1,4%

Tabela 5 - Velocidade de Transferência de Ficheiros em *Download*

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,19	0,22	0,22	1,8%	1,9%	2,0%
	Período	8h-10h	0,20	0,47	0,32	2,3%	4,7%	4,3%
		10h-12h	0,40	0,54	0,49	4,2%	5,0%	5,6%
		12h-16h	0,55	0,59	0,59	5,1%	4,8%	4,6%
		16h-18h	0,42	0,73	0,62	4,0%	5,8%	5,3%
		18h-20h	0,68	0,51	0,60	5,8%	4,2%	5,0%
		22h-00h	0,69	0,63	0,80	5,9%	4,9%	5,2%
		00h-03h	0,30	0,46	0,56	3,2%	4,4%	5,2%
	Dia da semana	Seg	0,58	0,63	0,67	5,3%	5,2%	5,6%
		Ter	0,58	0,38	0,58	5,3%	3,5%	5,0%
		Qua	0,63	0,71	0,73	5,9%	5,7%	6,0%
		Qui	0,48	0,38	0,53	4,8%	3,5%	4,9%
		Sex	0,49	0,34	0,69	4,9%	3,3%	6,2%
		Sáb	0,43	0,73	0,43	4,3%	6,0%	4,2%
		Dom	0,23	0,66	0,48	2,4%	5,4%	4,5%
	Servidor	USA1	0,37	0,42	0,45	3,4%	3,7%	4,1%
		USA2	0,42	0,59	0,56	4,1%	3,6%	3,8%
		UK1	0,56	0,52	0,54	5,2%	4,8%	5,0%
		UK2	0,33	0,47	0,44	3,3%	4,6%	4,2%
		Portugal	0,39	0,31	0,49	4,0%	3,5%	5,2%

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,12	0,24	0,10	1,1%	2,3%	1,3%
	Período	8h-10h	0,19	0,45	0,14	2,0%	5,1%	2,2%
		10h-12h	0,15	0,69	0,24	1,6%	6,4%	3,4%
		12h-16h	0,30	0,78	0,35	2,6%	6,3%	3,9%
		16h-18h	0,25	0,84	0,32	2,3%	7,2%	3,8%
		18h-20h	0,38	0,58	0,26	3,2%	5,1%	3,1%
		22h-00h	0,49	0,60	0,24	4,1%	5,3%	3,1%
		00h-03h	0,20	0,36	0,20	2,1%	4,2%	2,7%
	Dia da semana	Seg	0,53	0,64	0,27	4,6%	6,1%	3,2%
		Ter	0,40	0,54	0,25	3,4%	5,3%	3,1%
		Qua	0,24	0,56	0,30	2,3%	5,6%	3,8%
		Qui	0,27	0,81	0,25	2,7%	6,8%	3,2%
		Sex	0,18	0,75	0,18	1,7%	6,7%	2,4%
		Sáb	0,17	0,55	0,30	1,7%	5,2%	4,1%
		Dom	0,15	0,57	0,26	1,4%	5,5%	3,3%
	Servidor	USA1	0,37	0,54	0,23	3,4%	5,0%	3,0%
		USA2	0,24	0,63	0,29	2,1%	4,1%	2,5%
		UK1	0,21	0,57	0,16	1,9%	5,8%	2,4%
		UK2	0,23	0,51	0,19	2,1%	5,4%	2,7%
		Portugal	0,21	0,38	0,14	2,2%	4,7%	2,4%

Tabela 6 - Tempo de *Download* de Ficheiros

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		4,28	0,68	3,10	0,6%	0,2%	0,5%
	Período	8h-10h	11,90	1,85	8,32	1,5%	0,6%	1,3%
		10h-12h	11,49	1,91	8,27	1,5%	0,7%	1,3%
		12h-16h	10,86	1,76	7,80	1,5%	0,6%	1,3%
		16h-18h	11,06	1,55	8,20	1,5%	0,5%	1,4%
		18h-20h	11,13	1,74	8,32	1,5%	0,6%	1,4%
		22h-00h	11,33	1,96	8,19	1,5%	0,7%	1,4%
		00h-03h	11,43	1,72	8,13	1,5%	0,6%	1,3%
	Dia da semana	Seg	11,47	1,76	8,37	1,5%	0,6%	1,4%
		Ter	11,28	1,72	8,31	1,5%	0,6%	1,4%
		Qua	10,98	1,70	8,01	1,5%	0,6%	1,3%
		Qui	11,28	1,84	8,05	1,5%	0,6%	1,3%
		Sex	11,53	2,29	8,47	1,5%	0,8%	1,4%
		Sáb	11,28	1,52	7,95	1,5%	0,5%	1,3%
		Dom	11,37	1,60	8,11	1,5%	0,5%	1,3%
	Servidor	USA1	3,34	1,45	2,98	0,6%	0,5%	0,6%
		USA2	2,72	1,32	2,06	0,7%	0,5%	0,5%
		UK1	4,94	1,57	5,14	0,6%	0,5%	0,7%
		UK2	5,38	1,57	5,81	0,6%	0,5%	0,8%
		Portugal	6,42	1,57	5,49	0,6%	0,5%	0,7%

			Precisão Absoluta (kbps)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		1,33	4,26	3,81	0,4%	0,6%	0,6%
	Período	8h-10h	3,45	11,26	10,27	1,1%	1,5%	1,5%
		10h-12h	3,54	11,48	10,18	1,1%	1,6%	1,5%
		12h-16h	3,38	11,01	9,84	1,1%	1,5%	1,5%
		16h-18h	3,56	11,39	10,13	1,1%	1,6%	1,5%
		18h-20h	3,64	11,56	9,96	1,2%	1,6%	1,5%
		22h-00h	3,68	11,07	10,18	1,2%	1,5%	1,5%
		00h-03h	3,31	10,97	9,89	1,1%	1,4%	1,4%
	Dia da semana	Seg	3,50	11,33	9,82	1,2%	1,5%	1,5%
		Ter	3,57	11,15	9,67	1,2%	1,5%	1,4%
		Qua	3,44	11,30	10,20	1,1%	1,5%	1,5%
		Qui	3,40	11,26	10,31	1,0%	1,5%	1,5%
		Sex	3,51	11,32	10,31	1,1%	1,5%	1,5%
		Sáb	3,54	11,25	10,08	1,1%	1,5%	1,5%
		Dom	3,52	11,21	10,08	1,1%	1,5%	1,5%
	Servidor	USA1	2,92	3,41	4,17	0,9%	0,6%	0,8%
		USA2	2,80	2,20	2,78	1,1%	0,5%	0,7%
		UK1	2,82	6,08	6,05	0,9%	0,7%	0,8%
		UK2	2,81	7,33	6,55	0,9%	0,8%	0,8%
		Portugal	2,66	7,87	7,99	0,8%	0,8%	0,9%

Tabela 7 - Velocidade de Transferência de Ficheiros em *Upload*

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,12	0,13	0,17	0,9%	0,5%	1,1%
	Período	8h-10h	0,32	0,34	0,41	2,5%	1,2%	2,7%
		10h-12h	0,31	0,36	0,39	2,4%	1,2%	2,6%
		12h-16h	0,36	0,34	0,45	2,6%	1,2%	2,8%
		16h-18h	0,33	0,30	0,40	2,5%	1,0%	2,6%
		18h-20h	0,32	0,39	0,49	2,4%	1,3%	3,1%
		22h-00h	0,36	0,37	0,54	2,7%	1,2%	3,3%
		00h-03h	0,26	0,34	0,51	2,1%	1,2%	3,2%
	Dia da semana	Seg	0,37	0,39	0,47	2,8%	1,3%	3,0%
		Ter	0,32	0,38	0,47	2,4%	1,3%	2,9%
		Qua	0,35	0,39	0,37	2,6%	1,3%	2,4%
		Qui	0,32	0,35	0,43	2,5%	1,2%	2,7%
		Sex	0,30	0,23	0,66	2,3%	0,8%	3,9%
		Sáb	0,32	0,36	0,32	2,4%	1,2%	2,2%
		Dom	0,29	0,32	0,42	2,2%	1,1%	2,8%
	Servidor	USA1	0,29	0,26	0,32	1,9%	0,9%	1,8%
		USA2	0,31	0,32	0,37	1,4%	1,1%	1,7%
		UK1	0,12	0,32	0,39	1,2%	1,1%	2,9%
		UK2	0,12	0,27	0,38	1,2%	1,0%	2,8%
		Portugal	0,11	0,29	0,37	1,4%	1,0%	3,0%

			Precisão Absoluta (segundos)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,21	0,17	0,16	0,7%	1,3%	1,1%
	Período	8h-10h	0,53	0,38	0,43	1,9%	3,0%	3,0%
		10h-12h	0,49	0,55	0,40	1,7%	3,9%	2,7%
		12h-16h	0,49	0,49	0,45	1,7%	3,5%	2,9%
		16h-18h	0,56	0,42	0,45	1,9%	3,0%	3,0%
		18h-20h	0,68	0,48	0,38	2,3%	3,6%	2,6%
		22h-00h	0,63	0,53	0,52	2,1%	3,8%	3,3%
		00h-03h	0,47	0,30	0,41	1,6%	2,4%	2,8%
	Dia da semana	Seg	0,52	0,51	0,43	1,7%	3,7%	2,9%
		Ter	0,63	0,45	0,47	2,1%	3,4%	3,1%
		Qua	0,46	0,44	0,43	1,6%	3,3%	2,9%
		Qui	0,56	0,43	0,43	2,0%	3,2%	2,9%
		Sex	0,55	0,45	0,41	1,9%	3,3%	2,7%
		Sáb	0,60	0,53	0,40	2,0%	3,8%	2,7%
		Dom	0,56	0,40	0,48	1,9%	3,0%	3,2%
	Servidor	USA1	0,46	0,34	0,37	1,6%	2,2%	2,2%
		USA2	0,51	0,37	0,35	1,4%	1,8%	1,6%
		UK1	0,46	0,41	0,33	1,7%	3,5%	2,7%
		UK2	0,44	0,39	0,33	1,6%	3,5%	2,7%
		Portugal	0,41	0,29	0,31	1,6%	3,0%	2,7%

Tabela 8 - Tempo de *Upload* de Ficheiros

			Precisão Absoluta (ms)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
LISBOA	GLOBAL		0,70	0,58	0,58	0,8%	0,7%	0,5%
	Período	8h-10h	1,89	1,53	1,54	2,2%	1,8%	1,4%
		10h-12h	1,85	1,53	1,52	2,1%	1,8%	1,4%
		12h-16h	1,81	1,48	1,50	2,1%	1,7%	1,4%
		16h-18h	1,83	1,53	1,51	2,1%	1,7%	1,4%
		18h-20h	1,84	1,60	1,54	2,1%	1,8%	1,4%
		22h-00h	1,87	1,59	1,52	2,1%	1,8%	1,4%
		00h-03h	1,87	1,52	1,52	2,2%	1,8%	1,4%
	Dia da semana	Seg	1,86	1,55	1,52	2,1%	1,8%	1,4%
		Ter	1,88	1,56	1,53	2,1%	1,8%	1,4%
		Qua	1,84	1,54	1,54	2,1%	1,7%	1,4%
		Qui	1,86	1,54	1,50	2,1%	1,8%	1,4%
		Sex	1,88	1,53	1,52	2,1%	1,8%	1,4%
		Sáb	1,81	1,52	1,51	2,1%	1,8%	1,4%
		Dom	1,83	1,54	1,52	2,1%	1,8%	1,4%
	Servidor	USA1	0,46	0,64	0,44	0,5%	0,6%	0,4%
		USA2	0,20	0,60	0,17	0,1%	0,4%	0,1%
		UK1	0,35	0,61	0,26	0,5%	0,9%	0,3%
		UK2	0,35	0,67	0,28	0,5%	1,0%	0,3%
		Portugal	0,30	0,59	0,36	0,7%	1,1%	0,5%

			Precisão Absoluta (ms)			Precisão Relativa		
			OPTIMUS	TMN	Vodafone	OPTIMUS	TMN	Vodafone
PORTO	GLOBAL		0,55	0,68	0,65	0,5%	0,8%	0,7%
	Período	8h-10h	1,48	1,79	1,62	1,4%	2,1%	2,0%
		10h-12h	1,46	1,78	1,69	1,4%	2,0%	2,0%
		12h-16h	1,43	1,78	1,67	1,3%	2,0%	1,9%
		16h-18h	1,44	1,81	1,76	1,3%	2,0%	2,0%
		18h-20h	1,45	1,81	1,74	1,3%	2,1%	2,0%
		22h-00h	1,49	1,78	1,78	1,4%	2,0%	2,0%
		00h-03h	1,45	1,78	1,72	1,4%	2,1%	2,0%
	Dia da semana	Seg	1,47	1,80	1,75	1,4%	2,0%	2,0%
		Ter	1,47	1,80	1,75	1,4%	2,1%	2,0%
		Qua	1,47	1,80	1,72	1,4%	2,1%	2,0%
		Qui	1,47	1,78	1,74	1,4%	2,1%	2,0%
		Sex	1,46	1,79	1,71	1,4%	2,0%	2,0%
		Sáb	1,44	1,78	1,65	1,4%	2,0%	1,9%
		Dom	1,43	1,79	1,69	1,3%	2,0%	2,0%
	Servidor	USA1	0,47	0,51	0,71	0,4%	0,5%	0,6%
		USA2	0,31	0,30	0,69	0,2%	0,2%	0,5%
		UK1	0,46	0,55	0,45	0,5%	0,8%	0,7%
		UK2	0,51	0,57	0,48	0,6%	0,9%	0,7%
		Portugal	0,46	0,41	0,35	0,7%	0,8%	0,8%

Tabela 9 - Percepção do Utilizador do Atraso da Comunicação

4.1.2 Acessos Fixos

		Precisão Absoluta (ms)				Precisão Relativa			
		Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon	Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon
GLOBAL		0,67	0,71	0,87	0,62	1,5%	1,4%	1,9%	1,3%
Período	8h-10h	2,14	1,94	2,12	1,68	4,5%	3,5%	4,4%	3,6%
	10h-12h	1,60	2,83	3,14	1,87	3,7%	5,4%	6,6%	4,1%
	12h-16h	1,53	2,63	2,76	1,80	3,5%	5,2%	6,2%	3,9%
	16h-18h	1,68	2,90	3,12	1,95	3,8%	5,5%	6,7%	4,1%
	18h-20h	1,36	1,84	2,34	1,69	3,0%	3,5%	4,7%	3,5%
	20h-21h	1,83	4,00	3,91	2,30	4,6%	7,9%	8,3%	5,1%
	21h-23h	3,33	3,01	3,11	2,24	7,0%	5,8%	6,7%	4,3%
	23h-01h	2,21	1,80	2,60	2,31	4,8%	3,4%	5,3%	4,8%
	01h-04h	1,79	1,47	1,85	1,64	3,8%	2,8%	4,0%	3,4%
	04h-08	1,85	1,56	1,83	1,53	4,0%	3,1%	3,9%	3,3%
Dia da semana	Seg	2,85	1,80	2,69	1,57	6,2%	3,4%	5,4%	3,3%
	Ter	1,28	1,88	2,20	1,67	2,8%	3,7%	4,8%	3,5%
	Qua	1,33	1,98	2,17	1,70	3,0%	4,0%	4,7%	3,6%
	Qui	1,36	1,94	2,27	1,77	2,9%	3,6%	4,7%	3,6%
	Sex	1,45	1,79	1,89	1,49	3,3%	3,5%	4,1%	3,2%
	Sáb	1,35	1,89	2,70	1,65	3,1%	3,7%	5,7%	3,5%
	Dom	1,83	1,80	2,23	1,43	3,9%	3,4%	4,8%	2,9%
Servidor	USA1	0,40	0,73	1,78	0,91	0,6%	1,0%	2,7%	1,4%
	USA2	0,29	0,44	0,74	0,45	0,3%	0,4%	0,7%	0,4%
	UK1	2,26	0,66	1,38	0,77	7,8%	1,9%	4,8%	2,7%
	UK2	0,24	0,55	0,46	0,36	0,9%	1,7%	1,7%	1,3%
	Portugal	0,24	0,20	0,34	0,45	2,5%	1,3%	3,4%	2,8%

Tabela 10 - Percepção do Utilizador em Latência

		Precisão Absoluta (kbps)				Precisão Relativa			
		Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon	Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon
GLOBAL		19,18	9,42	12,72	18,29	1,6%	1,3%	1,4%	1,7%
Período	8h-10h	54,04	24,96	33,22	52,89	4,5%	3,4%	3,8%	4,9%
	10h-12h	67,35	33,15	49,62	61,90	5,5%	4,7%	5,5%	5,6%
	12h-16h	62,78	32,62	48,00	54,96	5,0%	4,5%	5,2%	5,0%
	16h-18h	69,59	34,03	48,97	57,15	5,5%	4,7%	5,3%	5,3%
	18h-20h	54,62	24,12	31,77	49,29	4,4%	3,0%	3,6%	4,9%
	20h-21h	88,84	48,08	72,88	69,45	6,7%	6,3%	7,9%	6,5%
	21h-23h	68,82	34,42	51,55	54,23	5,8%	4,8%	5,7%	5,8%
	23h-01h	53,58	23,18	32,50	52,60	4,3%	3,1%	3,7%	5,0%
	01h-04h	49,38	19,80	27,33	49,32	4,2%	2,6%	3,1%	4,8%
	04h-08	49,02	20,25	28,63	49,99	4,0%	2,6%	3,2%	4,6%
Dia da semana	Seg	51,40	24,05	35,96	49,44	4,2%	3,2%	4,0%	4,6%
	Ter	48,76	24,82	34,26	50,67	4,1%	3,3%	3,9%	4,9%
	Qua	53,77	25,33	34,40	52,81	4,3%	3,4%	3,8%	4,9%
	Qui	50,45	26,55	34,47	49,73	4,1%	3,6%	3,8%	4,6%
	Sex	52,71	24,03	30,51	46,39	4,3%	3,3%	3,5%	4,4%
	Sáb	49,09	24,31	32,59	43,92	3,9%	3,2%	3,6%	4,1%
	Dom	48,43	24,70	32,73	43,43	4,0%	3,3%	3,6%	4,4%
Servidor	USA1	2,25	2,29	3,46	2,68	0,5%	0,6%	0,8%	0,6%
	USA2	1,36	1,38	2,00	1,54	0,5%	0,5%	0,7%	0,5%
	UK1	9,67	8,50	10,81	9,98	0,9%	1,1%	1,2%	1,0%
	UK2	8,44	8,20	9,78	8,75	0,8%	1,1%	1,0%	0,8%
	Portugal	41,88	13,35	28,10	54,23	1,3%	0,9%	1,5%	2,2%

Tabela 11 - Velocidade de Transferência de Ficheiros em Web Browsing

		Precisão Absoluta (s)				Precisão Relativa			
		Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon	Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon
GLOBAL		0,02	0,02	0,03	0,02	2,0%	1,5%	2,1%	2,0%
Período	8h-10h	0,12	0,05	0,12	0,04	9,2%	3,5%	9,0%	3,6%
	10h-12h	0,04	0,08	0,07	0,05	4,0%	5,7%	5,9%	4,1%
	12h-16h	0,04	0,07	0,07	0,05	3,7%	4,9%	5,4%	4,3%
	16h-18h	0,05	0,07	0,07	0,06	4,7%	5,0%	5,9%	4,9%
	18h-20h	0,04	0,04	0,06	0,04	3,5%	3,4%	4,4%	3,6%
	20h-21h	0,09	0,12	0,13	0,08	8,0%	8,5%	9,7%	7,1%
	21h-23h	0,07	0,08	0,08	0,06	5,8%	5,4%	6,0%	4,7%
	23h-01h	0,05	0,07	0,08	0,09	4,9%	5,1%	5,6%	7,5%
	01h-04h	0,06	0,04	0,06	0,10	4,5%	2,7%	4,1%	7,8%
	04h-08	0,06	0,04	0,05	0,05	4,8%	3,2%	3,7%	4,5%
Dia da semana	Seg	0,09	0,05	0,09	0,14	7,6%	3,5%	7,3%	11,3%
	Ter	0,10	0,04	0,06	0,04	8,4%	3,3%	4,5%	3,4%
	Qua	0,04	0,06	0,11	0,05	3,3%	4,2%	7,9%	3,9%
	Qui	0,04	0,06	0,07	0,04	3,3%	4,1%	5,4%	3,4%
	Sex	0,04	0,05	0,06	0,04	3,4%	3,8%	4,5%	3,1%
	Sáb	0,04	0,06	0,05	0,04	3,9%	4,5%	4,3%	3,2%
	Dom	0,05	0,04	0,06	0,05	4,2%	3,2%	4,9%	4,2%
Servidor	USA1	0,03	0,02	0,04	0,04	1,8%	1,1%	2,2%	2,7%
	USA2	0,07	0,02	0,05	0,07	3,0%	0,9%	1,7%	2,8%
	UK1	0,04	0,04	0,07	0,05	5,4%	3,9%	8,0%	6,7%
	UK2	0,03	0,02	0,04	0,02	4,3%	2,0%	4,9%	2,8%
	Portugal	0,03	0,05	0,05	0,04	11,6%	9,0%	10,4%	8,4%

Tabela 12 – Tempo de Transferência de Ficheiros em Web Browsing

		Precisão Absoluta (kbps)				Precisão Relativa			
		Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon	Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon
GLOBAL		54,06	25,38	30,64	44,36	1,2%	1,0%	1,1%	1,2%
Período	8h-10h	145,63	62,44	77,55	116,53	3,2%	2,3%	2,6%	2,8%
	10h-12h	172,27	84,56	111,07	134,05	3,8%	3,5%	3,9%	3,2%
	12h-16h	161,56	79,15	112,83	128,77	3,6%	3,2%	3,9%	3,2%
	16h-18h	181,50	82,70	120,53	139,49	4,1%	3,4%	4,3%	3,6%
	18h-20h	151,58	64,20	78,21	126,88	3,6%	2,6%	2,9%	3,6%
	20h-21h	303,08	138,86	186,30	232,77	6,6%	5,6%	6,3%	5,6%
	21h-23h	258,27	110,72	136,13	187,03	6,8%	4,8%	4,6%	5,6%
	23h-01h	166,44	61,61	74,10	139,86	3,8%	2,4%	2,6%	3,9%
	01h-04h	136,25	54,68	68,73	117,50	3,2%	2,2%	2,4%	3,2%
	04h-08	132,65	54,78	67,02	109,11	2,9%	2,1%	2,3%	2,8%
Dia da semana	Seg	140,93	64,67	91,56	112,52	3,3%	2,6%	3,2%	3,0%
	Ter	140,87	67,79	81,27	121,37	3,2%	2,7%	2,8%	3,2%
	Qua	144,25	72,81	84,13	120,55	3,1%	2,9%	2,8%	3,1%
	Qui	141,44	70,95	78,25	117,06	3,1%	2,8%	2,7%	2,9%
	Sex	152,17	62,12	69,62	111,07	3,6%	2,5%	2,4%	2,8%
	Sáb	139,49	61,21	77,45	108,88	3,1%	2,4%	2,7%	2,7%
	Dom	137,16	70,46	88,19	108,89	3,4%	2,9%	3,2%	3,0%
Servidor	USA1	66,19	39,19	55,69	58,10	2,1%	1,9%	2,3%	2,1%
	USA2	40,09	29,34	42,07	35,12	2,5%	2,0%	2,5%	2,2%
	UK1	93,76	49,81	61,50	83,12	2,0%	1,8%	2,0%	1,9%
	UK2	89,91	49,08	60,96	84,46	2,1%	1,8%	1,9%	1,9%
	Portugal	81,97	50,09	71,40	78,40	1,0%	1,4%	1,8%	1,3%

Tabela 13 - Velocidade de Transferência de Ficheiros em *Download*

		Precisão Absoluta (kbps)				Precisão Relativa			
		Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon	Cabovisão	Clix	Sapo/Telepac	Zon
GLOBAL		1,66	2,24	2,48	1,74	0,4%	0,7%	0,8%	0,4%
Período	8h-10h	3,94	5,91	6,76	4,79	0,9%	1,9%	2,3%	1,2%
	10h-12h	3,86	9,40	11,91	5,54	0,9%	2,8%	3,8%	1,3%
	12h-16h	3,56	8,68	11,37	5,02	0,8%	2,6%	3,6%	1,2%
	16h-18h	3,85	8,96	11,66	5,36	0,9%	2,6%	3,8%	1,3%
	18h-20h	5,31	5,71	6,35	4,80	1,4%	1,8%	2,2%	1,2%
	20h-21h	11,17	17,53	22,10	9,42	2,9%	5,6%	6,9%	2,4%
	21h-23h	10,34	12,17	16,08	7,35	2,8%	3,7%	4,8%	1,9%
	23h-01h	6,82	5,48	6,08	4,94	1,8%	1,8%	2,1%	1,3%
	01h-04h	4,52	4,65	5,22	4,54	1,1%	1,5%	1,8%	1,2%
	04h-08	3,63	4,76	5,42	4,36	0,8%	1,5%	1,9%	1,1%
Dia da semana	Seg	4,61	5,77	6,87	4,75	1,1%	1,8%	2,2%	1,2%
	Ter	4,33	5,89	6,03	4,98	1,1%	1,9%	2,0%	1,3%
	Qua	4,76	6,25	6,40	4,89	1,2%	1,9%	2,1%	1,2%
	Qui	4,09	6,07	7,09	4,87	1,0%	1,9%	2,3%	1,2%
	Sex	4,29	5,63	6,22	4,12	1,1%	1,7%	2,0%	1,0%
	Sáb	4,18	5,67	5,86	3,85	1,0%	1,8%	2,0%	1,0%
	Dom	4,20	6,03	6,72	4,42	1,0%	1,9%	2,3%	1,2%
Servidor	USA1	4,09	4,42	4,50	3,45	1,1%	1,6%	1,6%	0,9%
	USA2	1,98	4,37	4,57	3,44	0,5%	1,8%	1,7%	1,0%
	UK1	5,69	4,24	5,97	4,04	1,5%	1,2%	1,9%	1,0%
	UK2	3,84	4,37	5,78	4,02	0,9%	1,2%	1,8%	1,0%
	Portugal	1,19	3,81	6,19	3,82	0,2%	1,0%	1,8%	0,9%

Tabela 14 - Velocidade de Transferência de Ficheiro em *Upload*