ANACOM AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES

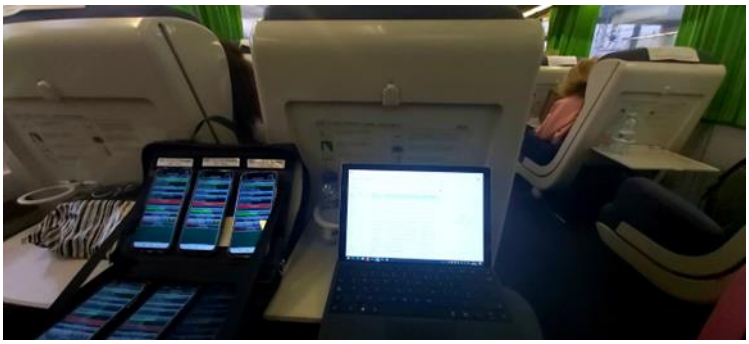
ANEXO 7

LINHA DE GUIMARÃES
IC/PORTO - GUIMARÃES

LINHA DE GUIMARÃES

IC / PORTO - GUIMARÃES

Datas: 14 abril e 15 julho



AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO NA ÓTICA DO UTILIZADOR

ÍNDICE

Conteúdo

1 Enquadramento 3

2 Resultados 4

2.1 Cobertura Rádio - Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia 4

2.2 Serviço de Voz 6

2.3 Serviço de Dados 7

3 Mapas de percurso / Testes 10

3.1 Cobertura Rede Móvel 10

3.2 Serviço de Voz 14

3.3 Serviço de Dados 17

3.4 Casos especiais 20

3.5 Desempenho Global 20

4 Conclusões 21

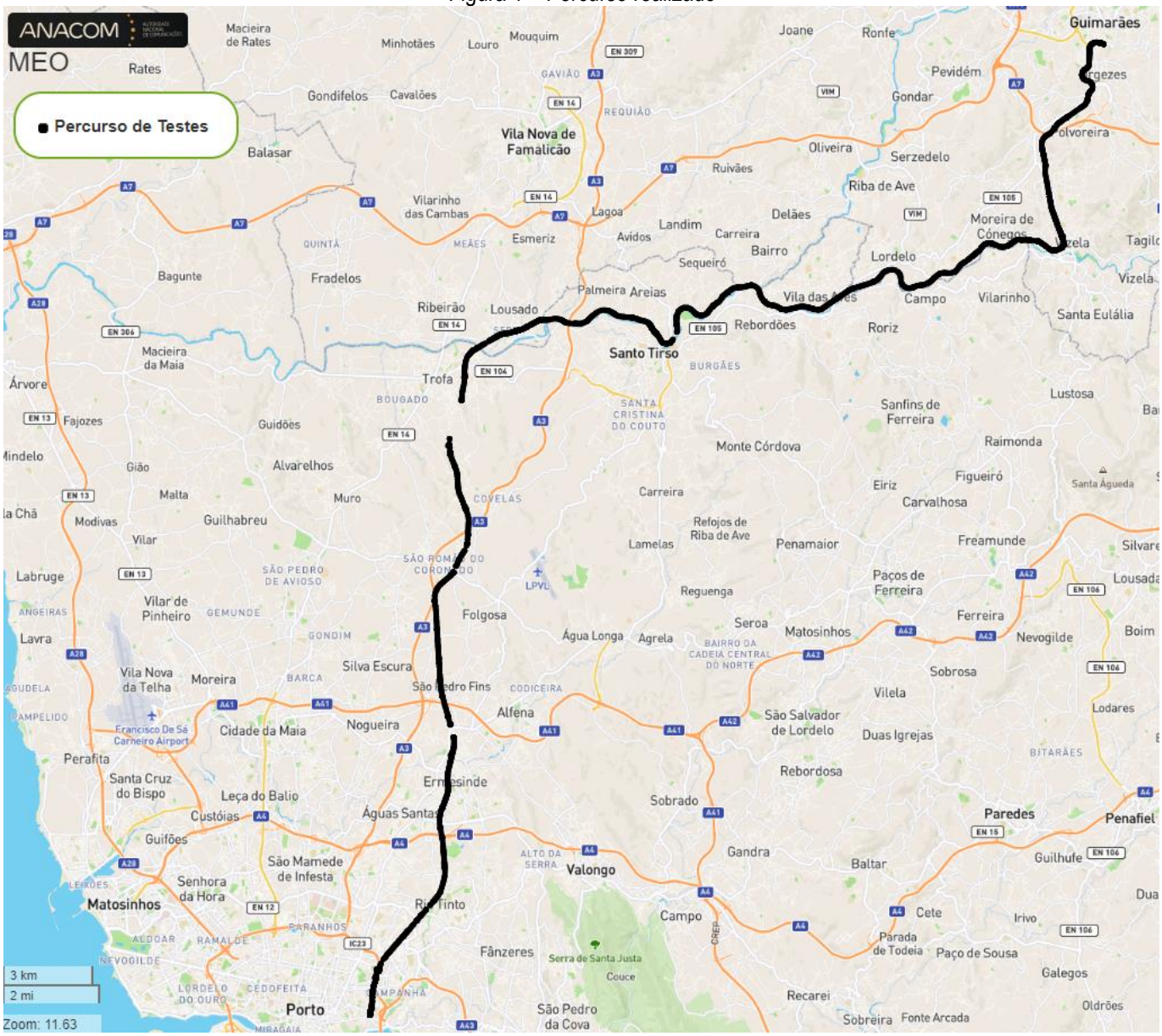
1 ENQUADRAMENTO

No âmbito do Estudo de Aferição da Qualidade de Serviço das Redes Móveis na Ótica do Utilizador, solicitado pela (C.P.) Comboios de Portugal, nos dias 14 de abril e 15 de julho de 2022, foram realizadas campanhas de testes e medições.

O objetivo foi o de avaliar o desempenho dos serviços de comunicações móveis terrestres e verificar os níveis de cobertura radioelétrica 2G, 3G, 4G e 5G dos sistemas de comunicações móveis dos operadores MEO - Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A. (MEO), NOS Comunicações, S.A. (NOS) e Vodafone Portugal - Comunicações Pessoais, S.A. (Vodafone), na Linha de Guimarães IC – PORTO / GUIMARÃES.

A amostra é constituída pelos resultados obtidos durante a realização do percurso por 4 vezes, a bordo dos respetivos comboios, tendo sido realizadas 334 chamadas de voz, 329 testes de velocidade da ligação à Internet e 27 476 registos de sinal rádio.

Figura 1 – Percurso realizado



2 RESULTADOS

2.1 COBERTURA RÁDIO - DISPONIBILIDADE DE SINAL DE REDE MÓVEL E TIPO DE TECNOLOGIA

Tendo por base o total de medições efetuadas por cada operador, foi registada a indicação de rede inexistente em 0,2% das amostras na rede da MEO e em 0,1% na Vodafone.

Tabela 1 – Cobertura Rádio (Sinal de rede)

Registos		
Operador	**Com Sinal de Rede**	**Sem Sinal de Rede**
MEO	99,8%	0,2%
NOS	100,0%	0,0%
VODAFONE	99,9%	0,1%

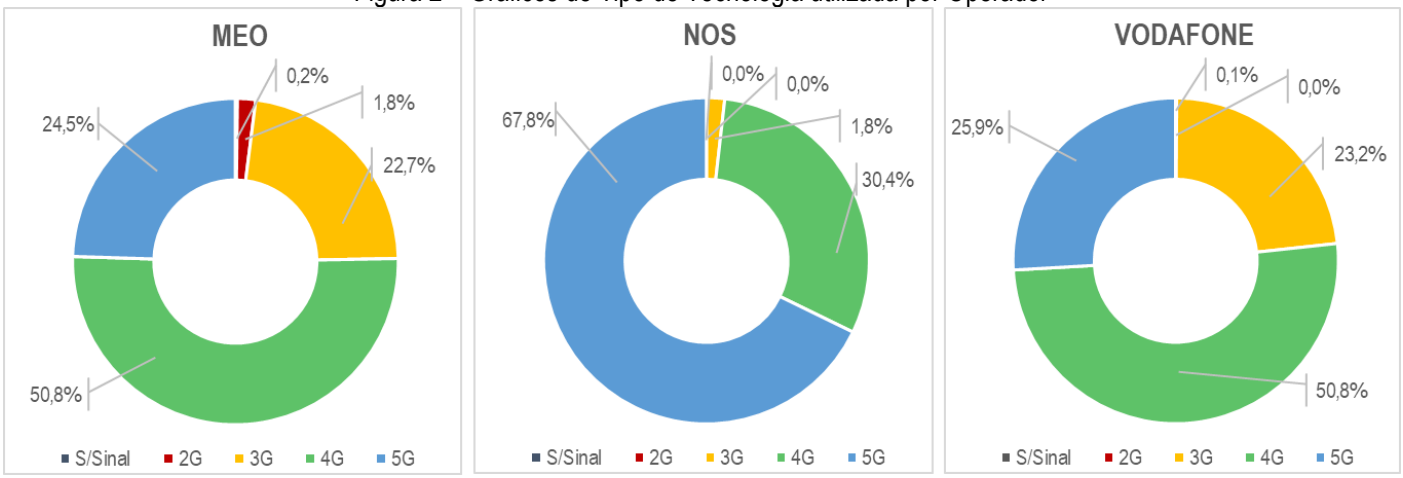
Os resultados detalhados por operador e por tipo de tecnologia.

Tabela 2 – Cobertura Rádio (Níveis de sinal recebido nos dispositivos móveis)

Nível de Sinal	MEO					NOS					VODAFONE				
	S/Sinal	2G	3G	4G	5G	S/Sinal	2G	3G	4G	5G	S/Sinal	2G	3G	4G	5G
Nº Amostras	18	162	2077	4632	2241	4	0	168	2790	6223	6	4	2129	4650	2372
Nível Médio (dBm)	--	-77	-78	-97	-96	--	0	-102	-99	-98	--	-107	-78	-99	-97
Nível Máximo (dBm)	--	-50	-44	-73	-64	--	-114	-79	-66	-69	--	-107	-39	-66	-66
Nível Mínimo (dBm)	--	-109	-120	-132	-129	--	-50	-120	-140	-140	--	-107	-119	-140	-137
Desvio Padrão	--	18	13	9	12	--	0	10	11	10	--	0	13	12	13

Na Figura 2, encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia, verificando-se que a tecnologia 4G é a mais registada na rede da MEO e Vodafone e a 5G na da NOS.

Figura 2 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador



A qualificação dos níveis de sinal foi definida conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela de classificação de Qualidade de Sinal

Cobertura (Qualidade de sinal)	2G	3G	4G / 5G
Muito Boa	-75 dBm ≤ RSSI	-85 dBm ≤ RSCP	-95 dBm ≤ RSRP
Boa	-85 dBm ≤ RSSI < -75 dBm	-95 dBm ≤ RSCP < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSRP < -95 dBm
Aceitável	-95 dBm ≤ RSSI < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSCP < -95 dBm	-115 dBm ≤ RSRP < -105 dBm
Má	-105 dBm ≤ RSSI < -95 dBm	-115 dBm ≤ RSCP < -105 dBm	-125 dBm ≤ RSRP < -115 dBm
Muito Má	RSSI < -105 dBm	RSCP < -115 dBm	RSRP < -125 dBm
Inexistente	Sem sinal de rede		

(*) RSSI – *Received Signal Strength Indicator*; ** RSCP – *Received Signal Code Power*; *** RSRP – *Reference Signal Received Power*

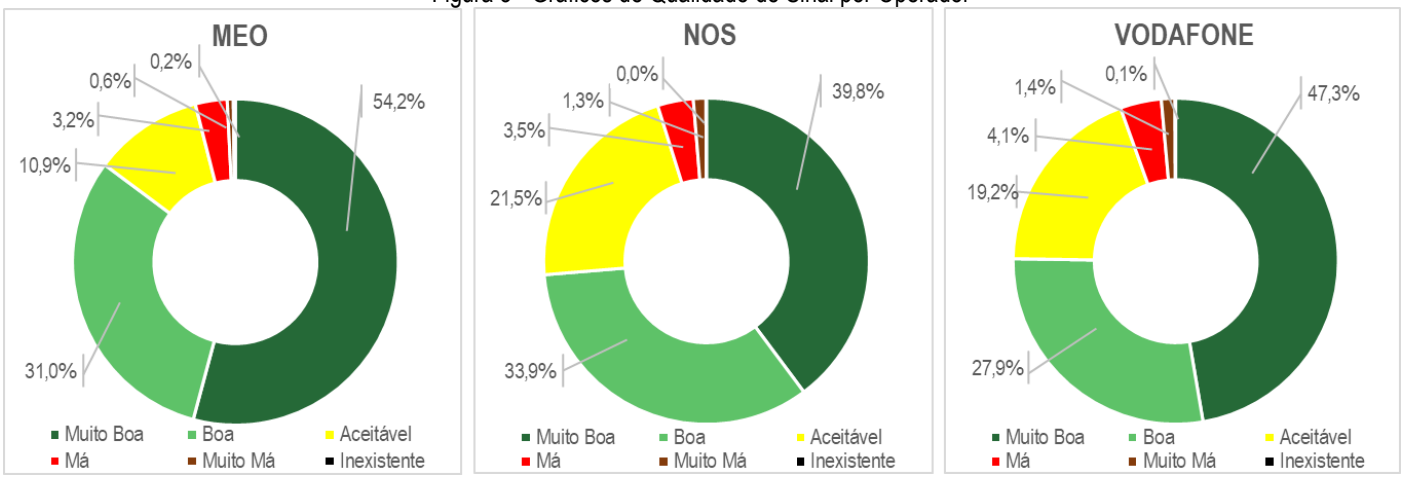
Os resultados de qualidade sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Tabela de Qualidade de Sinal por Operador e por Tecnologia

Qualidade Rádio	MEO				NOS				VODAFONE			
	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G
Muito Boa	0,9%	16,2%	25,2%	11,9%	0,0%	0,1%	11,1%	28,6%	0,0%	16,7%	19,8%	10,9%
Boa	0,5%	4,4%	18,4%	7,7%	0,0%	0,4%	10,4%	23,0%	0,0%	4,6%	16,7%	6,6%
Aceitável	0,2%	1,6%	5,1%	4,0%	0,0%	0,7%	7,3%	13,5%	0,0%	1,4%	10,9%	7,0%
Má	0,2%	0,4%	2,0%	0,7%	0,0%	0,4%	0,9%	2,2%	0,0%	0,4%	2,5%	1,3%
Muito Má	0,1%	0,2%	0,1%	0,4%	0,0%	0,3%	0,6%	0,4%	0,0%	0,3%	0,9%	0,2%
Inexistente	0,2%				0,0%				0,1%			

Na Figura 3, verifica-se que os registos classificados com qualidade "Muito Boa", "Boa" e "Aceitável" perfazem um total de 96,1% na MEO, 95,2% na NOS, e 94,4% na Vodafone.

Figura 3 - Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador



2.2 SERVIÇO DE VOZ

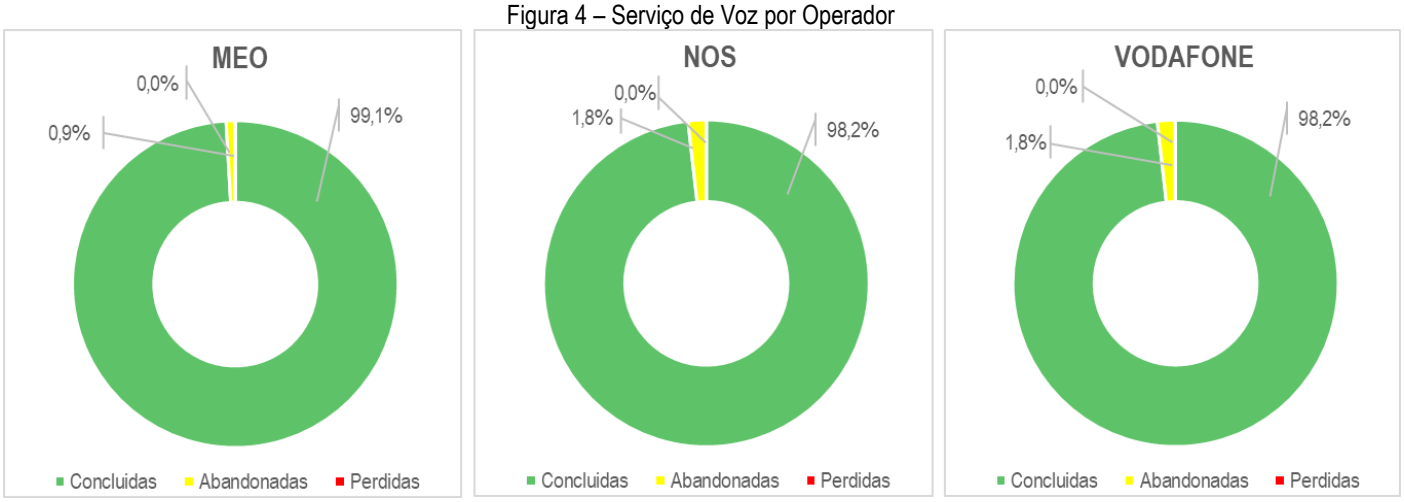
Verificou-se que os níveis de *Acessibilidade ao Serviço* são de 100% em todos os operadores., conforme se mostra nas Tabela 5.

Tabela 5 – Acessibilidade e terminação de chamadas por Operador

Chamadas Realizadas	MEO	NOS	VODAFONE
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	111	112	111
Falhadas no Estabelecimento	0	0	0
Falhadas Durante a Chamada	1	2	2
Com Terminação Normal	110	110	109
Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	100,0%
Rácio de Terminação de Chamadas	99,1%	98,2%	98,2%

Na Figura 4 verifica-se que as chamadas concluídas com sucesso atingem os 99,1% na MEO e 98,2% na NOS e Vodafone.

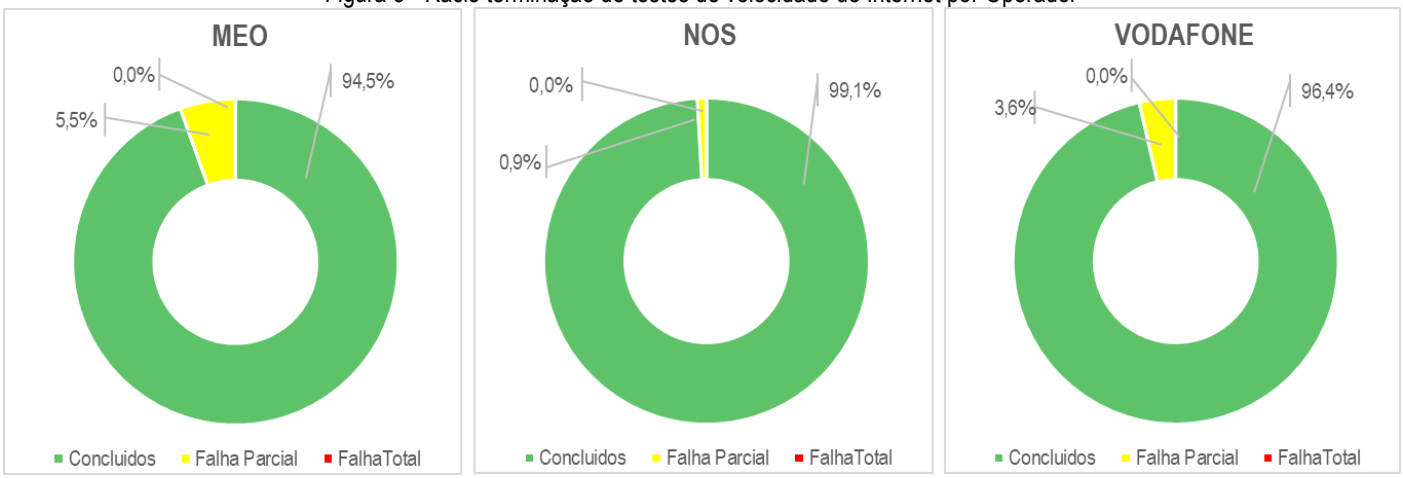
Figura 4 – Serviço de Voz por Operador



2.3 SERVIÇO DE DADOS

A Figura 5 evidencia que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes NET.mede com sucesso, é de 94,5% na MEO, 99,1% na NOS e 96,4% na Vodafone.

Figura 5 - Rácio terminação de testes de velocidade de Internet por Operador



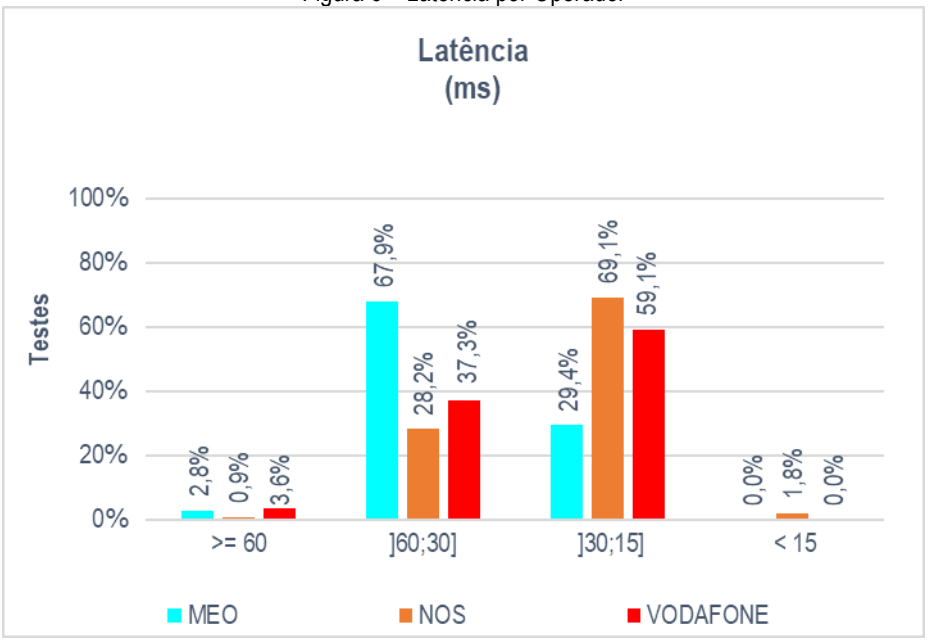
No que respeita ao desempenho do acesso à Internet, os testes demonstram que existem grandes variações, muito dependentes da qualidade sinal e da tecnologia de acesso rádio (**Error! Reference source not found.**). Existem outros fatores relevantes que influenciam este desempenho, não controláveis neste estudo, como são, por exemplo, o número de utilizadores ligados à mesma estação base ou o número de utilizadores que estão simultaneamente a aceder ao servidor que, para efeitos dos ensaios, se está a consultar/aceder. Relativamente às variáveis que estamos a analisar, normalmente, nos locais onde a qualidade do sinal é razoável e a tecnologia é LTE/NR (4G/5G) o resultado é majorado.

Tabela 6 – Serviço de Dados por Operador

		MEO		NOS		VODAFONE	
		Download	Upload	Download	Upload	Download	Upload
Velocidade	Lançados	109	109	110	110	110	110
	Concluidos	108	104	110	109	109	107
	Falha	1	5	0	1	1	3
	Velocidade Média [Mbps]	156,9	18,1	213,3	32,9	106,2	20,3
	Velocidade Máxima [Mbps]	666,1	75,1	909,7	122	951,1	137,3
	Velocidade Mínima [Mbps]	0,2	1,4	0,7	0,1	0,2	0,3
	Desvio Padrão [Mbps]	179,8	15,1	241,6	30,5	208,2	30,5
Latência	>= 60 ms	2,8%		0,9%		3,6%	
	[30;60[ms	67,9%		28,2%		37,3%	
	[15;30[ms	29,4%		69,1%		59,1%	
	< 15 ms	0,0%		1,8%		0,0%	
	Concluidos	109		110		110	
	Falha	0		0		0	
	Média [ms]	35		25		38	
	Máxima [ms]	66		62		363	
	Mínima [ms]	22		13		15	
	Desvio Padrão [ms]	8		9		49	

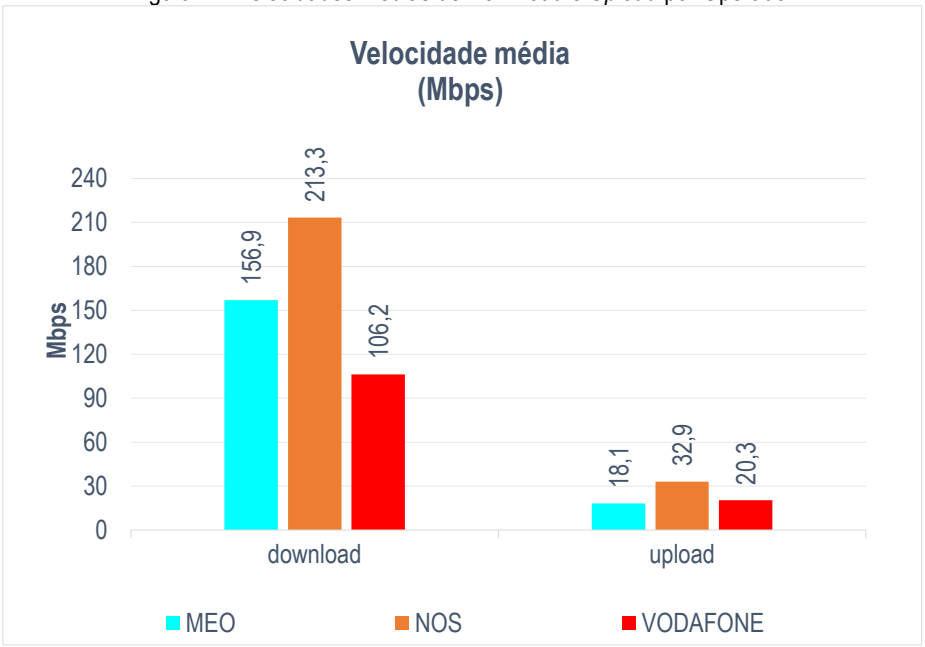
Na Figura 6 verifica-se que os três operadores obtêm valores de latência similares, inferiores a 60 ms na grande maioria dos testes realizados.

Figura 6 – Latência por Operador



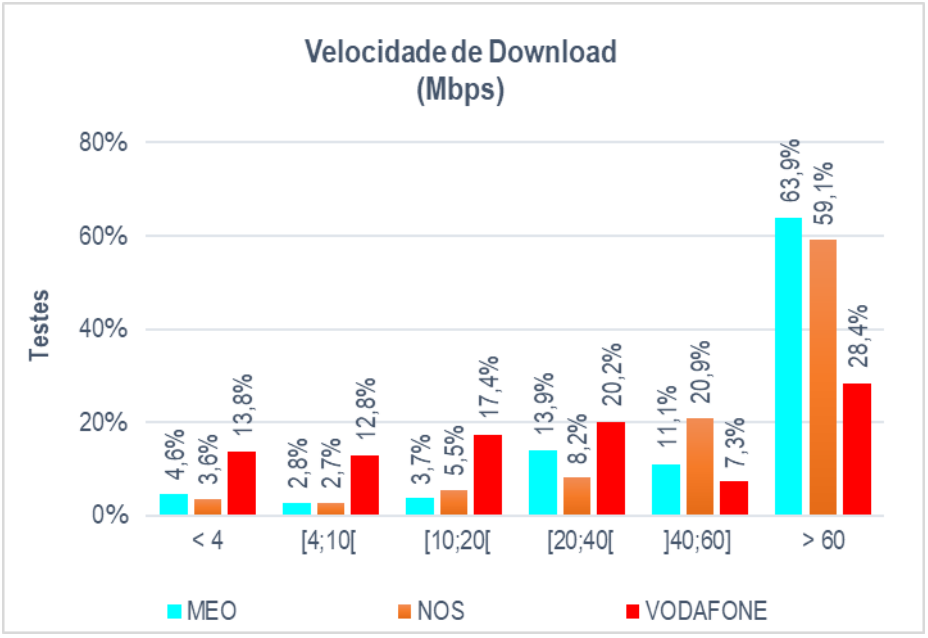
Em termos médios, os três operadores apresentam as velocidades de *Download* e de *Upload* que variam, respetivamente, entre os 213 e 106 Mbps e entre os 33 e 18 Mbps (Figura 7).

Figura 7 – Velocidades Médias de *Download* e *Upload* por Operador



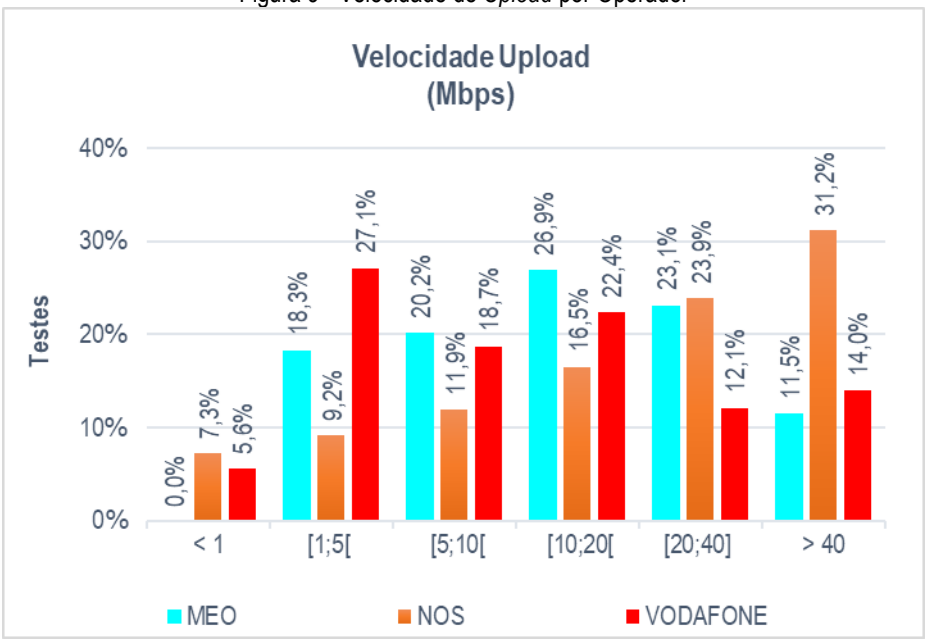
Na Figura 8 evidencia-se que em pelo menos 28% dos testes realizados aos três operadores se atingem velocidades de *Download* superiores a 60 Mbps.

Figura 8- Velocidade de *Download* por Operador



Relativamente à velocidade de *Upload*, verifica-se que a MEO obteve velocidades superiores a 10 Mbps em 61,5%, a NOS em 71,6% e a Vodafone em 48,5%.

Figura 9 - Velocidade de *Upload* por Operador



3 MAPAS DE PERCURSO / TESTES

O resultado do estudo realizado é apresentado em mapas de cores (conforme legendas) para mais fácil identificação das condições associadas a cada local.

3.1 COBERTURA REDE MÓVEL

Nas Figura 10 a 12 identificam-se o percurso onde foram efetuadas as medições representando a qualidade da cobertura da rede, por operador.

O troço entre Portela - Trofa é o que apresenta menos bons valores de qualidade de cobertura, atingindo níveis de qualidade de Aceitável e "Má".

A cobertura dos três operadores não apresenta variações significativas ao longo do percurso efetuado.

Figura 10 - Cobertura Rede Móvel MEO

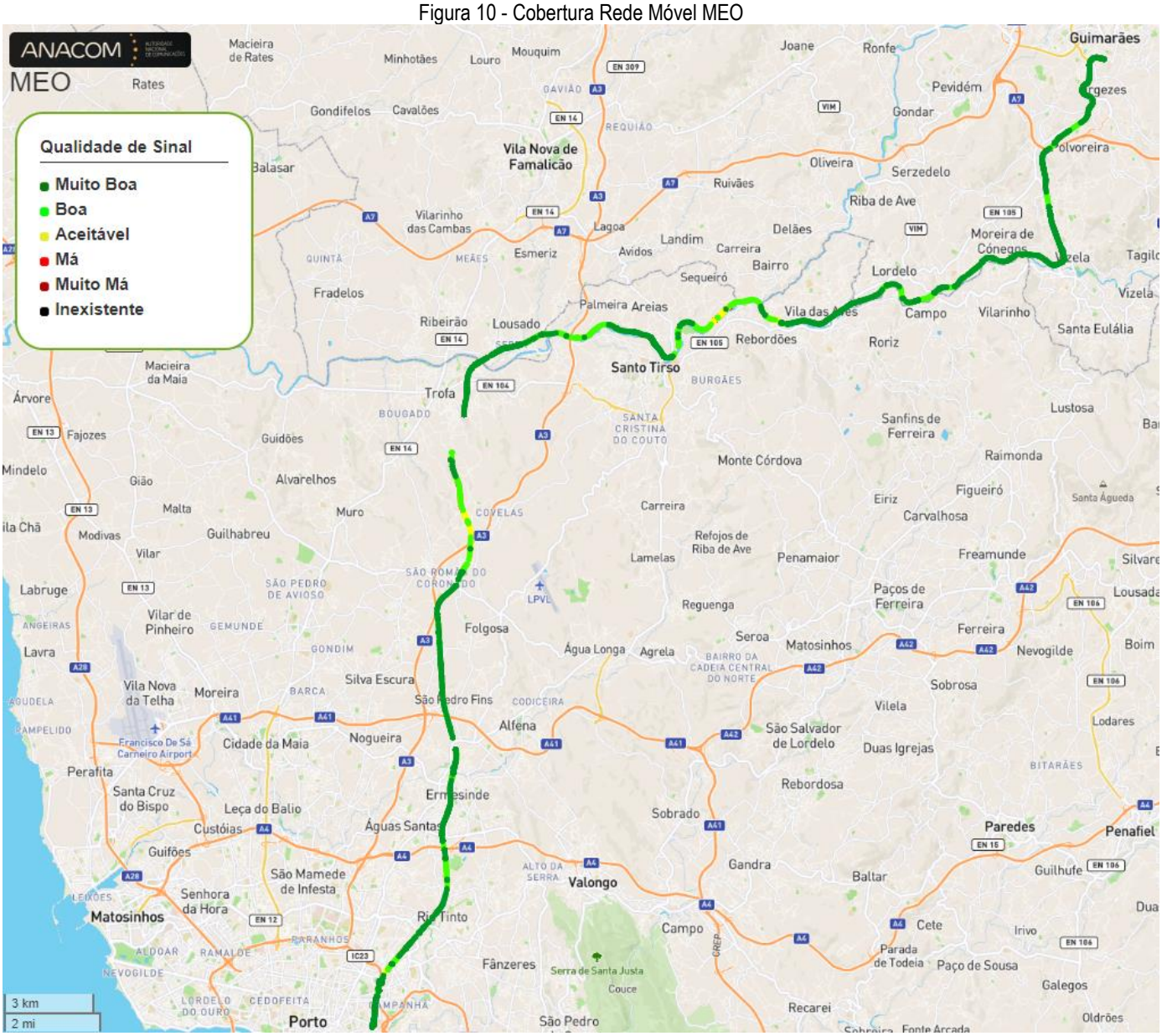


Figura 11 - Cobertura Rede Móvel NOS

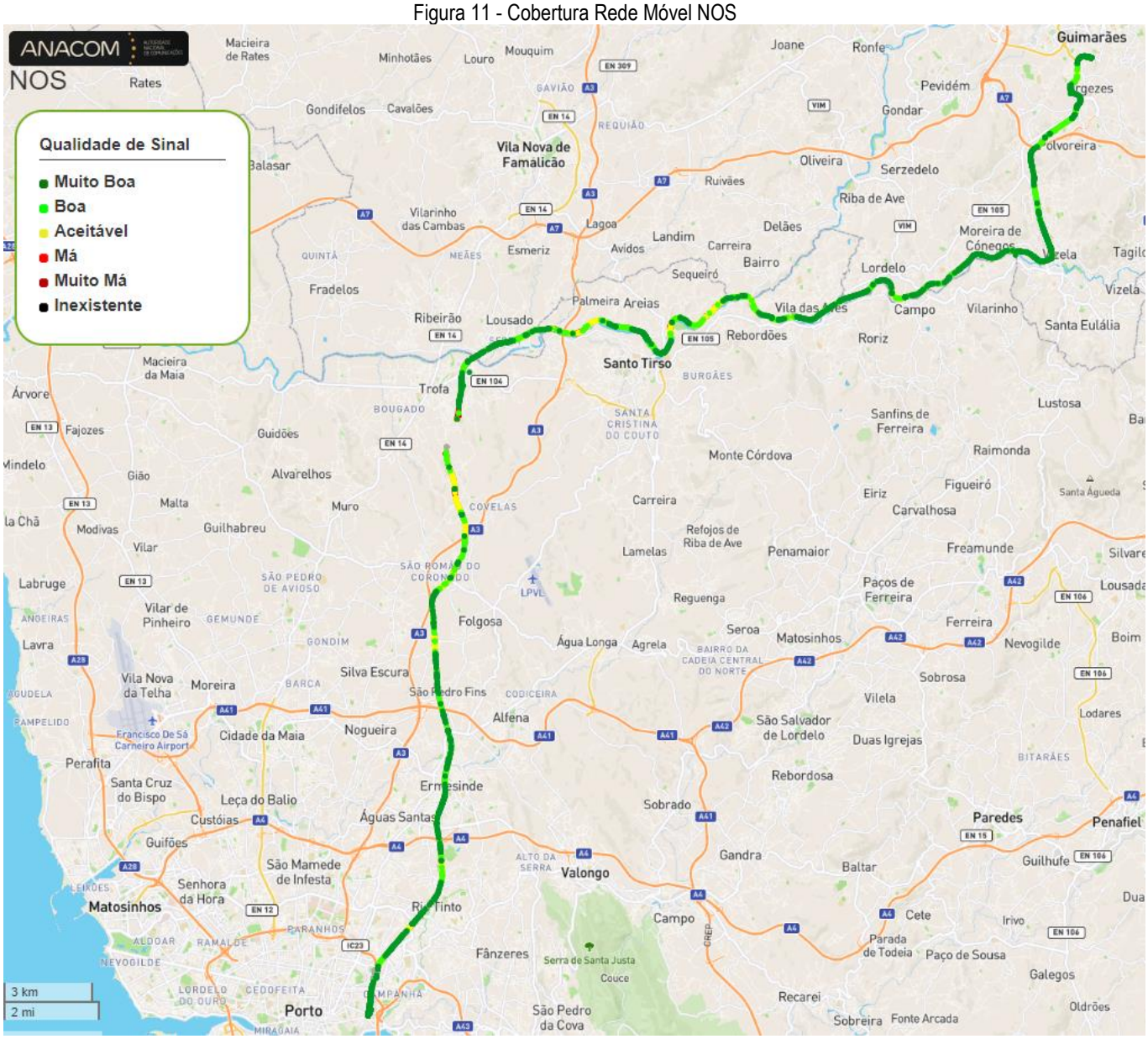
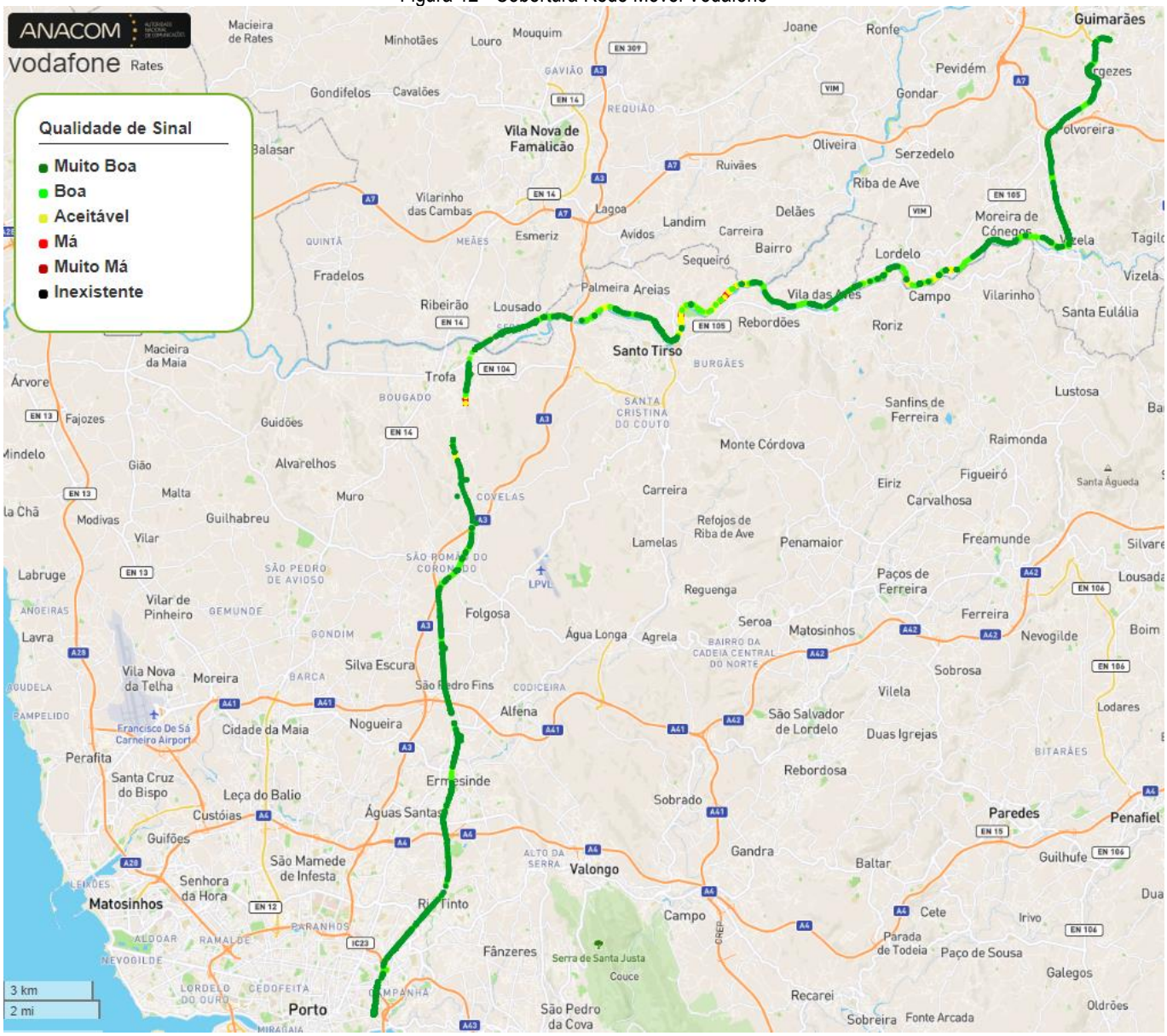
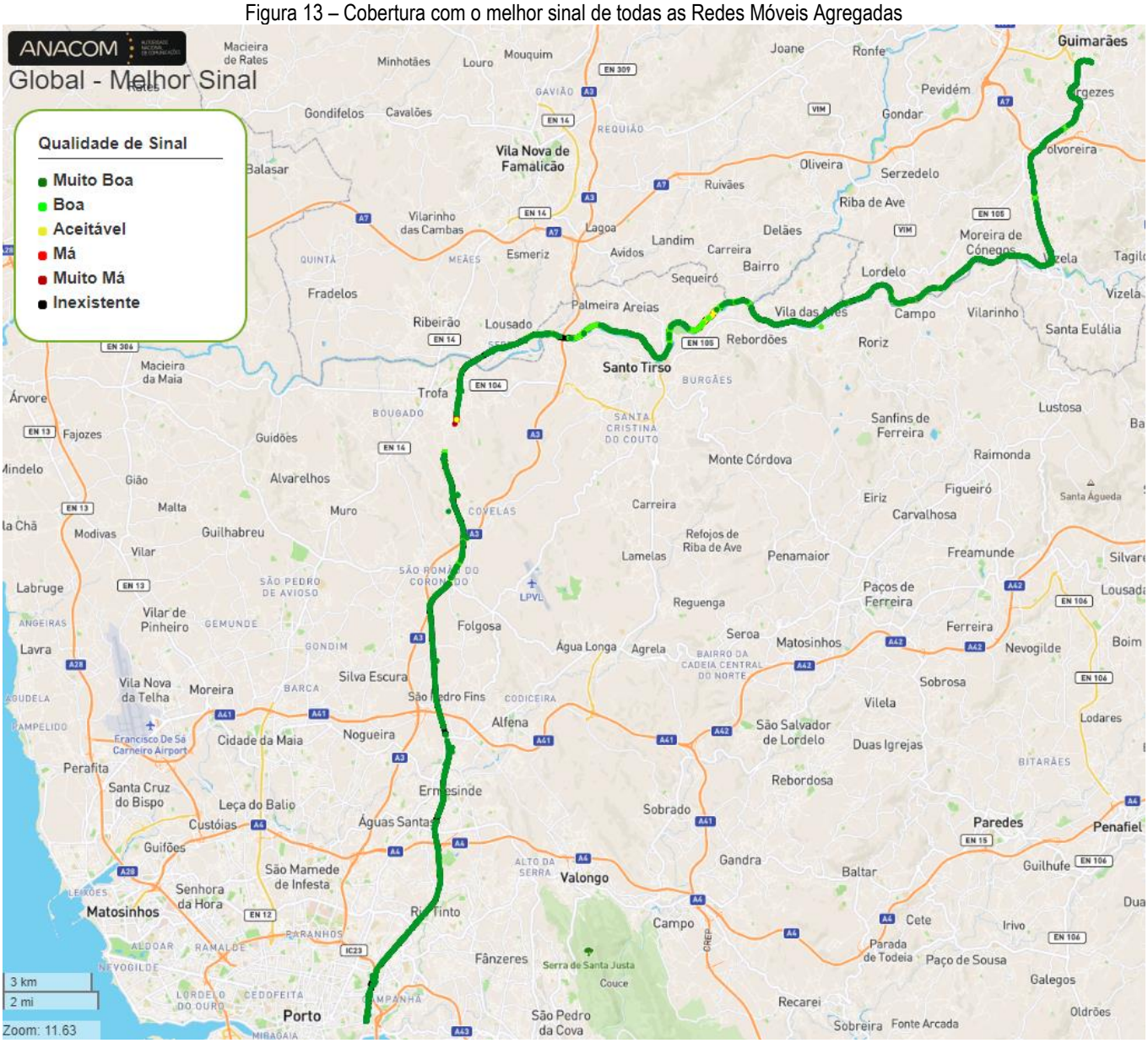


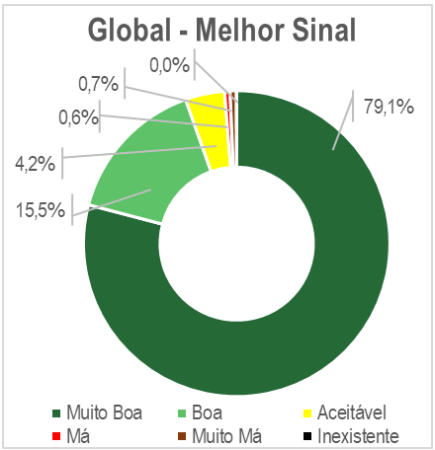
Figura 12 - Cobertura Rede Móvel Vodafone



Na Figura 13, foi identificado, para cada ponto geográfico, o melhor nível de sinal entre os três operadores analisados (estudo teórico). Desta forma, pretende-se realçar que, caso estivesse disponível o "*Roaming* Nacional", se teria uma cobertura agregada de melhor qualidade ascendendo aos 98,8% (níveis de qualidade "Muito Boa", "Boa" e "Aceitável").

Figura 13 – Cobertura com o melhor sinal de todas as Redes Móveis Agregadas





3.2 SERVIÇO DE VOZ

Nas Figuras 14 a 16 são visualizadas as chamadas efetuadas, evidenciando-se que as “Perdidas” (não foi possível o estabelecimento da chamada) e as “Abandonadas” (chamadas que não foram concluídas com sucesso) que ocorreram nos locais cuja qualidade de acesso era pior.

Figura 14 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na Rede Móvel MEO

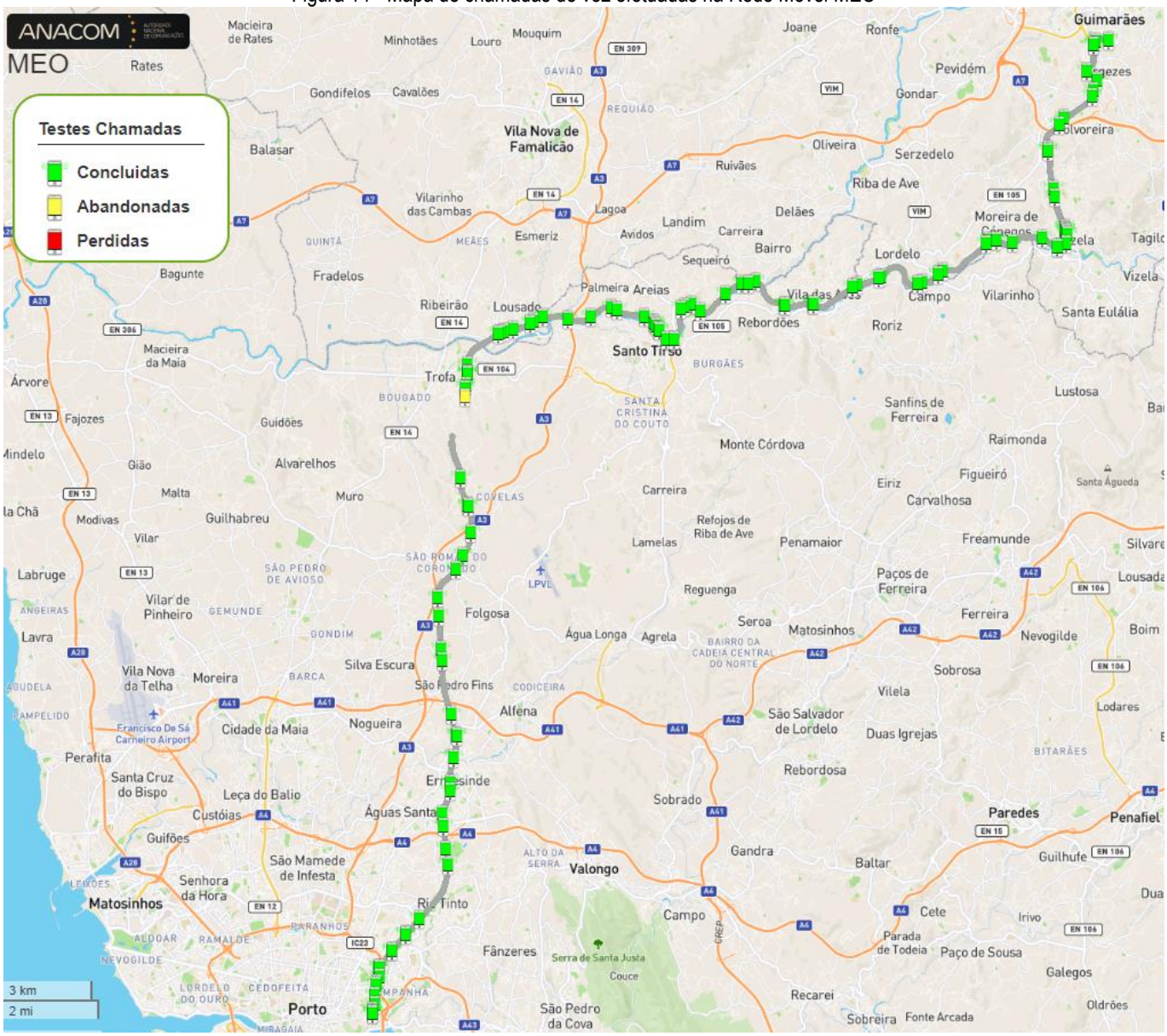


Figura 15 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na Rede Móvel NOS

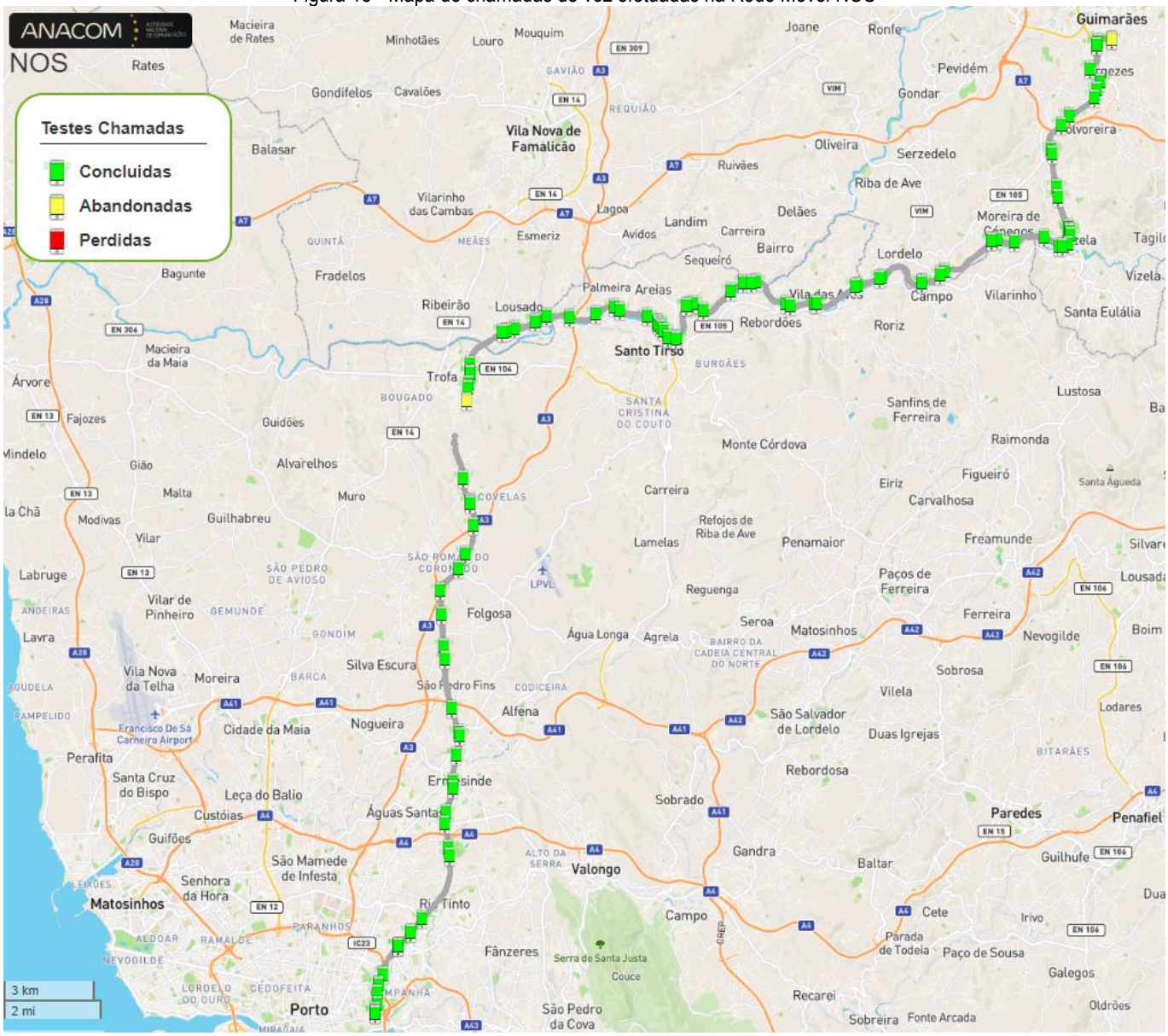
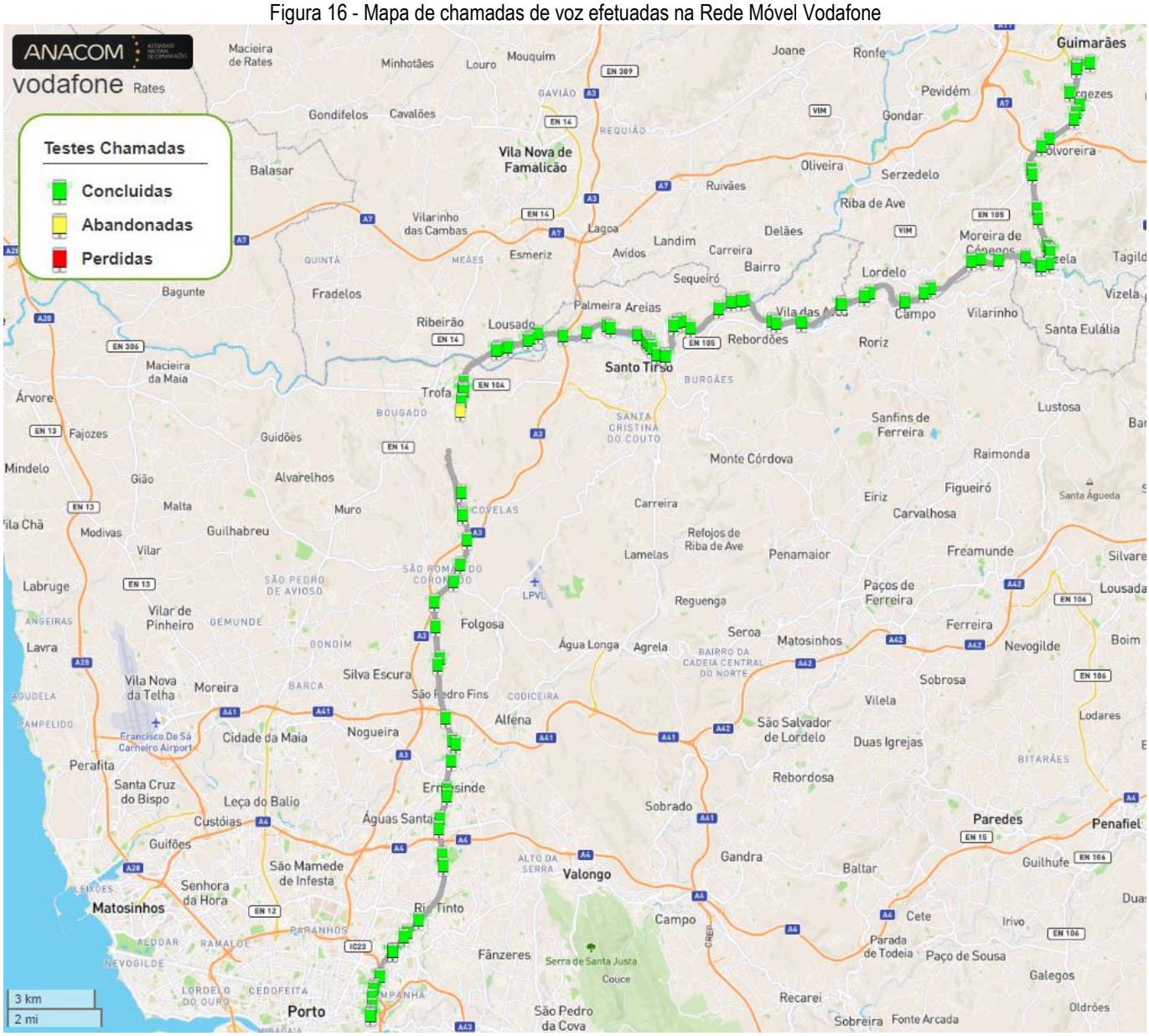


Figura 16 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na Rede Móvel Vodafone



3.3 SERVIÇO DE DADOS

De forma análoga aos resultados do serviço de voz, os testes do serviço de dados efetuados obtiveram piores resultados, nos locais onde os níveis de sinal de rede eram menores (Figuras 17 a 19).

Figura 17 - Mapa de testes de dados efetuados na Rede Móvel MEO

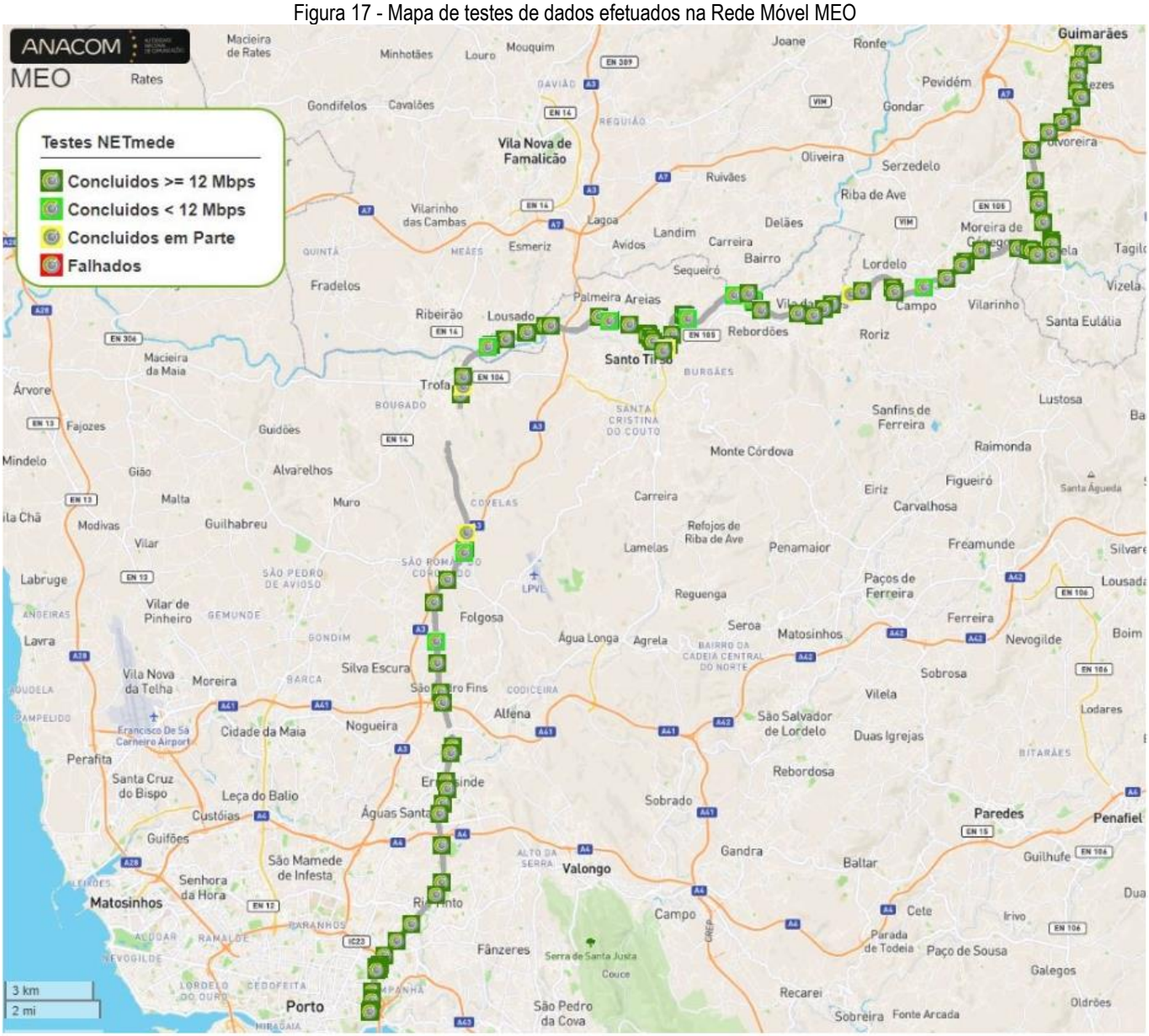


Figura 18 - Mapa de testes de dados efetuados na Rede Móvel NOS

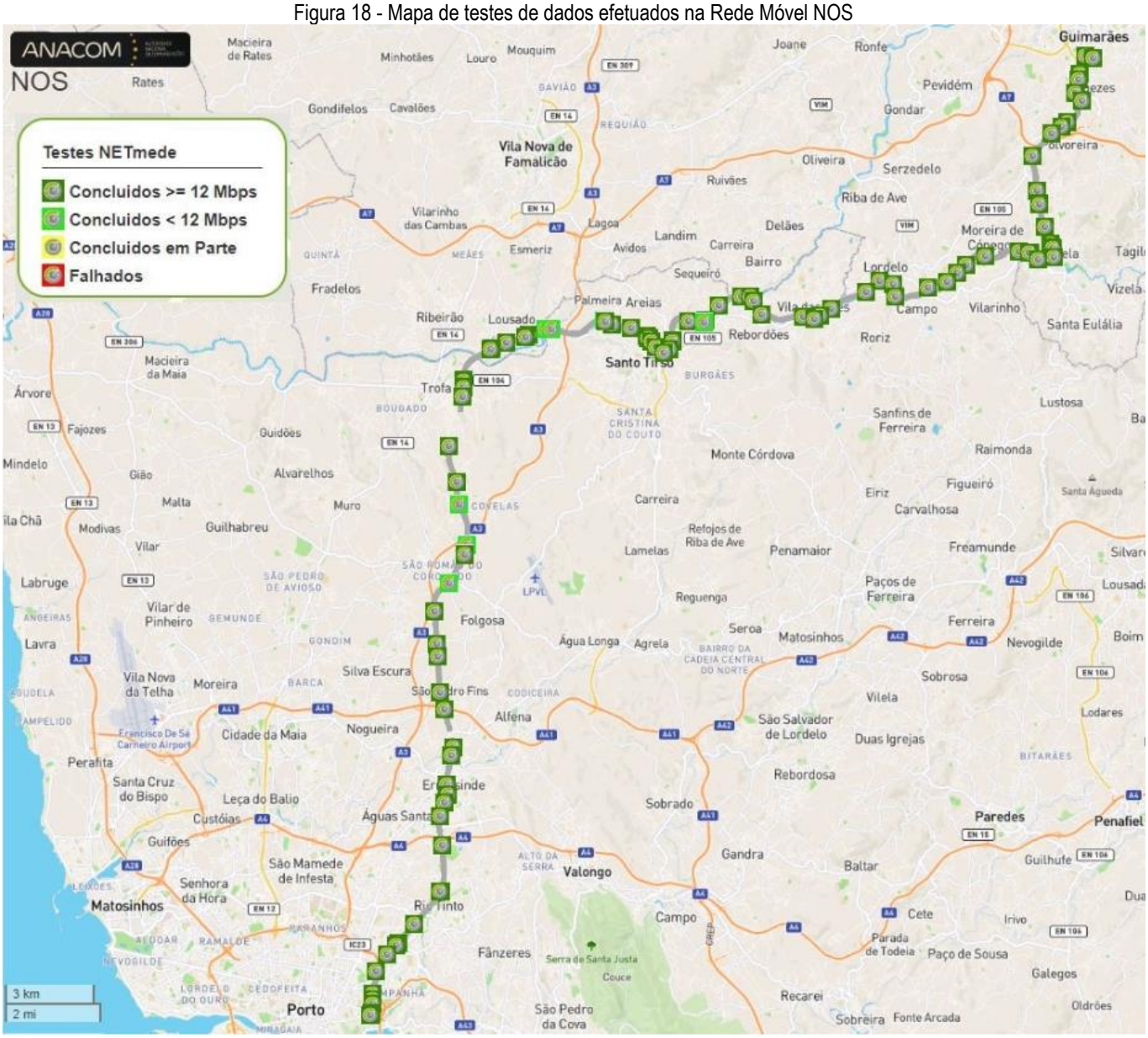
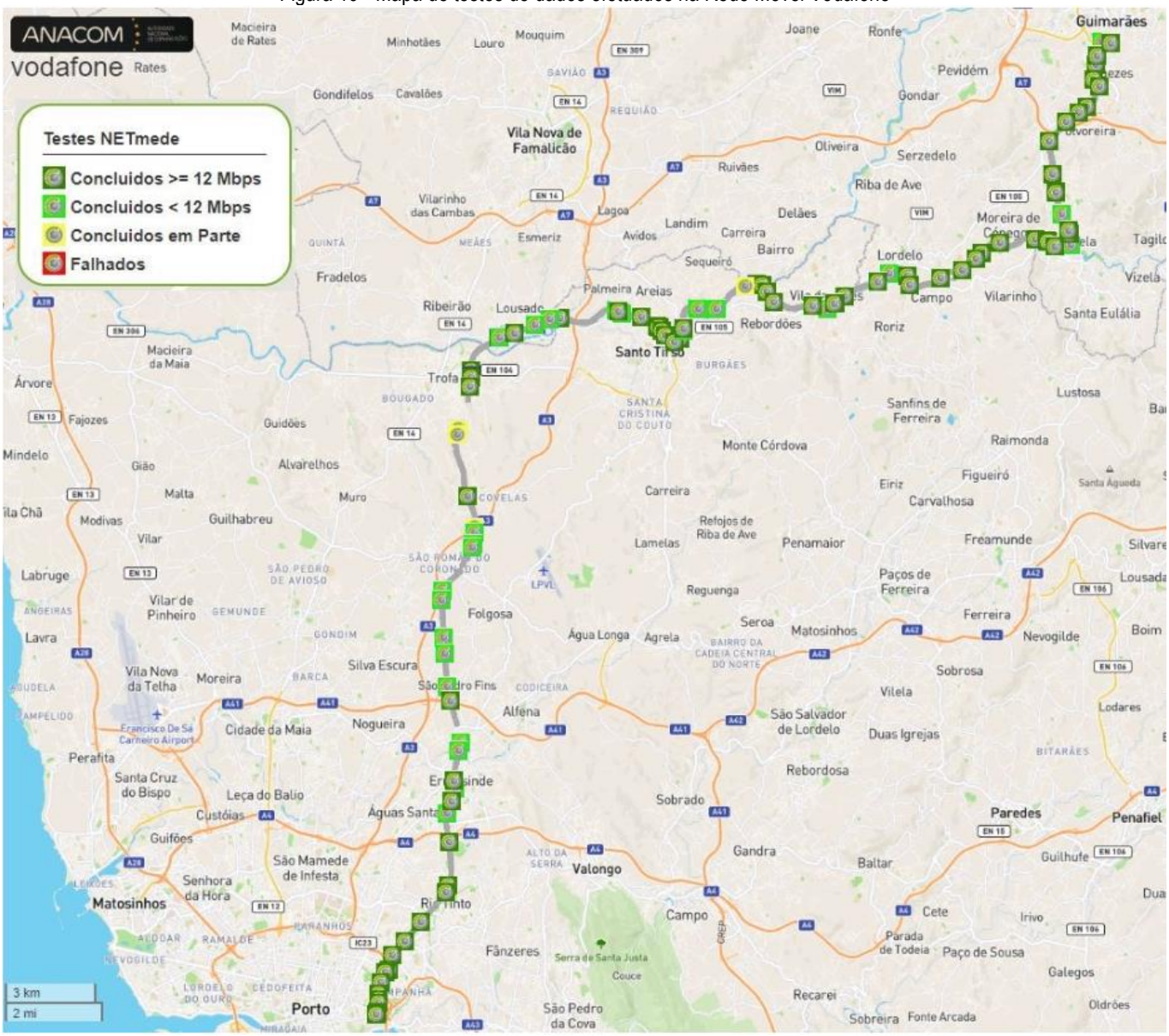


Figura 19 - Mapa de testes de dados efetuados na Rede Móvel Vodafone



3.4 CASOS ESPECIAIS

O desempenho do serviço de Voz e serviço de Dados de todos os operadores, ao longo de todo o troço do eixo ferroviário entre Porto e Guimarães apresenta os seus piores resultados entre a estação de Portela e a estação da Trofa, (Figura 20).

Figura 20 - Avaliação do desempenho de serviços móveis (piores troços)

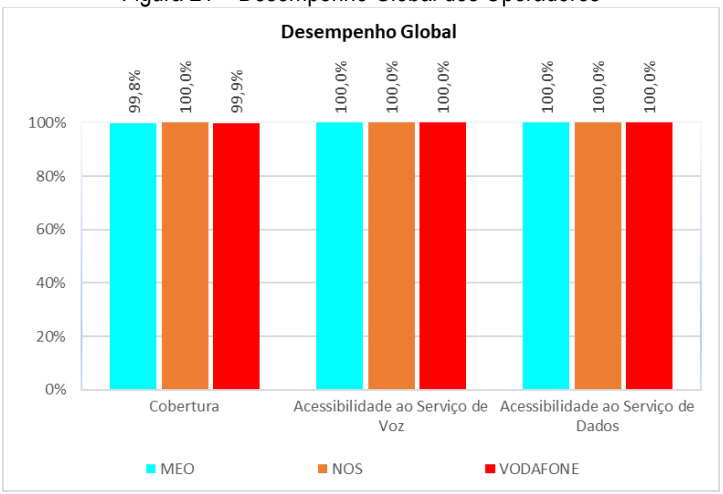
Serviço de Voz			
Troços com chamadas falhadas			Troços realizados (Porto > Guimarães > Porto)
MEO	NOS	Vodafone	
X	X	X	Portela - Trofa

Serviço de Dados			
Troços com testes falhados			Troços realizados (Porto > Guimarães > Porto)
MEO	NOS	Vodafone	
X	X	X	Portela - Trofa

3.5 DESEMPENHO GLOBAL

Na Figura 21 é indicada a classificação do desempenho global dos operadores para cada um dos serviços que foi objeto de estudo nesta campanha de medições.

Figura 21 – Desempenho Global dos Operadores



4 CONCLUSÕES

Os principais resultados observados são detalhados no capítulo anterior destacando, de forma sucinta, o seguinte:

1. Tendo por base a amostra recolhida, existe ausência de cobertura de rede em 99,8% de medições da MEO, em 100% na NOS e em 99,9% na Vodafone.

2. A qualidade da cobertura radioelétrica dos sistemas de comunicações móveis foi classificada em 6 níveis: "Inexistente", "Muito Má", "Má", "Aceitável", Boa" e "Muito Boa", em função do nível de sinal recebido no dispositivo móvel.

3. Agregando os registos de qualidade "Inexistente", "Muito Má" e "Má"; estes perfazem um total de 4% na MEO e 4,8% na NOS e 5,5% na Vodafone.

4. No serviço de voz, os resultados apurados relativamente à acessibilidade (estabelecimento de chamada com sucesso) foram de 100% para todos os operadores.

5. O rácio de terminação bem-sucedida de chamadas (as que se concretizaram e se concluíram com sucesso) foi de 99,1% para a MEO e de 98,2% para a NOS e Vodafone.

6. Em termos globais, do total de tentativas realizadas, todas as chamadas foram iniciadas, e apenas 1,5% resultaram em chamadas com quebra durante a conversação ("Perdidas").

7. No serviço de dados (banda larga móvel), na globalidade, os resultados revelaram que 96,7% dos testes foram concluídos com sucesso. Identificaram-se algumas falhas em zonas de pior nível de sinal, sendo também nesses locais onde ocorreram as mais baixas velocidades de transferência de dados. As taxas de sucesso de testes NET.mede (testes iniciados e concluídos[1]) foram de 94,5%, 99,1% e 96,4% respetivamente, para MEO, NOS e Vodafone.

8. As velocidades médias de transferência de dados em *Download*/*Upload* foram, respetivamente, de 157/18 Mbps na MEO, 213/33 Mbps na NOS e 106/20 Mbps na Vodafone. Quanto à latência verificaram-se valores inferiores a 60ms em 97,0% dos testes na MEO, 99% na NOS e em 96,0% na Vodafone.

Testes iniciados e concluídos – significa que foram realizados os 3 testes (Latência*, Download** e Upload***).

* - Latência – Representa a quantidade de tempo (atraso) que uma requisição leva para ser concluída.

** - Download - Transferência de dados de um servidor ou computador remoto para o computador local.

*** - Upload - Enviar dados de um computador local para um computador ou servidor remoto.

ANACOM

AUTORIDADE
NACIONAL
DE COMUNICAÇÕES

Lisboa (Sede)
Av. José Malhoa, 12
1099 - 017 Lisboa
Portugal
Tel: (+351) 217211000
Fax: (+351) 217211001

Porto
Rua Direita do Viso, 59
4250 - 198 Porto
Portugal
Tel: (+351) 226198000

Madeira
Rua Vale das Neves, 19
9060 - 325 S. Gonçalo - Funchal
Portugal
Tel: (+351) 291790200

Açores
Rua dos Valados, 18 - Relva
9500 - 652 Ponta Delgada
Portugal
Tel: (+351) 296302040

Atendimento ao Público
800206665
info@anacom.pt

www.anacom.pt
Novembro de 2022