



Apêndice 2

Resultados de estudo de
avaliação do desempenho de serviços móveis GSM, UMTS e LTE, no
Serviço Alfa Pendular da CP
eixo ferroviário Braga-Porto-Lisboa-Faro

Julho de 2021



Índice

Siglas e Acrónimos.....	5
1 Serviço Alfa Pendular da CP.....	7
1.1 Resultados por Operador.....	9
1.1.1 Serviços de Telefonía.....	9
1.1.1.1 Serviço de Voz.....	9
1.1.1.1.1 Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço e Rácio de Terminação de Chamadas</i>	10
1.1.1.1.2 Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	10
1.1.1.1.3 Indicador <i>Qualidade de Áudio</i>	10
1.1.2 Serviços de Dados.....	11
1.1.2.1 Transferência de Ficheiros (<i>HTTP</i>).....	11
1.1.2.1.1 Indicador <i>Rácio de Terminação de Sessões de Dados</i>	11
1.1.2.1.2 Indicador <i>Velocidade de Transferência de Dados</i>	12
1.1.2.2 Navegação na Internet.....	13
1.1.2.2.1 Indicador <i>Rácio de Terminação de Sessões de Dados</i>	13
1.1.2.2.2 Indicador <i>Duração de Transferência de Página web</i>	14
1.1.2.3 <i>YouTube Video Streaming</i>	15
1.1.2.3.1 Indicador <i>Rácio de Terminação de Sessões de Dados</i>	16
1.1.2.3.2 Indicadores <i>Tempo até Início de Visualização de Conteúdos</i>	16
1.1.2.3.3 Indicador <i>Duração das Interrupções</i>	17
1.1.2.3.4 Indicador <i>Resolução de Vídeo</i>	17
1.1.2.3.5 Indicador <i>Qualidade de Vídeo</i>	17
1.1.3 Latência de Transmissão de Dados.....	18
1.1.3.1 Indicador <i>Rácio de Terminação de Sessões de Dados</i>	18
1.1.3.2 Indicador <i>Latência</i>	19

SIGLAS E ACRÓNIMOS

AMU	Área Mediamente Urbana.
APN	<i>Access Point Name</i> – Nome do Ponto de Acesso.
APR	Área Predominantemente Rural.
APU	Área Predominantemente Urbana.
CEPT	<i>European Conference of Postal and Telecommunications Administrations</i> – Conferência Europeia das Administrações de Correios e Telecomunicações
CoDec	Codificador/Descodificador.
CP	Comboios de Portugal, E.P.E.
CPICH RSCP	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (UMTS).
CS	<i>Circuit Switched</i> – Comutação de Circuitos.
CSFB	<i>Circuit Switched Fallback</i> – Retroceder ao modo de Comutação de Circuitos.
ECC	<i>Electronic Communications Committee</i> – Comité de Comunicações Eletrónicas
EPS	<i>Evolved Packet System</i> – Sistema otimizado de comutação de pacotes das redes 4G, resultante da evolução dos sistemas 3G/UMTS, caracterizado por débitos de dados elevados, baixa latência e por permitir múltiplas tecnologias na rede rádio de acesso.
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i> – Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P.
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> – Protocolo FTP.
GigaPIX	Ponto português de troca de tráfego entre redes IP.
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> – Protocolo HTTP.
INE	Instituto Nacional de Estatística.
ITU	<i>International Telecommunications Union</i> – União Internacional de Telecomunicações.
LTE	<i>Long Term Evolution</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G).
MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i> – Tecnologia que recorre à utilização de múltiplos emissores e múltiplos recetores (antenas) para melhorar o desempenho de comunicações rádio.
MOS	<i>Mean Opinion Score</i> – Índice de qualidade que quantifica o esforço necessário para se perceber uma comunicação do tipo extremo-a-extremo. Apresenta como limites os valores 0 (zero), quando não há comunicação, e 5 (cinco), quando a comunicação é perfeita.
NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos.
PDP	<i>Packet Data Protocol</i> – Protocolo PDP.
POLQA	<i>Perceptual Objective Listening Quality Assessment</i> – Algoritmo utilizado na análise da qualidade áudio de uma comunicação de voz (Recomendado pela ITU: <i>ITU-T Recommendation P.863 (01/2011)</i>).
PS	<i>Packet Switched</i> – Comutação de pacotes.
RF	Rádio Frequência.
RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE).
RxLev	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (GSM).
Scanner RF	Equipamento de medida que permite recolher níveis de sinal rádio para cada canal de uma banda de frequência.
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> – Cartão SIM.
SMS	<i>Short Message Service</i> – Serviço de Mensagens Curtas.
SMSC	<i>Short Message Service Centre</i> – Centro de Mensagens Curtas.
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i> – Protocolo TCP/IP.
TIPAU	Tipologia de Áreas Urbanas, para fins estatísticos.
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).
USIM	<i>UMTS Subscriber Identity Module</i> – Cartão USIM.
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> – Tecnologia utilizada na componente rádio dos sistemas de comunicações UMTS.

1 SERVIÇO ALFA PENDULAR DA CP

Ficha técnica do trabalho de campo

Período: 12 a 20 de julho de 2021

Horário: entre as 8:20 e as 21:35, em dias úteis, durante o normal funcionamento do serviço Alfa Pendular da CP.

Locais: no eixo ferroviário Braga-Porto-Lisboa-Faro, tal como ilustrado na figura seguinte, a bordo dos comboios Alfa Pendular.

Amostra: 1 462 chamadas de voz e 8 916 sessões de dados, correspondendo a aproximadamente 487 chamadas de voz e 495 sessões de dados por indicador e operador.



Figura 1 – Eixo ferroviário Braga-Porto-Lisboa-Faro

Arredondamento de dados numéricos

No processamento dos dados foram utilizados parâmetros determinados diretamente da amostra, sem qualquer tipo de arredondamento além dos inerentes aos limites dos sistemas informáticos utilizados.

Contudo, por motivos práticos de apresentação, todos os dados numéricos apresentados foram objeto de arredondamento a um reduzido número de casas decimais, pelo que análises baseadas nestes dados arredondados podem conduzir a conclusões incorretas.

1.1 RESULTADOS POR OPERADOR

Operadores:

- MEO – Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A. (MEO);
- NOS Comunicações, S.A. (NOS);
- Vodafone Portugal – Comunicações Pessoais, S.A. (Vodafone).

1.1.1 SERVIÇOS DE TELEFONIA

1.1.1.1 SERVIÇO DE VOZ

		MEO	NOS	Vodafone	Total
		<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>
Serviço de Voz	Acessibilidade do Serviço	88,5%	89,1%	94,9%	90,8%
	Rácio de Terminação de Chamadas	94,2%	94,0%	95,5%	94,6%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]				
	Média	9,5	8,0	7,6	8,5
	Desvio Padrão	1,0	1,6	1,4	1,6
	Máximo	13,8	13,9	14,0	14,0
	3.º Quartil	9,9	8,3	7,8	9,3
	Mediana	9,2	7,4	7,2	8,2
	1.º Quartil	8,9	7,0	6,8	7,1
	Mínimo	7,3	6,1	5,9	5,9
	Qualidade de Áudio [MOS]				
	Média	3,7	3,7	3,8	3,7
	Desvio Padrão	0,3	0,3	0,3	0,3
	Máximo	4,1	4,1	4,1	4,1
	3.º Quartil	3,9	3,9	4,0	3,9
	Mediana	3,7	3,8	3,9	3,8
	1.º Quartil	3,5	3,5	3,8	3,6
Mínimo	2,3	2,1	2,5	2,1	

Erro amostral	MEO	NOS	Vodafone	Total
	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>
Acessibilidade do Serviço [p.p.]	2,8	2,8	2,0	1,5
Rácio de Terminação de Chamadas [p.p.]	2,2	2,2	1,9	1,2
Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,10	0,16	0,13	0,09
Qualidade de Áudio [MOS]	0,03	0,03	0,02	0,02

Teste de diferenças entre prestadores

(com nível de confiança de 95%)

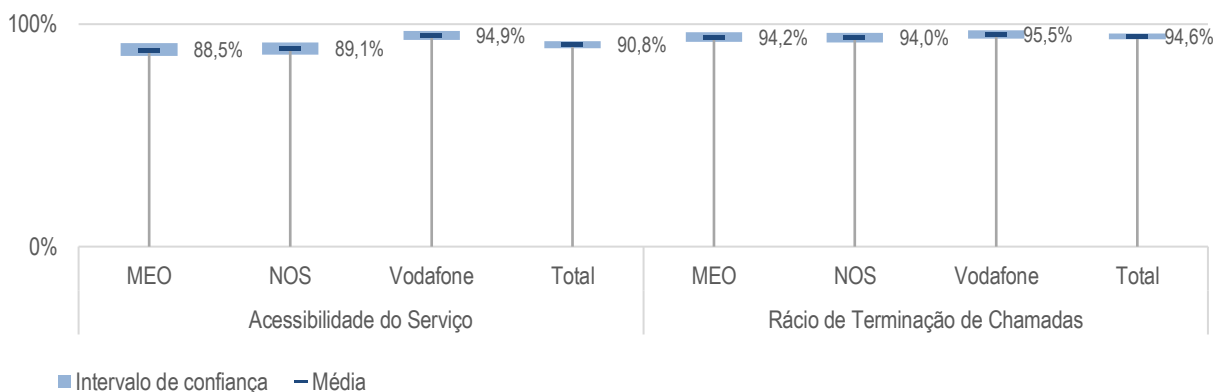
≠ Diferença estatisticamente significativa entre prestadores

= Semelhança entre prestadores

	MEO vs. Vodafone	NOS vs. MEO	Vodafone vs. NOS
	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>	<i>móvel↔móvel</i>
Acessibilidade do Serviço	≠	=	≠
Rácio de Terminação de Chamadas	=	=	=
Tempo de Estabelecimento de Chamadas	≠	≠	≠
Qualidade de Áudio	≠	=	≠

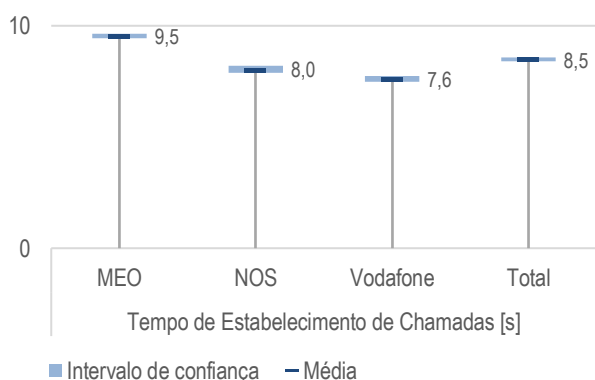
1.1.1.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E RÁCIO DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS

Acessibilidade do Serviço e Rácio de Terminação de Chamadas
Serviço de Voz

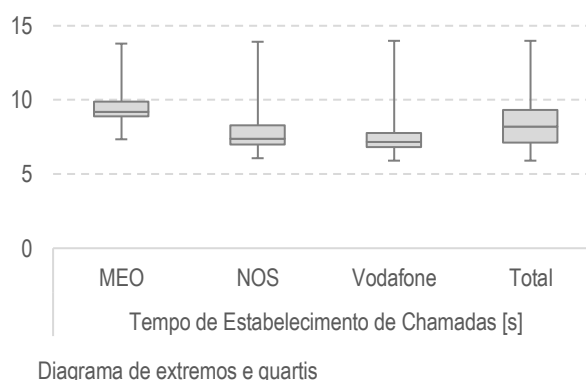


1.1.1.1.2 INDICADOR TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS

Tempo de Estabelecimento de Chamadas
Serviço de Voz

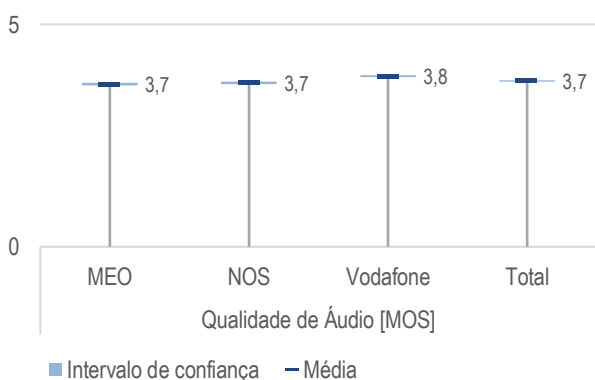


Tempo de Estabelecimento de Chamadas
Serviço de Voz

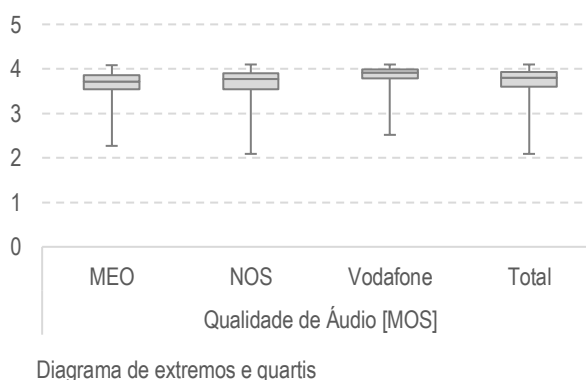


1.1.1.1.3 INDICADOR QUALIDADE DE ÁUDIO

Qualidade de Áudio
Serviço de Voz



Qualidade de Áudio
Serviço de Voz



1.1.2 SERVIÇOS DE DADOS

1.1.2.1 TRANSFERÊNCIA DE FICHEIROS (HTTP)

	MEO		NOS		Vodafone		Total		
	download	upload	download	upload	download	upload	download	upload	
Transferência de Ficheiros									
Rácio de Terminação de Sessões de Dados	98,4%	98,0%	97,4%	95,5%	96,6%	98,2%	97,5%	97,2%	
Velocidade de Transferência de Dados [Mbps]									
Média	20,48	14,80	8,49	10,49	17,18	15,55	15,11	13,47	
Desvio Padrão	24,21	11,32	11,06	9,19	21,00	12,16	19,98	11,12	
Máximo	168,88	55,23	78,22	48,12	140,67	54,42	168,88	55,23	
3.º Quartil	26,86	22,85	10,59	15,65	22,63	23,95	19,40	19,55	
Mediana	12,68	12,28	4,61	8,82	10,04	12,85	8,31	11,26	
1.º Quartil	5,14	5,46	1,75	2,50	4,19	5,94	2,89	4,33	
Mínimo	0,006	0,037	0,009	0,012	0,012	0,011	0,006	0,011	

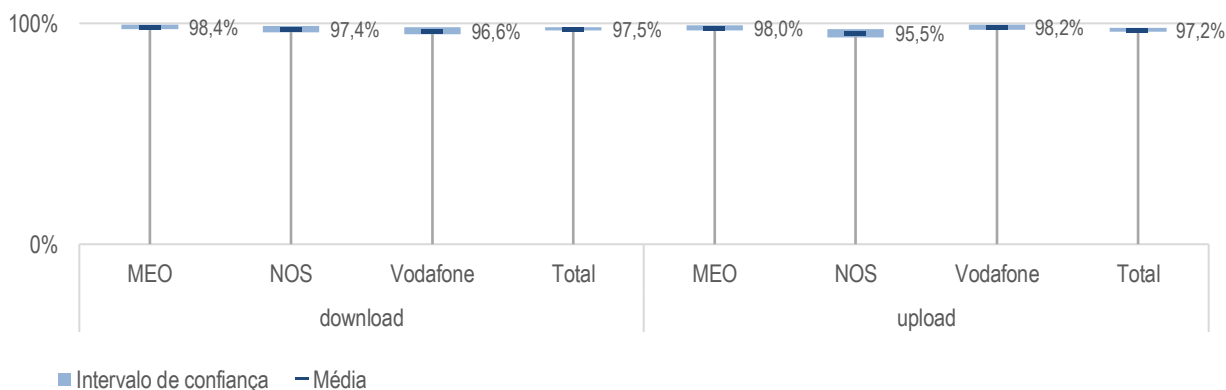
Erro amostral	MEO		NOS		Vodafone		Total	
	download	upload	download	upload	download	upload	download	upload
Rácio de Terminação de Sessões de Dados [p.p.]	1,1	1,2	1,4	1,8	1,6	1,2	0,8	0,8
Velocidade de Transferência de Dados [Mbps]	2,13	1,00	0,99	0,83	1,87	1,08	1,03	0,57

Teste de diferenças entre prestadores ≠ Diferença estatisticamente significativa entre prestadores
(com nível de confiança de 95%) = Semelhança entre prestadores

	MEO vs. Vodafone		NOS vs. MEO		Vodafone vs. NOS	
	download	upload	download	upload	download	upload
Rácio de Terminação de Sessões de Dados	=	=	=	≠	=	≠
Velocidade de Transferência de Dados	≠	=	≠	≠	≠	≠

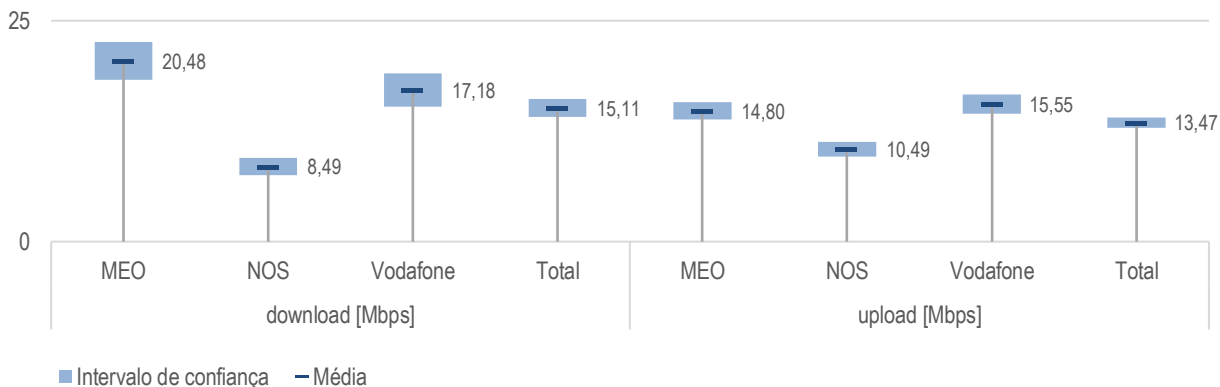
1.1.2.1.1 INDICADOR RÁCIO DE TERMINAÇÃO DE SESSÕES DE DADOS

Rácio de Terminação de Sessões de Dados
Transferência de Ficheiros



1.1.2.1.2 INDICADOR *VELOCIDADE DE TRANSFERÊNCIA DE DADOS*

Velocidade de Transferência de Dados
Transferência de Ficheiros



Velocidade de Transferência de Dados
Transferência de Ficheiros

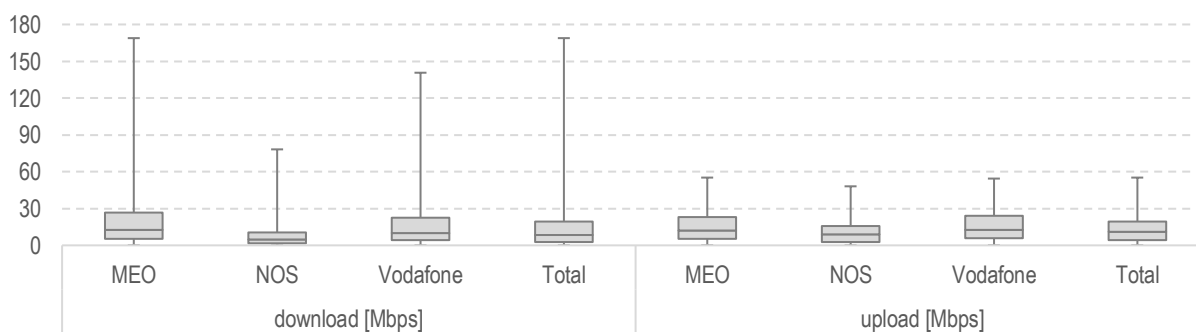


Diagrama de extremos e quartis

1.1.2.2 NAVEGAÇÃO NA INTERNET

	MEO		NOS		Vodafone		Total		
	referência	pública	referência	pública	referência	pública	referência	pública	
Navegação na Internet	Rácio de Terminação de Sessões de Dados	96,6%	92,0%	93,0%	84,4%	97,0%	89,5%	95,4%	88,5%
	Duração de Transferência de Página web [s]								
	Média	7,1	7,2	7,4	9,2	7,2	8,3	7,3	8,3
	Desvio Padrão	3,0	4,1	3,3	5,7	2,7	4,6	3,0	4,9
	Máximo	30,0	28,7	29,3	30,0	28,5	28,8	30,0	30,0
	3.º Quartil	6,5	7,5	6,9	11,0	6,7	9,9	6,7	9,7
	Mediana	6,3	5,4	6,3	6,8	6,5	6,2	6,4	6,0
	1.º Quartil	6,2	4,9	6,2	5,1	6,4	5,4	6,3	5,1
Mínimo	6,0	4,3	6,0	4,4	6,0	4,4	6,0	4,3	

Erro amostral	MEO		NOS		Vodafone		Total	
	referência	pública	referência	pública	referência	pública	referência	pública
Rácio de Terminação de Sessões de Dados [p.p.]	1,6	2,4	2,3	3,2	1,5	2,7	1,1	1,6
Duração de Transferência de Página web [s]	0,26	0,37	0,30	0,55	0,24	0,43	0,16	0,27

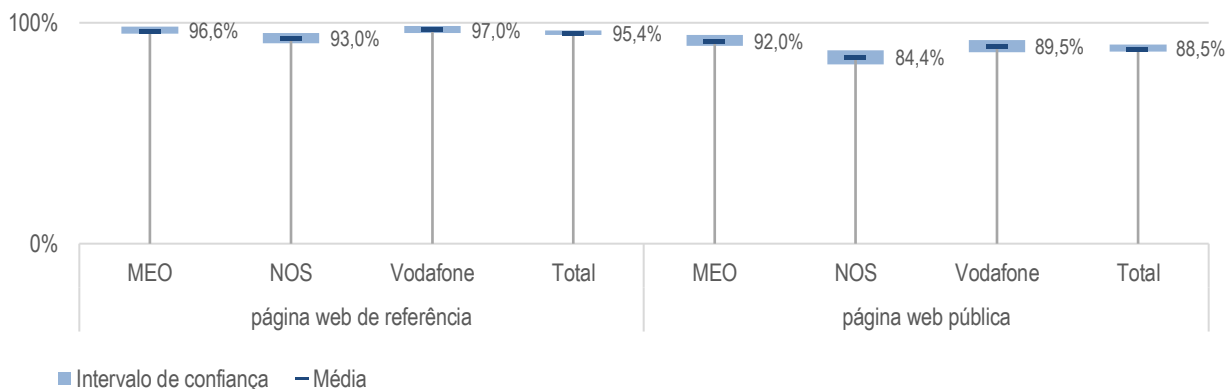
Teste de diferenças entre prestadores
(com nível de confiança de 95%)

≠ Diferença estatisticamente significativa entre prestadores
= Semelhança entre prestadores

	MEO vs. Vodafone		NOS vs. MEO		Vodafone vs. NOS	
	referência	pública	referência	pública	referência	pública
Rácio de Terminação de Sessões de Dados	=	=	≠	≠	≠	≠
Duração de Transferência de Página web	=	≠	=	≠	=	≠

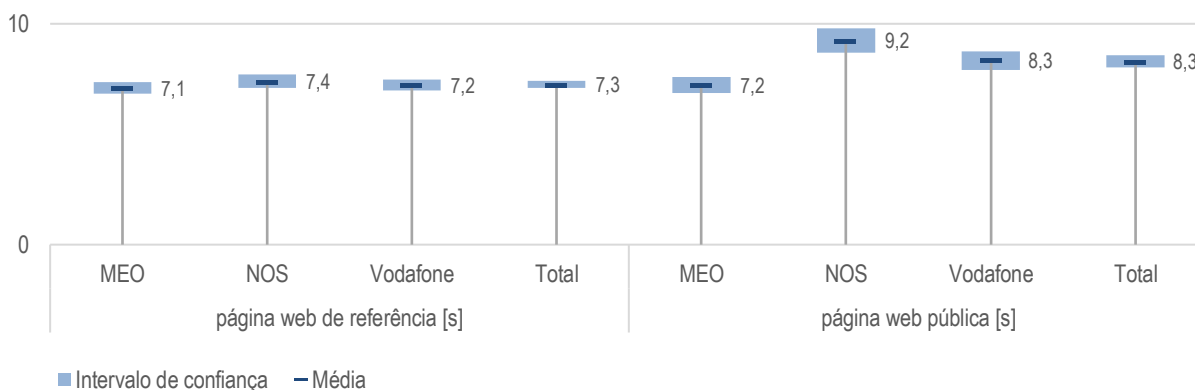
1.1.2.2.1 INDICADOR RÁCIO DE TERMINAÇÃO DE SESSÕES DE DADOS

Rácio de Terminação de Sessões de Dados
Navegação na Internet



1.1.2.2.2 INDICADOR DURAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE PÁGINA WEB

Duração de Transferência de Página web
Navegação na Internet



Duração de Transferência de Página web
Navegação na Internet

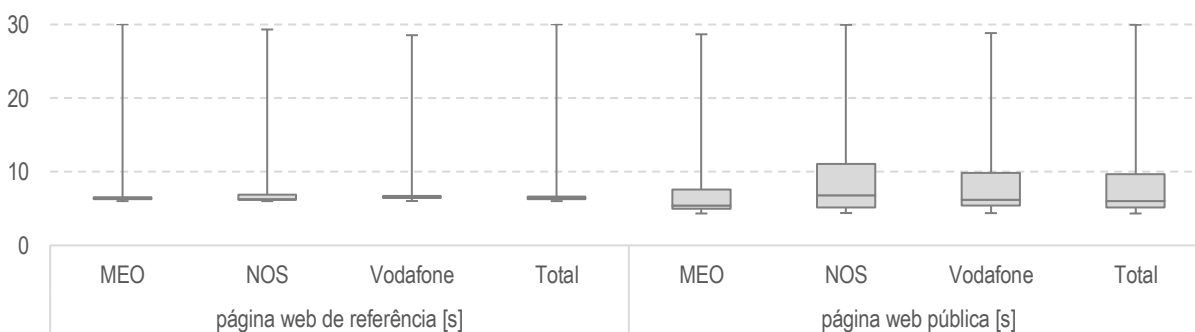


Diagrama de extremos e quartis

1.1.2.3 YOUTUBE VIDEO STREAMING

		MEO	NOS	Vodafone	Total
		<i>público</i>	<i>público</i>	<i>público</i>	<i>público</i>
YouTube Video Streaming	Rácio de Terminação de Sessões de Dados	95,2%	95,2%	96,6%	95,6%
	Tempo até Início de Visualização [s]				
	Média	3,4	4,1	3,4	3,7
	Desvio Padrão	2,3	3,1	2,9	2,8
	Máximo	26,4	26,3	25,0	26,4
	3.º Quartil	3,2	4,0	3,5	3,6
	Mediana	3,0	3,1	3,0	3,0
	1.º Quartil	2,8	2,9	1,6	2,8
	Mínimo	1,2	1,2	1,4	1,2
	Duração das Interrupções [s]				
	Média	0,5 *	1,1 *	0,9 *	0,9
	Desvio Padrão	1,3	3,4	2,4	2,6
	Máximo	22,2	25,7	25,6	25,7
	3.º Quartil	0,6	0,6	0,6	0,6
	Mediana	0,4	0,4	0,5	0,4
	1.º Quartil	0,4	0,2	0,4	0,4
	Mínimo	0,1	0,1	0,1	0,1
	Resolução de Vídeo [p]				
	Média	788	725	771	760
	Desvio Padrão	107	144	128	131
	Máximo	848	846	845	848
	3.º Quartil	843	843	843	843
	Mediana	843	720	842	842
	1.º Quartil	722	720	720	720
	Mínimo	337	219	144	144
	Qualidade de Vídeo [MOS]				
	Média	3,2	3,0	3,2	3,1
	Desvio Padrão	0,3	0,5	0,4	0,4
Máximo	3,4	3,4	3,4	3,4	
3.º Quartil	3,4	3,4	3,4	3,4	
Mediana	3,4	3,1	3,4	3,4	
1.º Quartil	3,1	3,1	3,1	3,1	
Mínimo	1,2	1,2	1,2	1,2	

* Estimativa aceitável (coeficiente de variação entre 10% e 25%)

Erro amostral	MEO	NOS	Vodafone	Total
	<i>público</i>	<i>público</i>	<i>público</i>	<i>público</i>
Rácio de Terminação de Sessões de Dados [p.p.]	1,9	1,9	1,6	1,0
Tempo até Início de Visualização [s]	0,21	0,28	0,26	0,15
Duração das Interrupções [s]	0,12	0,31	0,22	0,13
Resolução de Vídeo [p]	10	13	11	7
Qualidade de Vídeo [MOS]	0,03	0,04	0,04	0,02

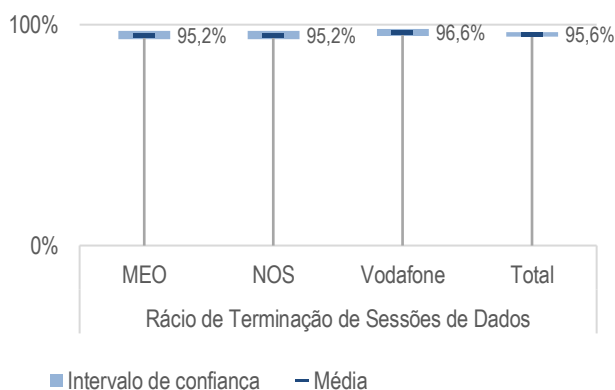
Teste de diferenças entre prestadores
(com nível de confiança de 95%)

≠ Diferença estatisticamente significativa entre prestadores
= Semelhança entre prestadores

	MEO vs. Vodafone	NOS vs. MEO	Vodafone vs. NOS
	<i>público</i>	<i>público</i>	<i>público</i>
Rácio de Terminação de Sessões de Dados	=	=	=
Tempo até Início de Visualização	=	≠	≠
Duração das Interrupções	≠	≠	=
Resolução de Vídeo	≠	≠	≠
Qualidade de Vídeo	≠	≠	≠

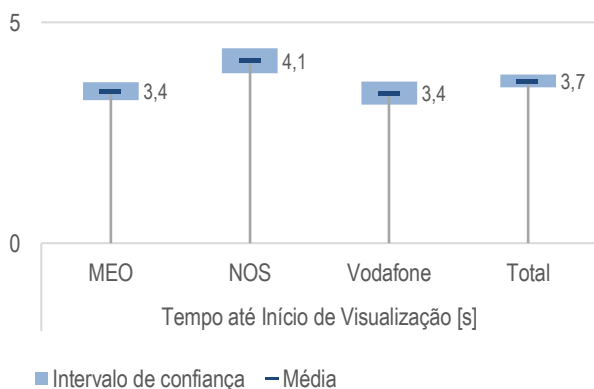
1.1.2.3.1 INDICADOR RÁCIO DE TERMINAÇÃO DE SESSÕES DE DADOS

Rácio de Terminação de Sessões de Dados
YouTube Video Streaming

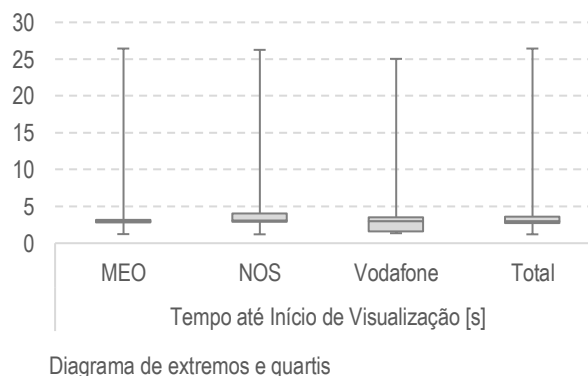


1.1.2.3.2 INDICADORES TEMPO ATÉ INÍCIO DE VISUALIZAÇÃO DE CONTEÚDOS

Tempo até Início de Visualização
YouTube Video Streaming

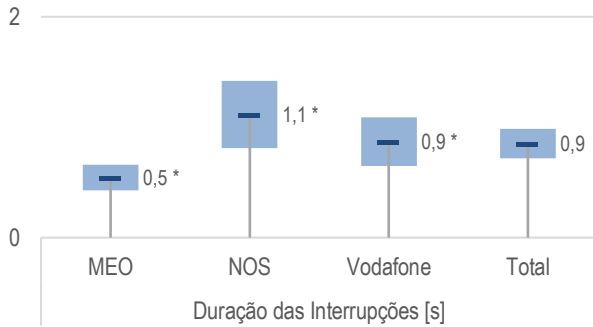


Tempo até Início de Visualização
YouTube Video Streaming



1.1.2.3.3 INDICADOR DURAÇÃO DAS INTERRUPÇÕES

Duração das Interrupções
YouTube Video Streaming



Duração das Interrupções
YouTube Video Streaming

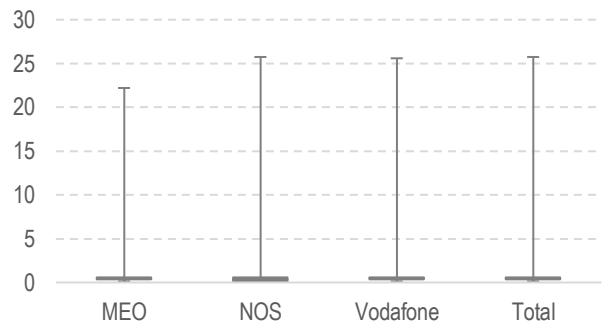
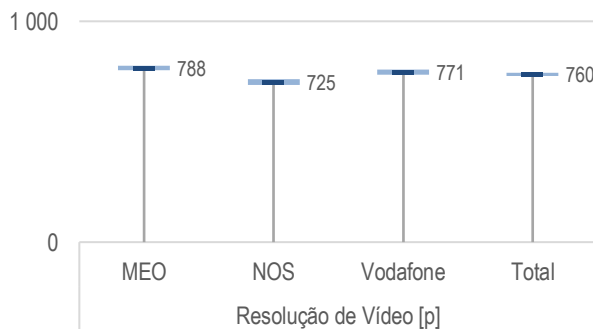


Diagrama de extremos e quartis

1.1.2.3.4 INDICADOR RESOLUÇÃO DE VÍDEO

Resolução de Vídeo
YouTube Video Streaming



Resolução de Vídeo
YouTube Video Streaming

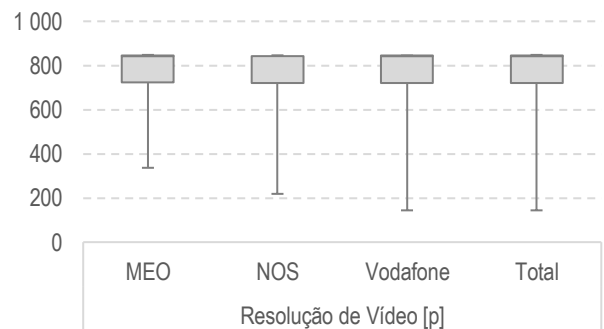
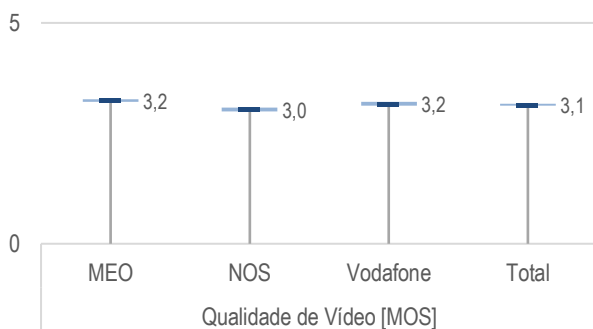


Diagrama de extremos e quartis

1.1.2.3.5 INDICADOR QUALIDADE DE VÍDEO

Qualidade de Vídeo
YouTube Video Streaming



Qualidade de Vídeo
YouTube Video Streaming

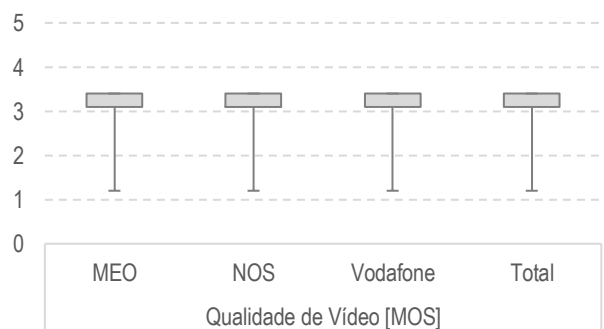


Diagrama de extremos e quartis

1.1.3 LATÊNCIA DE TRANSMISSÃO DE DADOS

		MEO	NOS	Vodafone	Total
		referência	referência	referência	referência
Latência	Rácio de Terminação de Sessões de Dados	94,4%	89,4%	94,8%	92,7%
	Latência [ms]				
	Média	28 *	37	28 *	31
	Desvio Padrão	67	76	70	71
	Máximo	957	799	982	982
	3.º Quartil	21	21	21	21
	Mediana	16	17	17	17
	1.º Quartil	14	15	14	14
	Mínimo	8	11	10	8

* Estimativa aceitável (coeficiente de variação entre 10% e 25%)

Erro amostral		MEO	NOS	Vodafone	Total
		referência	referência	referência	referência
Rácio de Terminação de Sessões de Dados [p.p.]		2,0	2,7	1,9	1,3
Latência [ms]		6,0	7,1	6,3	3,8

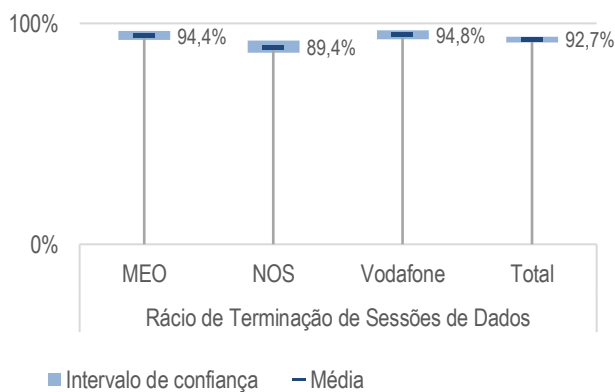
Teste de diferenças entre prestadores
(com nível de confiança de 95%)

≠ Diferença estatisticamente significativa entre prestadores
= Semelhança entre prestadores

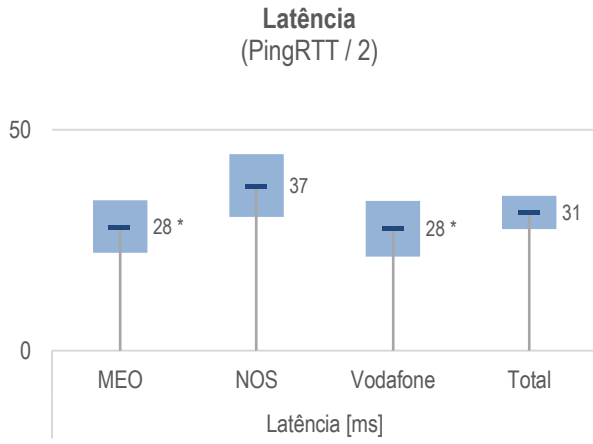
	MEO vs. Vodafone	NOS vs. MEO	Vodafone vs. NOS
	referência	referência	referência
Rácio de Terminação de Sessões de Dados	=	≠	≠
Latência	=	=	≠

1.1.3.1 INDICADOR RÁCIO DE TERMINAÇÃO DE SESSÕES DE DADOS

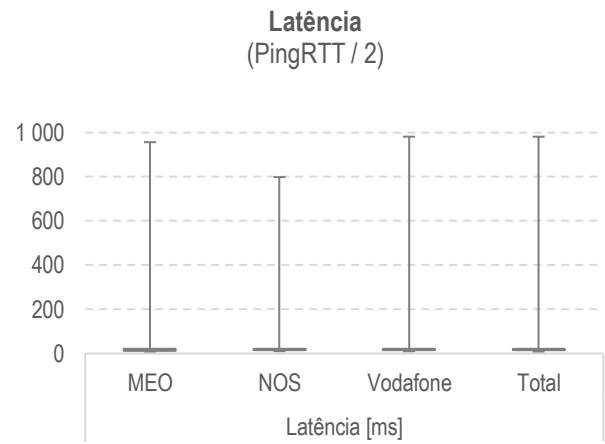
Rácio de Terminação de Sessões de Dados
Latência (PingRTT / 2)



1.1.3.2 INDICADOR LATÊNCIA



■ Intervalo de confiança — Média * Estimativa aceitável (coeficiente de variação entre 10% e 25%)



----- *** -----