ANACOM AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES

SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS

GSM/UMTS/LTE/NR

AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO NA ÓTICA DO UTILIZADOR

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SERVIÇOS MÓVEIS E DE COBERTURA GSM, UMTS, LTE E NR

JANEIRO 2022

MUNICÍPIO DE OLIVEIRA DE AZEMÉIS

Índice

Siglas e Acrónimos 3

Sumário Executivo 4

1 Enquadramento 7

2 Âmbito 9

3 Metodologia 9

3.1 Aspetos Fundamentais 10

4 Amostra do Estudo 10

5 Resultados 10

5.1 Cobertura radio - Disponibilidade das redes radioelétricas 10

5.2 Serviço de Voz 12

5.3 Serviços de dados 13

5.3.1 Dados estatísticos – Serviço de dados 15

6 Mapas de percurso / Testes 16

6.1 Cobertura Rede móvel 17

6.2 Serviço de Voz 21

6.3 Serviço de dados 24

7 Análise de resultados estatísticos registados no portal NET.mede 27

8 Conclusões 27

SIGLAS E ACRÓNIMOS

GSM	*Global System for Mobile communications* – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
LTE	*Long Term Evolution* – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G).
NR	*New Radio* – Sistema de Comunicações Móveis de quinta geração (5G)
PDP	*Packet Data Protocol* – Protocolo PDP.
RF	Rádio Frequência
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
RSRP	*Reference Signal Received Power* – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE).
RSCP	*Received signal code power – Nível de sinal recebido por um terminal*
RSSI	*Received Signal Strength Indicator* - Indicador de intensidade de sinal recebido por um terminal
RxLev	*Received signal level* – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (GSM).
SIM	*Subscriber Identity Module* – Cartão SIM.
TCP/IP	*Transmission Control Protocol / Internet Protocol* – Protocolo TCP/IP.
UMTS	*Universal Mobile Telecommunications System* – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).
USIM	*UMTS Subscriver Identity Module* – Cartão USIM.
WCDMA	*Wideband Code Division Multiple Access* – Tecnologia utilizada na componente rádio dos sistemas de comunicações UMTS.

SUMÁRIO EXECUTIVO

Na sequência da solicitação efetuada pela Município de Oliveira de Azeméis, foram realizadas nos dias 25 a 28 de janeiro de 2022, campanhas de teste para avaliar o desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas e verificar os níveis de cobertura radioelétrica 2G, 3G, 4G e 5G dos sistemas de comunicações móveis dos operadores MEO, NOS e Vodafone, na área do município. Realizaram-se 1.485 chamadas de voz, 714 sessões de dados e 120.214 registos de sinal rádio, ao longo dos cerca de 420 quilómetros percorridos pelas equipas da ANACOM para realização dos testes.

Pretende-se averiguar a experiência do utilizador em termos de acessibilidade aos serviços, pela avaliação do "comportamento" dos dispositivos móveis conectados à sua rede (cartão SIM), tentando assim simular a utilização normal das redes móveis. Para o efeito foram realizados testes de chamadas telefónicas, de transferência de dados e registo de nível de sinal e tecnologia de rede, para avaliação dos serviços de voz, dados e qualidade do sinal de rede.

A metodologia seguida neste estudo assenta na realização de testes de campo, com recurso a um sistema automático de medição, refletindo os vários aspetos que afetam a qualidade dos serviços (medições extremo-a-extremo). As medições foram efetuadas em igualdade de condições para os três operadores, em simultâneo, nos mesmos locais e com as mesmas parametrizações, permitindo, também, a análise comparativa dos desempenhos.

Os dispositivos móveis foram configurados de modo a receber preferencialmente sinais da rede móvel da operadora do SIM por eles utilizado. Em más condições de cobertura ou na ausência de sinal da rede do seu SIM recebem (caso existam) sinais de redes de outras operadoras, permitindo assim, pelo menos, as chamadas de emergência, caso não estejam em roaming. Neste relatório, nos quadros de sinal recebido são considerados todos os registos obtidos por operadora (SIM/dispositivos móveis), independentemente da sua origem, ou seja, todos os sinais recebidos nos dispositivos com SIM da operadora em causa.

Foram analisados os principais indicadores de qualidade, tendo em conta a perspetiva do utilizador e os serviços objeto de estudo:

1. **Cobertura das Redes** – Disponibilidade das redes radioelétricas 2G, 3G, 4G e 5G;
2. **Serviço de Voz** – Acessibilidade ao serviço telefónico móvel;
3. **Serviços de Dados** – Acesso ao serviço de Internet móvel.

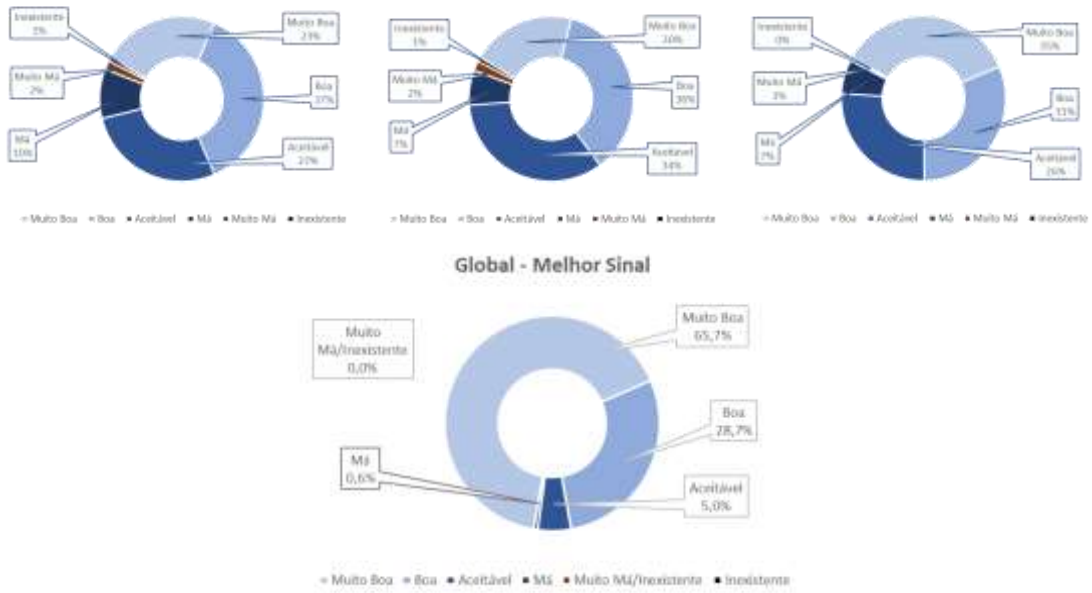
Os principais resultados observados são detalhados por operador, no ponto 5, podendo-se, de forma resumida, destacar o seguinte:

- A qualidade da cobertura radioelétrica dos sistemas de comunicações móveis foi classificada em 6 níveis: “Inexistente”, "Muito Má”, “Má”, “Aceitável”; “Boa” e “Muito Boa”. Observa-se que os valores registados por operador nos níveis “Inexistente” e “Muito Má” (ambos caracterizados pela impossibilidade de realizar chamadas), cifraram-se em 3% no caso da MEO e da NOS e 1% da Vodafone. Nos níveis opostos, “Boa” e “Muito Boa”, registaram-se valores melhores para a Vodafone com 66%, MEO com 60% e NOS com 57 %.

  Do total de amostras registadas da rede de cada operador, a informação de ausência de rede foi verificada em apenas 1% na MEO e 0% (sem falhas) na NOS e Vodafone.

  Em termos de cobertura do sinal de espectro radioelétrico verificaram-se os seguintes resultados:

Fig. 1 – Qualidade do sinal



- No serviço de voz, os desempenhos apresentam resultados quanto à acessibilidade (estabelecimento de chamada) de 97% para a NOS, 98% para a MEO e 99% para a Vodafone, ou seja, em termos globais não foi possível estabelecer chamadas em 2% dos casos. Nos casos em que foi possível estabelecer chamadas, observou-se que em média 3% dos casos não foi possível concluí-las com sucesso (o rácio de terminação de chamadas foi de 98% para a Vodafone e de 97%, para a NOS e MEO). Assim, em termos globais, não foi possível estabelecer ou concluir com sucesso, apenas duas em cada 100 chamadas.

- No serviço de dados os resultados revelam uma qualidade um pouco mais baixa, sendo a taxa de sucesso de testes de dados móveis através do *NET.mede* (testes iniciados e concluídos) de 98% para Vodafone e para a NOS e 89% para a MEO, ou seja, globalmente em 5% dos casos não foi possível concluir os testes de acesso à Internet com sucesso.

  As velocidades médias de transferência de dados em *download/upload* foram de 62,6/13,2 Mbps, na MEO, 43,2/22,6 Mbps, na NOS e 32,3/13,0 Mbps, na Vodafone.

Na *Tabela 1* é indicada a classificação do desempenho dos operadores para cada serviço:

Tabela 1 – Síntese da avaliação resultados

Melhor Cobertura		**Melhor Acessibilidade do Serviço de Chamadas**		**Melhor Acesso à INTERNET**	
Operador	**Com Sinal**	**Operador**	**Chamadas**	**Operador**	**NET.mede**
Vodafone	99,9%	Vodafone	99,0%	Vodafone	97,9%
NOS	99,5%	MEO	97,8%	NOS	98,0%
MEO	99,3%	NOS	97,0%	MEO	88,7%

1 ENQUADRAMENTO

Este estudo teve origem na informação recebida do Município de Oliveira de Azeméis a solicitar à Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), uma análise de cobertura / desempenho das redes de comunicações móveis no concelho. O pedido refere problemas nas comunicações móveis, nomeadamente na deficiente cobertura disponibilizada pelos operadores móveis em chamadas de voz e no acesso à internet.

A presente avaliação ao desempenho das redes móveis não pode ser considerada para efeito de verificação das obrigações de cobertura estabelecidas nas BLM's (DUF 800 MHz e 2100 MHz), mas antes proporcionar a perspetiva da qualidade do serviço que um utilizador tem, em termos médios, ao longo destas freguesias.

Neste documento apresentam-se os resultados do estudo que decorreu no período de 25 a 28 de janeiro, no Município de Oliveira de Azeméis.

Figura 2 - Localização geográfica e divisão administrativa

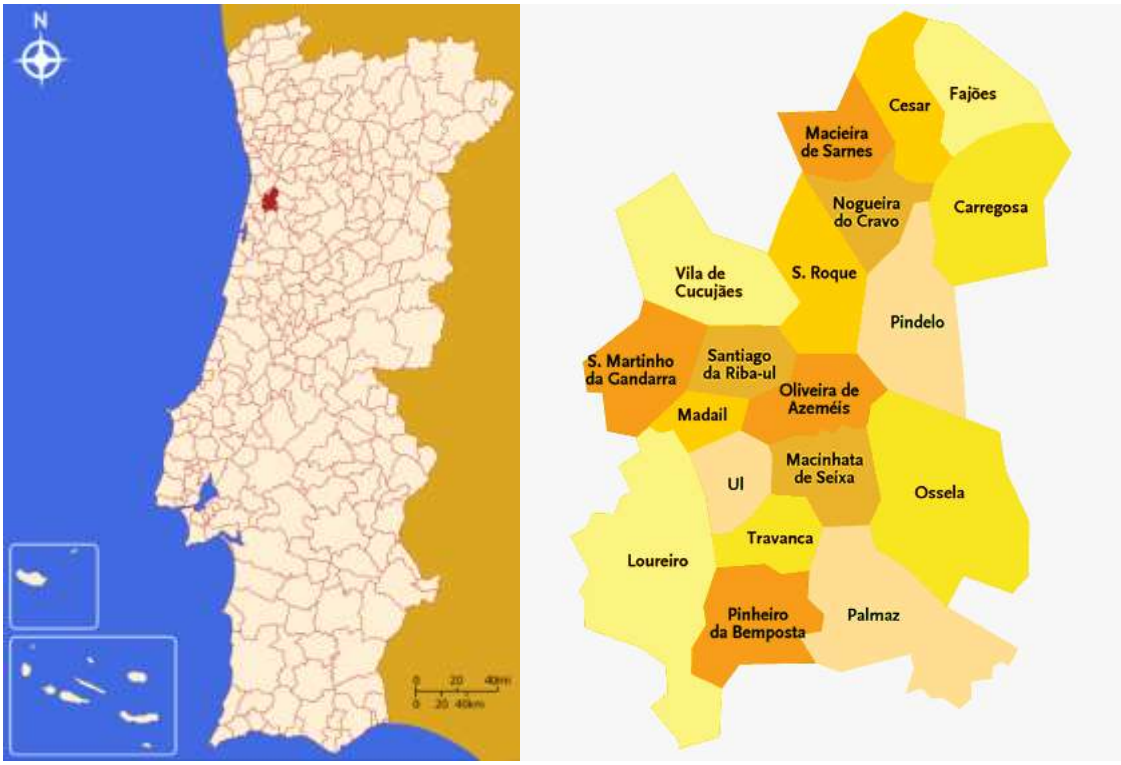
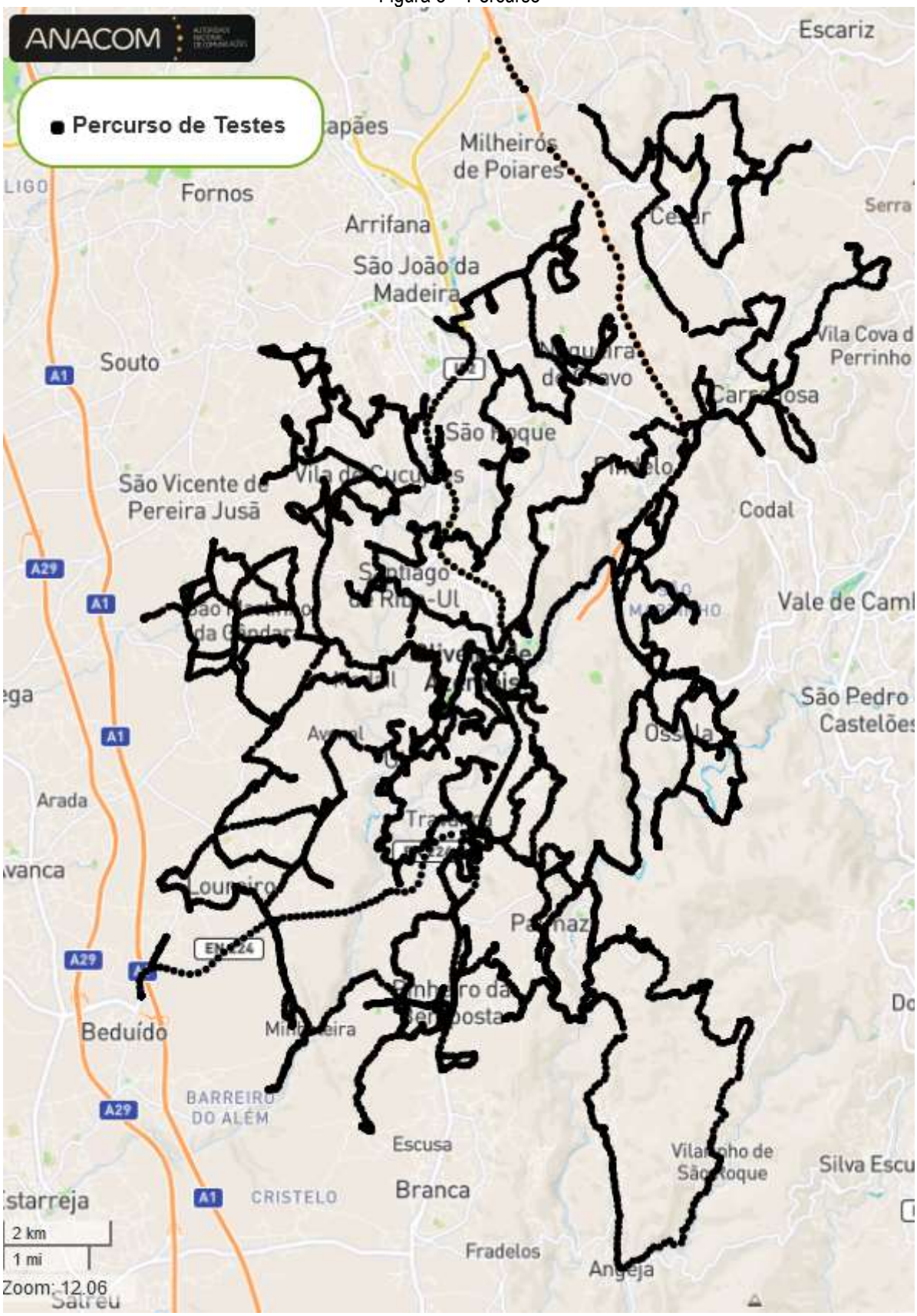


Figura 3 – Percurso



2 ÂMBITO

Numa avaliação da QoS na perspetiva do utilizador, "QoE" (qualidade de experiência), devem ser considerados os serviços que, em cada tecnologia, apresentem maior relevância para os utilizadores finais, numa lógica de mercado nacional e internacional, e que sejam normalmente disponibilizados por todos os operadores presentes no mercado.

Tendo presente este princípio orientador, foi incluído neste estudo a verificação dos seguintes aspetos associados às redes móveis dos operadores nacionais:

1. Cobertura
    a. Disponibilidade e nível de sinal das redes radioelétricas (2G, 3G, 4G e 5G);
2. Serviço de Voz
    a. Estabelecimento e terminação de chamadas;
3. Serviço de Dados
    a. Velocidade de *download* e *upload* (testes NET.mede);
4. Latência de transmissão de dados

3 METODOLOGIA

A metodologia assenta na realização de testes em campo, efetuados na perspetiva do utilizador, com recurso a uma ferramenta que processa e regista um conjunto de dados refletindo vários aspetos que afetam a qualidade dos serviços (extremo-a-extremo). Os testes são efetuados em igualdade de condições para os três operadores, nomeadamente, em simultâneo, nos mesmos locais e com as mesmas parametrizações, permitindo a análise comparativa dos desempenhos dos sistemas celulares dos operadores visados (*Tabela 2*).

Tabela 2 – Configuração e duração dos testes

Duração de cada Teste		Intervalo entre Medições e testes		
Chamada	**Teste NET.mede (*)**	**Sinal**	**Chamadas**	**Testes NET.mede**
60 segundos	70 segundos	1 segundos	120 segundos	a)

(*) Duração Máxima
a) Pontos determinados por coordenadas geográficas previamente definidas

3.1 ASPETOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspetos fundamentais:

a) **Testes extremo-a-extremo** – nos valores medidos encontram-se refletidos todos os aspetos técnicos que influenciam a qualidade de um serviço;
b) **Imparcialidade** – as medições são efetuadas em igualdade de condições para os três operadores (MEO, NOS e Vodafone);
c) **Objetividade** – os testes são realizados de uma forma totalmente automática, eliminando-se a subjetividade inerente à intervenção ou decisão humana.

4 AMOSTRA DO ESTUDO

As campanhas de medições de campo, efetuadas em viatura, decorreram nos dias 25 a 28 de janeiro de 2022, no Município de Oliveira de Azeméis, em períodos compreendidos entre as 09h00 e as 18h00.

Realizaram-se entre os três operadores móveis 1.485 chamadas de voz, 714 sessões de dados e 120.214 registos de sinal rádio, em cerca de 420 quilómetros em testes. Os resultados obtidos em cada indicador, com desagregação por operador, são apresentados detalhadamente neste documento.

5 RESULTADOS

5.1 COBERTURA RADIO - DISPONIBILIDADE DAS REDES RADIOELÉTRICAS

Tendo em consideração apenas a presença ou ausência de sinal de rede, poder-se-á concluir que, a cobertura é bastante boa. Avaliando em pormenor o tipo de sinal recebido em cada dispositivo móvel, verifica-se que estes recebem sinais de várias tecnologias, sendo algumas delas de baixa capacidade para transferência de dados, o que diminui significativamente a qualidade de acesso à Internet móvel.

Do total de amostras registadas de cada operador, registou-se a indicação de rede inexistente em 1% na MEO e na NOS e 0% (sem falhas) de amostras na Vodafone.

Tabela 3 – Cobertura rádio

Tipo de Rede - MEO		
2G	2739	6,9%
3G	14349	35,9%
4G	22581	56,5%
5G	5	0,0%
2G + 3G + 4G + 5G	39674	99,3%
IWLAN+UNKNOWN**+Sem indicação de tecnologia***	289	0,7%
Total	39963	100,0%
Tipo de Rede - NOS		
2G	531	1,3%
3G	327	0,8%
4G	28812	71,8%
5G	10245	25,5%
2G + 3G + 4G + 5G	39915	99,5%
IWLAN+UNKNOWN**+Sem indicação de tecnologia***	203	0,5%
Total	40118	100,0%
Tipo de Rede - Vodafone		
2G	9	0,0%
3G	12619	31,4%
4G	27053	67,4%
5G	392	1,0%
2G + 3G + 4G + 5G	40073	99,9%
IWLAN+UNKNOWN**+Sem indicação de tecnologia***	60	0,1%
Total	40133	100,0%

** Qualquer sinal de rede móvel recebido nos dispositivos móveis com SIM desta operadora.*
*** 3GPP TS 27.007 - 255 not known or not detectable. *** Return null.*

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Cobertura Rádio - resultados detalhados

Medições de Nível de Sinal												
	MEO				NOS				Vodafone			
	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G
Nº Amostras	2638	14343	22580	5	531	327	28812	10245	9	12619	27053	392
Nível Médio (dBm)	-95	-93	-103	-123	-103	-99	-103	-103	-101	-86	-101	-105
Nível Máximo (dBm)	-69	-51	-73	-116	-75	-66	-59	-64	-76	-47	-59	-70
Nível Mínimo (dBm)	-111	-120	-129	-131	-112	-119	-140	-140	-107	-119	-140	-131
Desvio Padrão	7,8	11,5	8,3	4,7	7,8	10,8	10,0	9,6	9,2	11,6	11,2	9,1

A qualificação dos níveis de sinal foi definida conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Tabela de classificação de níveis de cobertura

Cobertura (Qualidade de sinal)	**2G**	**3G**	**4G e 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		

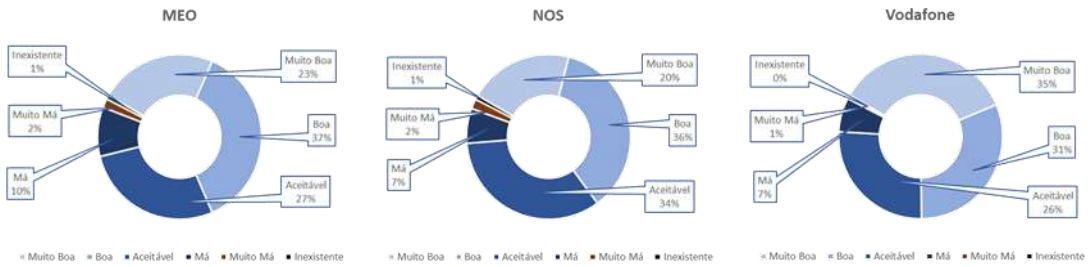
(*) RSSI – Received Signal Strenght Indicator; ** RSCP – Received Signal Code Power; *** RSRP – Reference Signal Received Power

Resultados de intensidade do sinal recebido.

Tabela 6 – Tabela de qualidade de sinal recebido

		MEO				**NOS**				**Vodafone**			
		2G	**3G**	**4G**	**5G**	**2G**	**3G**	**4G**	**5G**	**2G**	**3G**	**4G**	**5G**
Cobertura Rádio	Número de Amostras (Medições)	2638	14343	22580	5	531	327	28812	10245	9	12619	27053	392
	Nível Médio das Amostras[dBm]	-95	-93	-103	-123	-103	-99	-103	-103	-101	-86	-101	-105
	Nível Máximo das Amostras[dBm	-69	-51	-73	-116	-75	-66	-59	-64	-76	-47	-59	-70
	Nível Mínimo das Amostras[dBm	-111	-120	-129	-131	-112	-119	-140	-140	-107	-119	-140	-131
	Desvio Padrão	7,8	11,5	8,3	4,7	7,8	10,8	10,0	9,6	9,2	11,6	11,2	9,1
	Muito Boa	0,1%	9,7%	13,4%	0,0%	0,0%	0,1%	14,8%	5,7%	0,0%	15,8%	19,5%	0,1%
	Boa	1,1%	10,6%	25,4%	0,0%	0,0%	0,2%	26,2%	9,5%	0,0%	9,3%	21,4%	0,4%
	Aceitável	2,5%	11,0%	14,2%	0,0%	0,3%	0,3%	24,6%	8,6%	0,0%	4,9%	20,8%	0,4%
	Má	2,5%	4,0%	3,2%	0,0%	0,6%	0,2%	4,7%	1,3%	0,0%	1,3%	5,2%	0,1%
	Muito Má	0,5%	0,5%	0,3%	0,4%	0,3%	0,0%	1,6%	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,0%
	Inexistente	0,7%				0,8%				0,1%			

Figura 4 - Gráfico de qualidade de sinal recebido



5.2 SERVIÇO DE VOZ

Os três operadores apresentam resultados muito bons. Os níveis de *Acessibilidade de Serviço* são de 98,2% na Vodafone, 96,6% na MEO e na NOS, conforme se mostra na *Tabela 7*.

Tabela 7 – Acessibilidade e terminação de chamadas

		MEO	NOS	Vodafone
		Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas Lançadas	495	495	495
	Falhadas no Estabelecimento	11	15	5
	Falhadas Durante a Chamada	6	2	4
	Com Terminação Normal	478	478	486
	Acessibilidade do Serviço	97,8%	97,0%	99,0%
	Rácio de Terminação de Chamadas	96,6%	96,6%	98,2%

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Serviço de Voz

5.3 SERVIÇOS DE DADOS

A disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes NET.mede com sucesso é de 92% na Vodafone, 79% na NOS e 77% na MEO. Neste serviço, a Vodafone tem menos testes falhados que a MEO e a NOS, sendo as velocidades de upload e download razoáveis.

Tabela 8 – Serviço de Dados

		MEO		NOS		Vodafone	
		download	upload	download	upload	download	upload
Velocidade Testes NET.mede	Lançados	238	238	238	238	238	238
	Concluidos	221	214	234	232	236	234
	Falha	17	24	4	6	2	4
	Velocidade Média [Mbps]	62,6	13,2	43,2	22,7	32,3	13,1
	Velocidade Máxima [Mbps	313,4	59,4	79,5	84,1	167,2	64,5
	Velocidade Mínima [Mbps]	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1
	Desvio Padrão [Mbps]	58,68	12,88	19,80	19,44	32,29	12,74
Velocidade Testes NET.mede	> 60	12%		1%		2%	
	[30;60[	82%		45%		41%	
	[15;30[	7%		54%		58%	
	< 15	0%		0%		0%	
	Concluidos	230		235		237	
	Falha	8		3		1	
	Média [ms]	50,53		28,84		33,16	
	Máxima [ms]	953		106		331	
	Mínima [ms]	25		14		21	
	Desvio Padrão [ms]	83,58		9,36		25,49	

Figura 6 - Rácio terminação de testes de dados

No que respeita a Velocidade de Transferência de Dados (não incluidas falhas), os resultados obtidos mostram que obtem velocidades de download inferiores a 10 Mbps, em 31% dos testes na Vodafone, 24% na MEO e 13% na NOS. Normalmente nos locais onde a qualidade do sinal é razoável e a tecnologia é LTE/NR (4G/5G), o resultado é bom.

5.3.1 DADOS ESTATÍSTICOS – SERVIÇO DE DADOS

Figura 7 - Latência

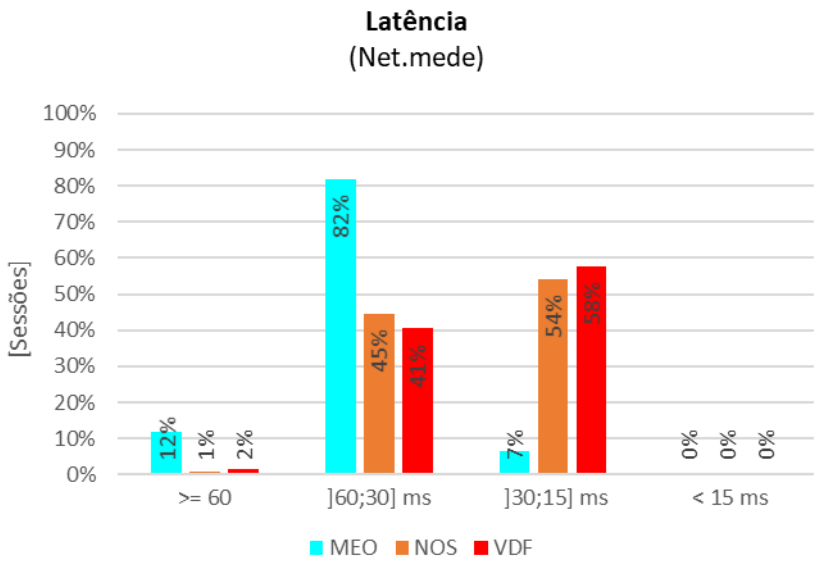


Figura 8 - Velocidades download e upload

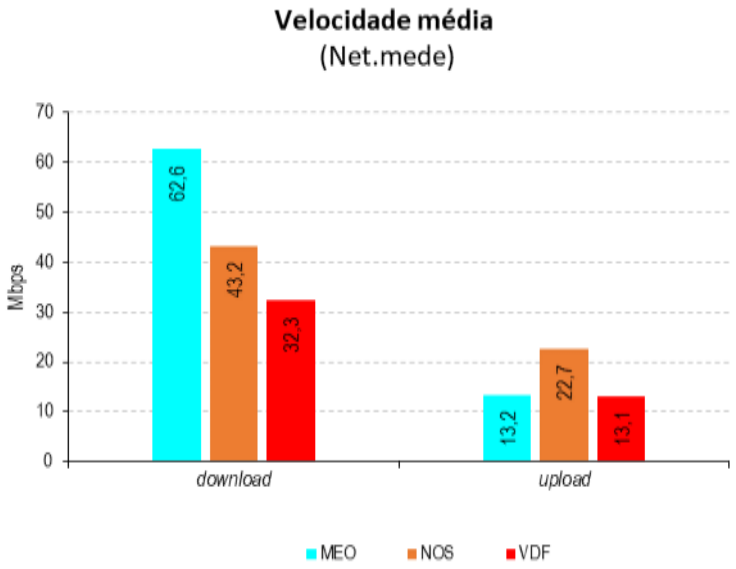


Figura 9 - Velocidades download

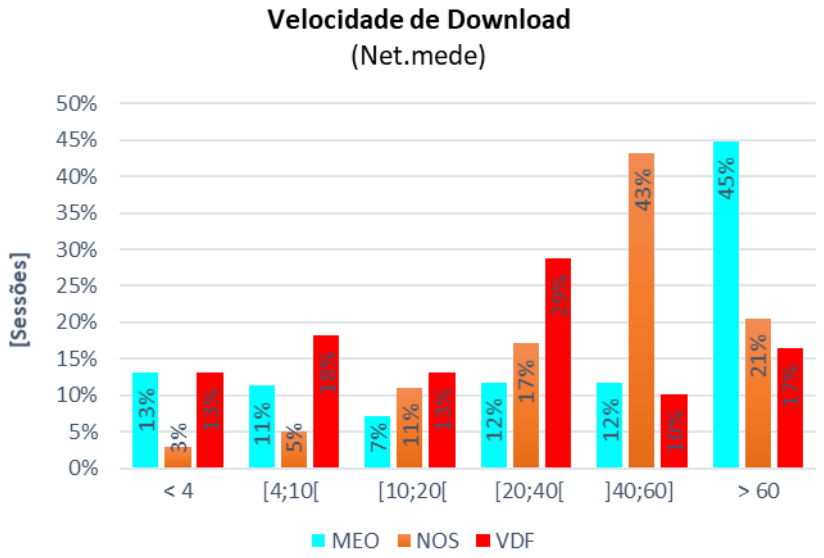
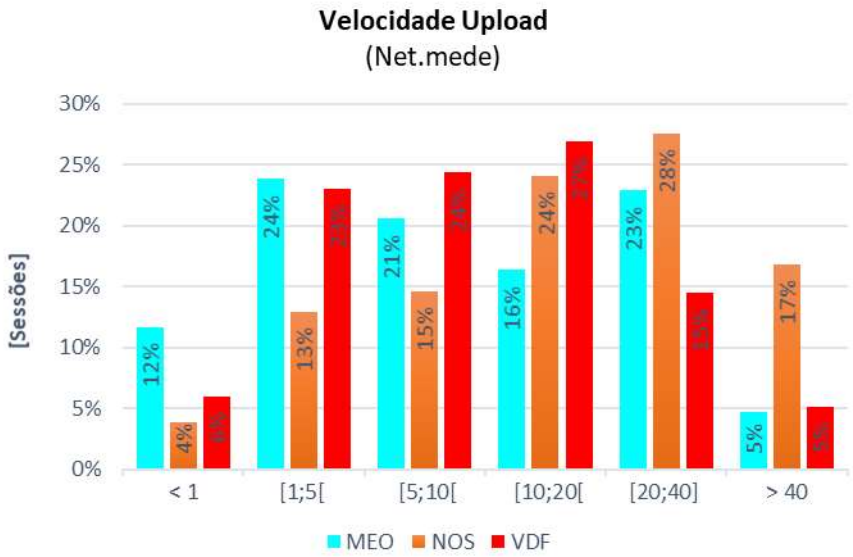


Figura 10 - Velocidades upload



6 MAPAS DE PERCURSO / TESTES

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

6.1 COBERTURA REDE MÓVEL

Figura 11 - Cobertura Rede Móvel MEO

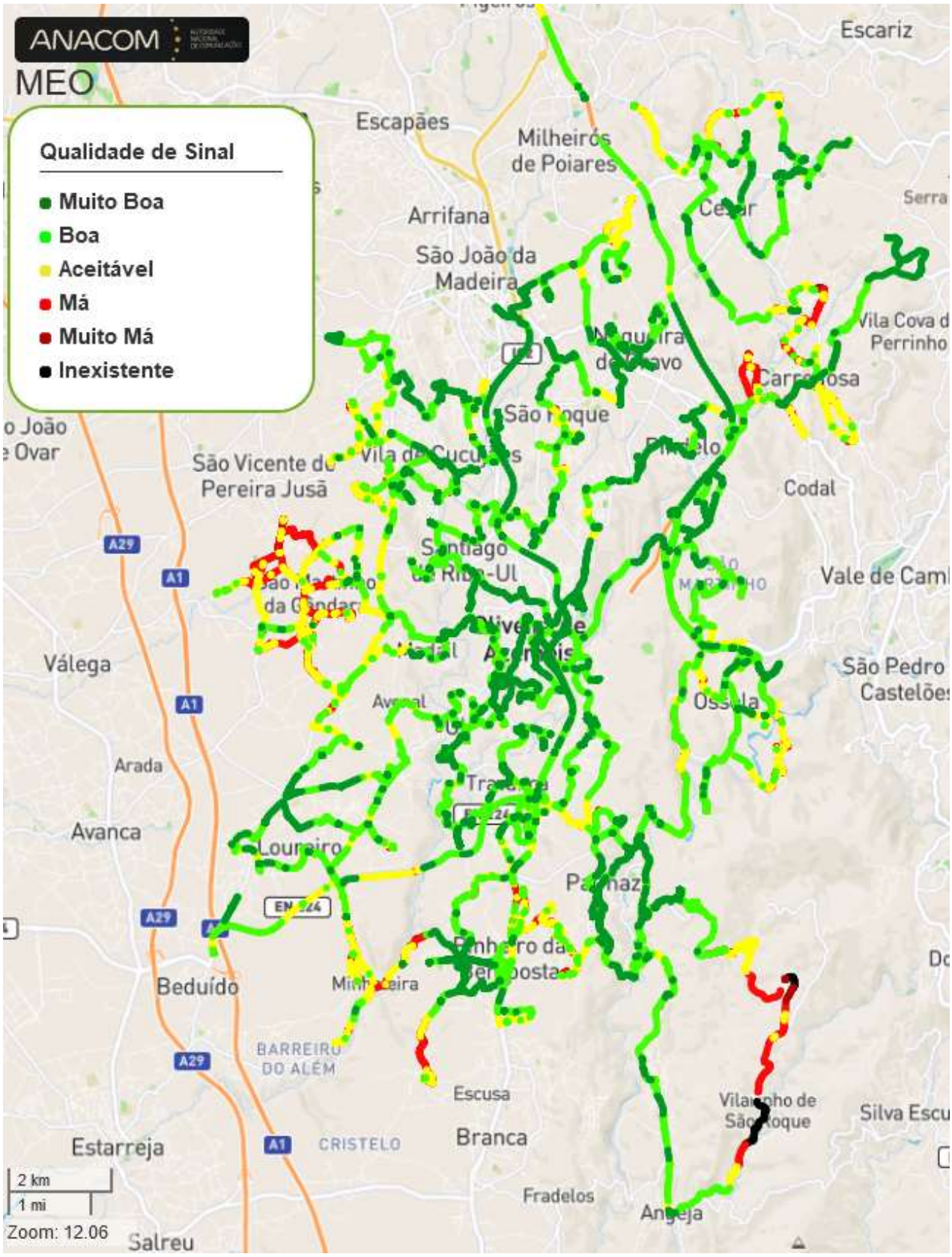


Figura 12 - Cobertura Móvel NOS

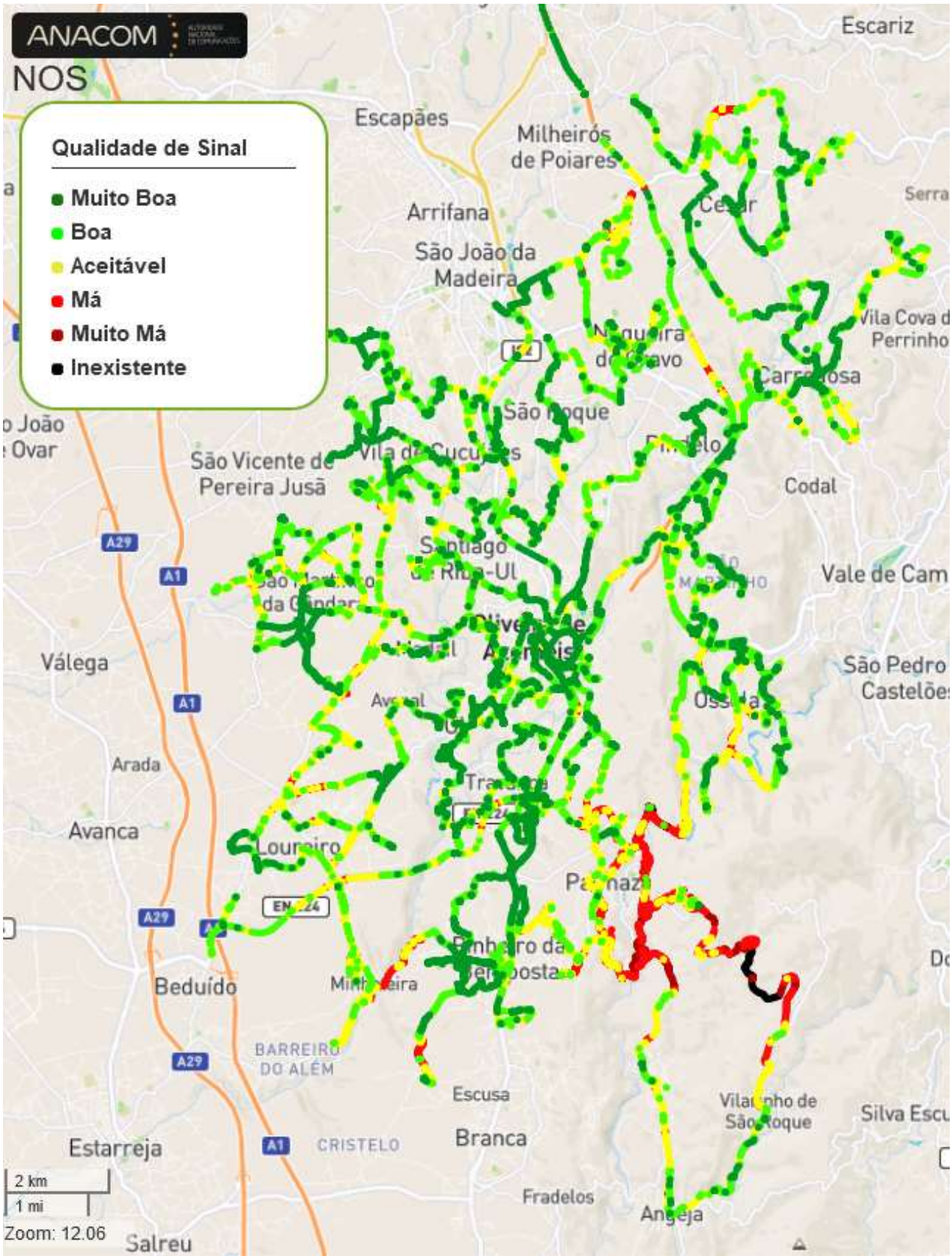


Figura 13 - Cobertura Móvel VODAFONE

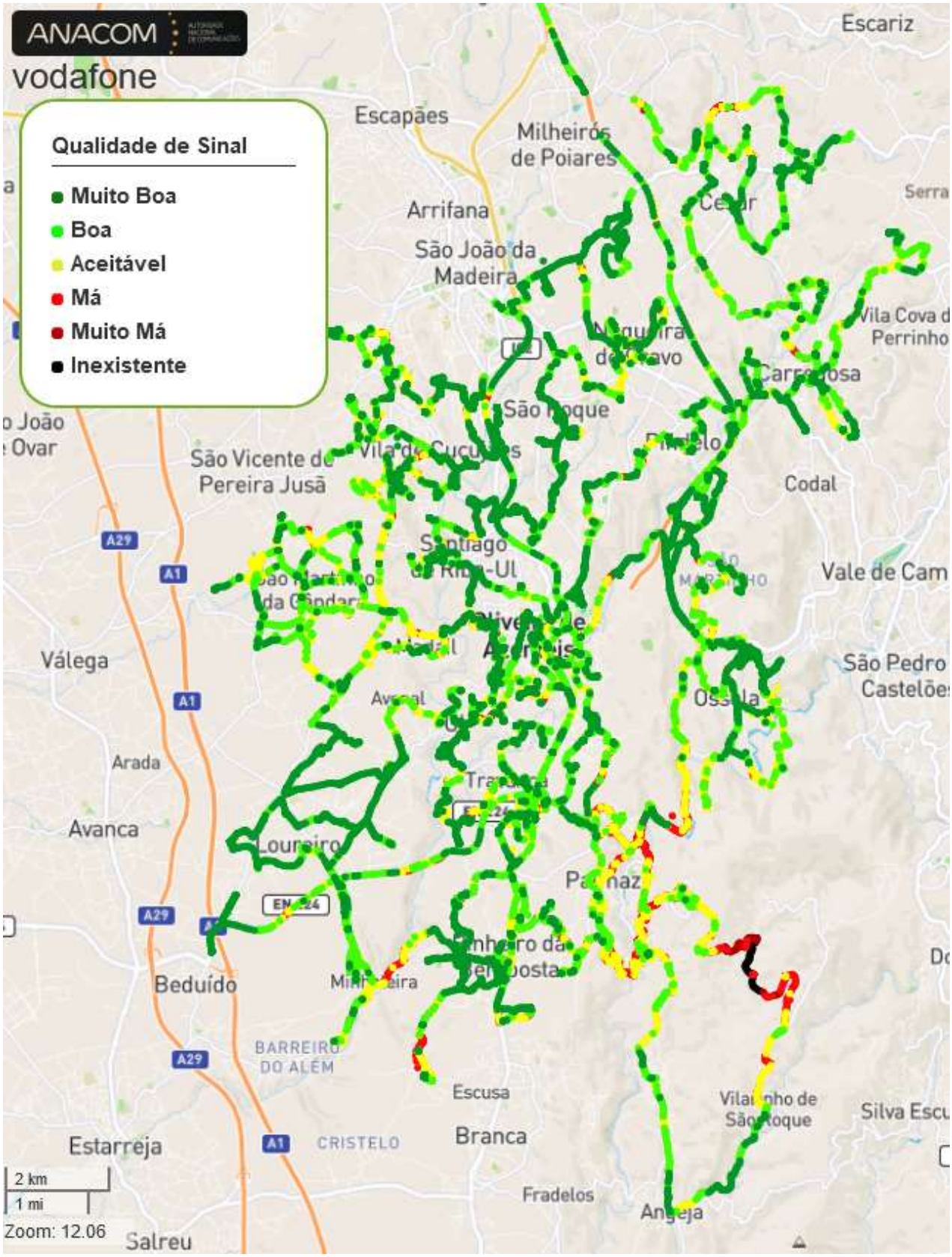
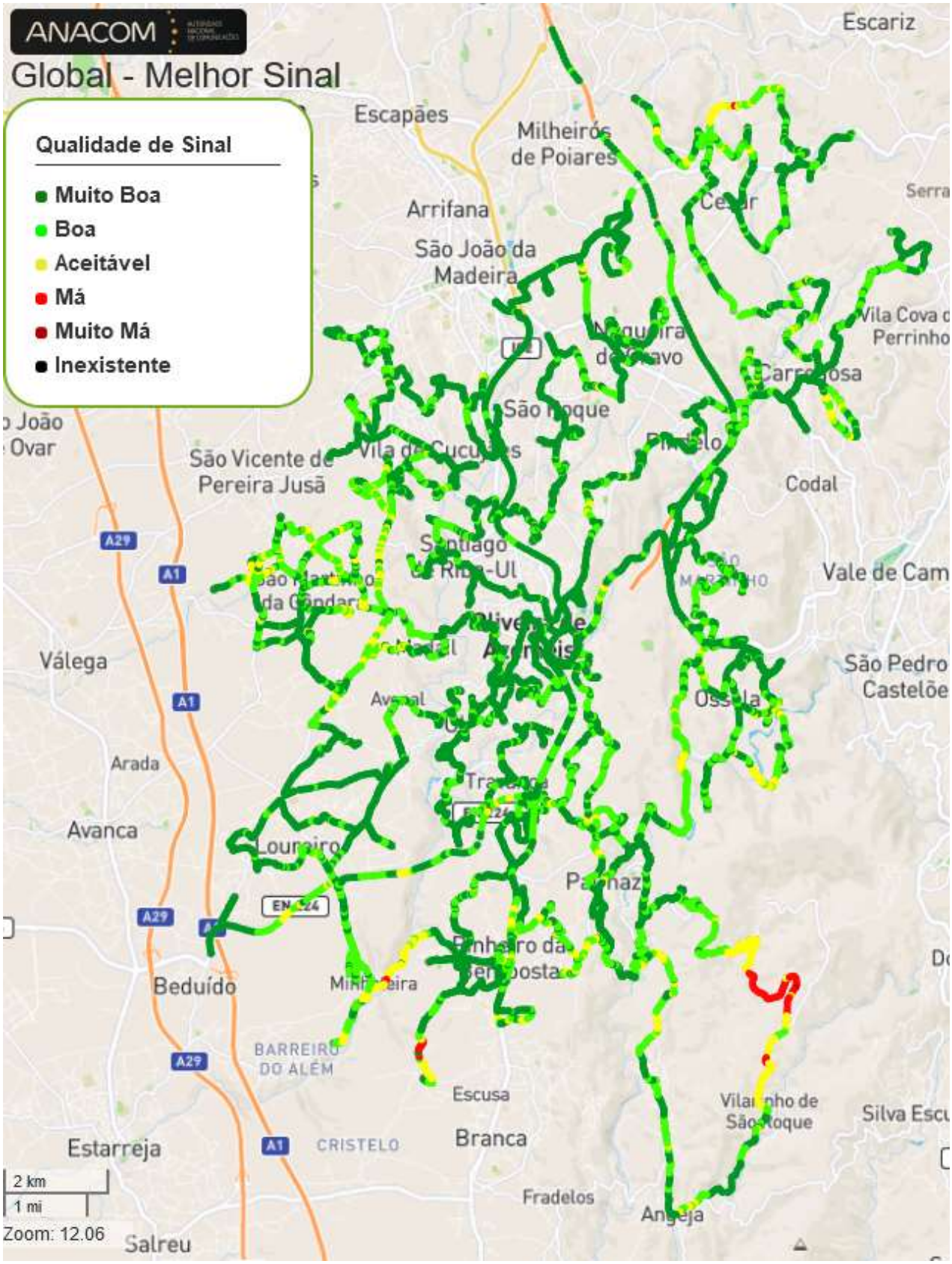


Figura 14 – Cobertura Móvel agregada (contribuição de todos os operadores – roaming nacional)



6.2 SERVIÇO DE VOZ

Figura 15 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede MEO

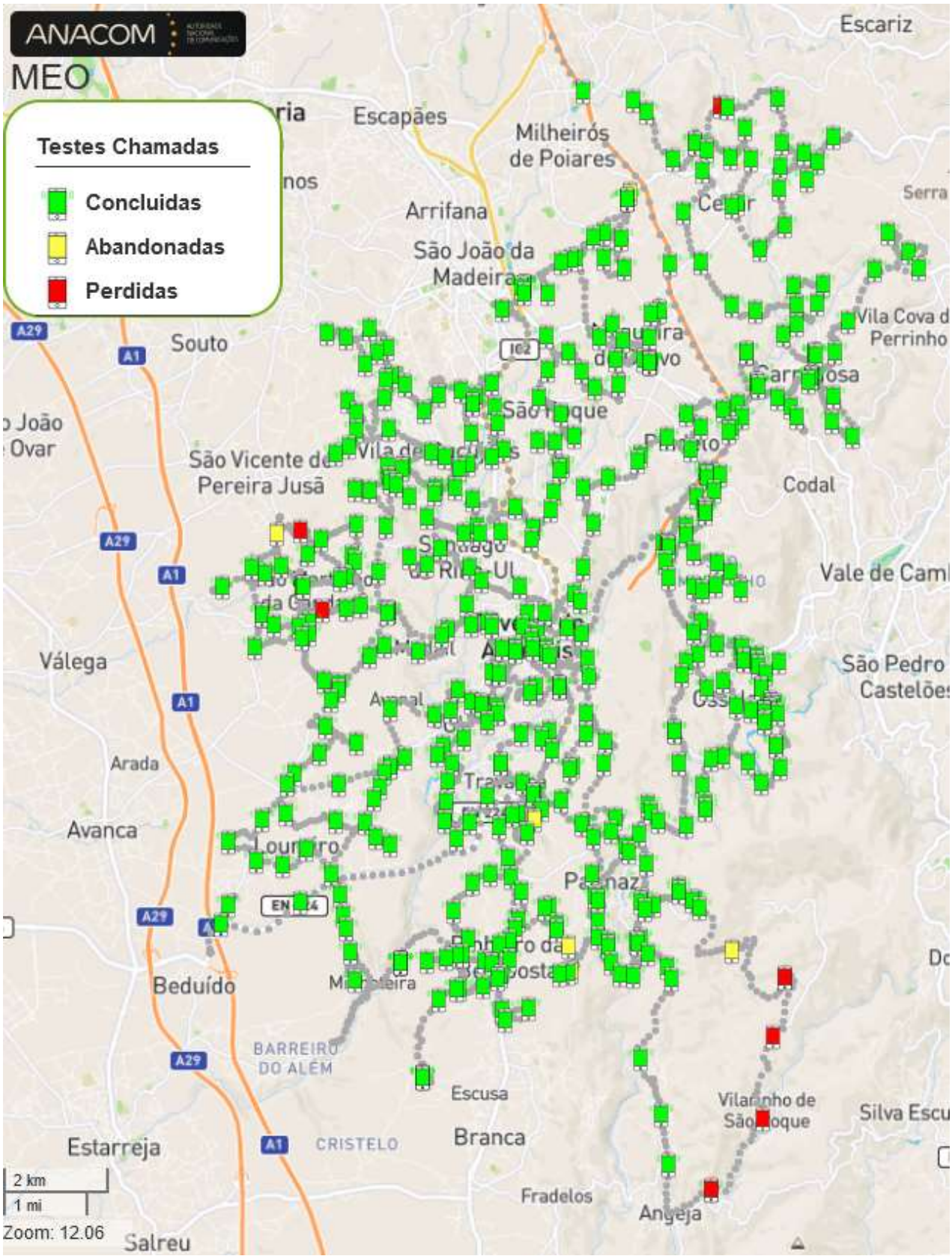


Fig. 16 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede NOS

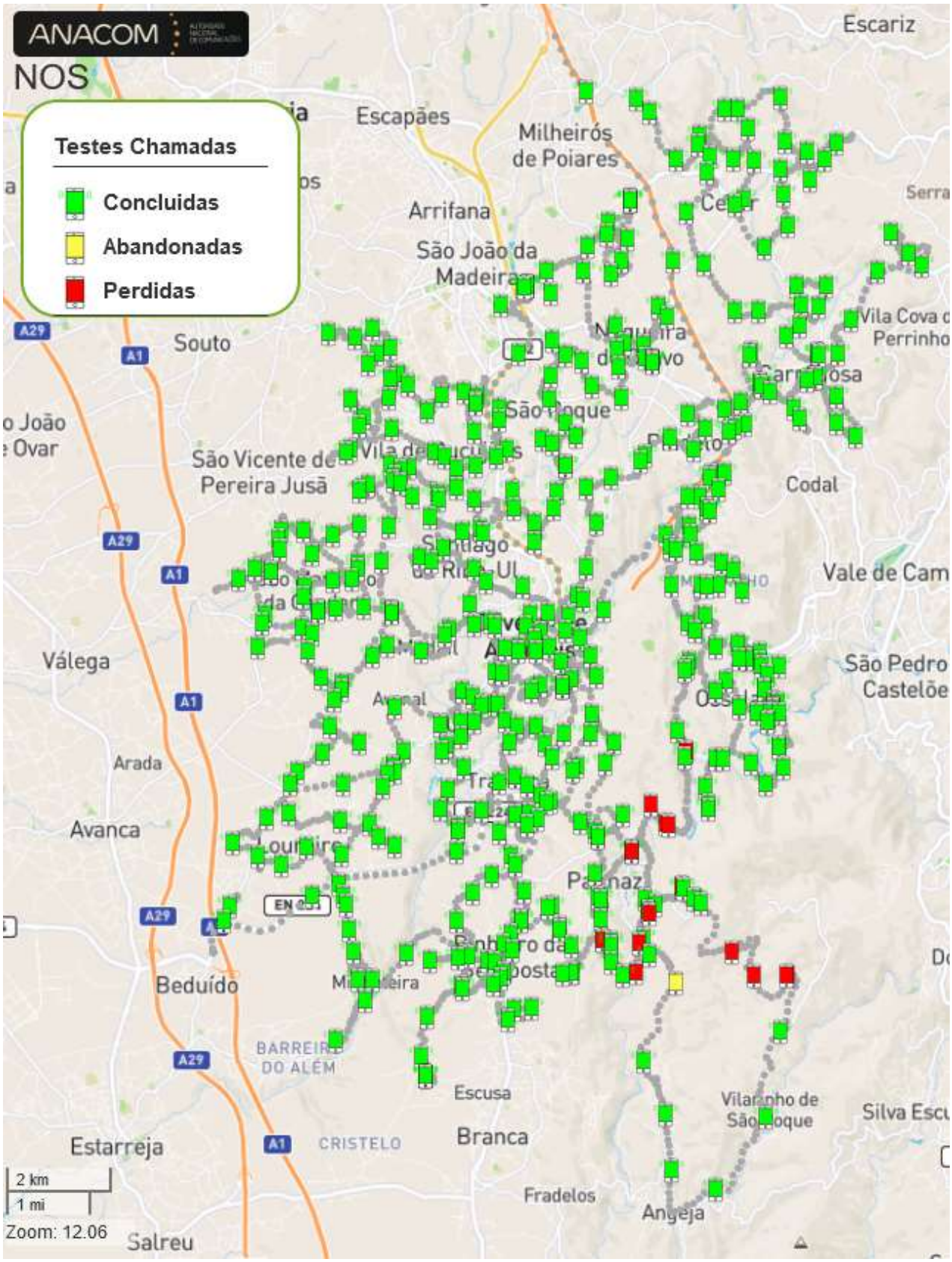
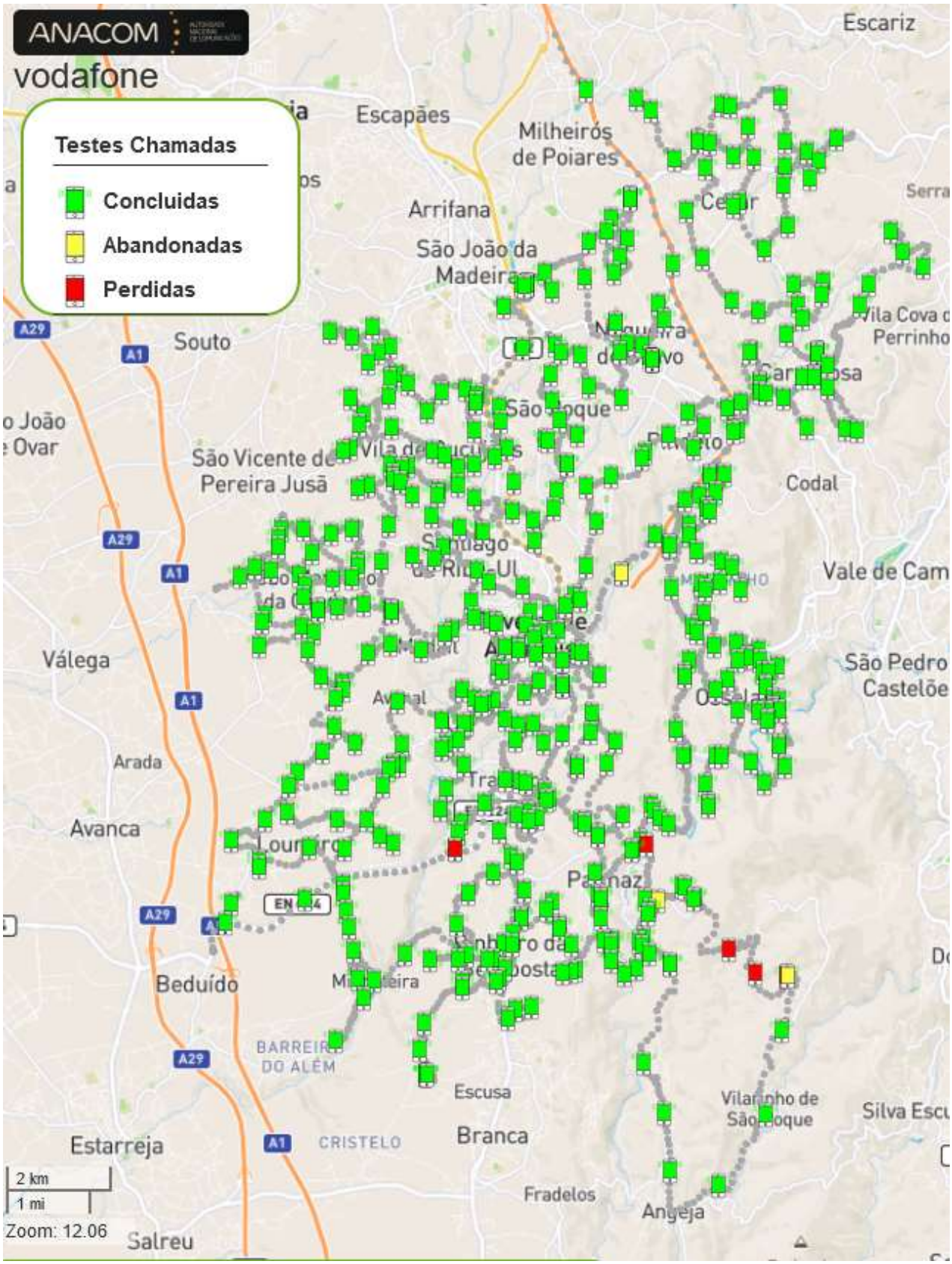


Fig 17 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede Vodafone



6.3 SERVIÇO DE DADOS

Fig 18 – Mapa de testes de dados efetuados na rede MEO

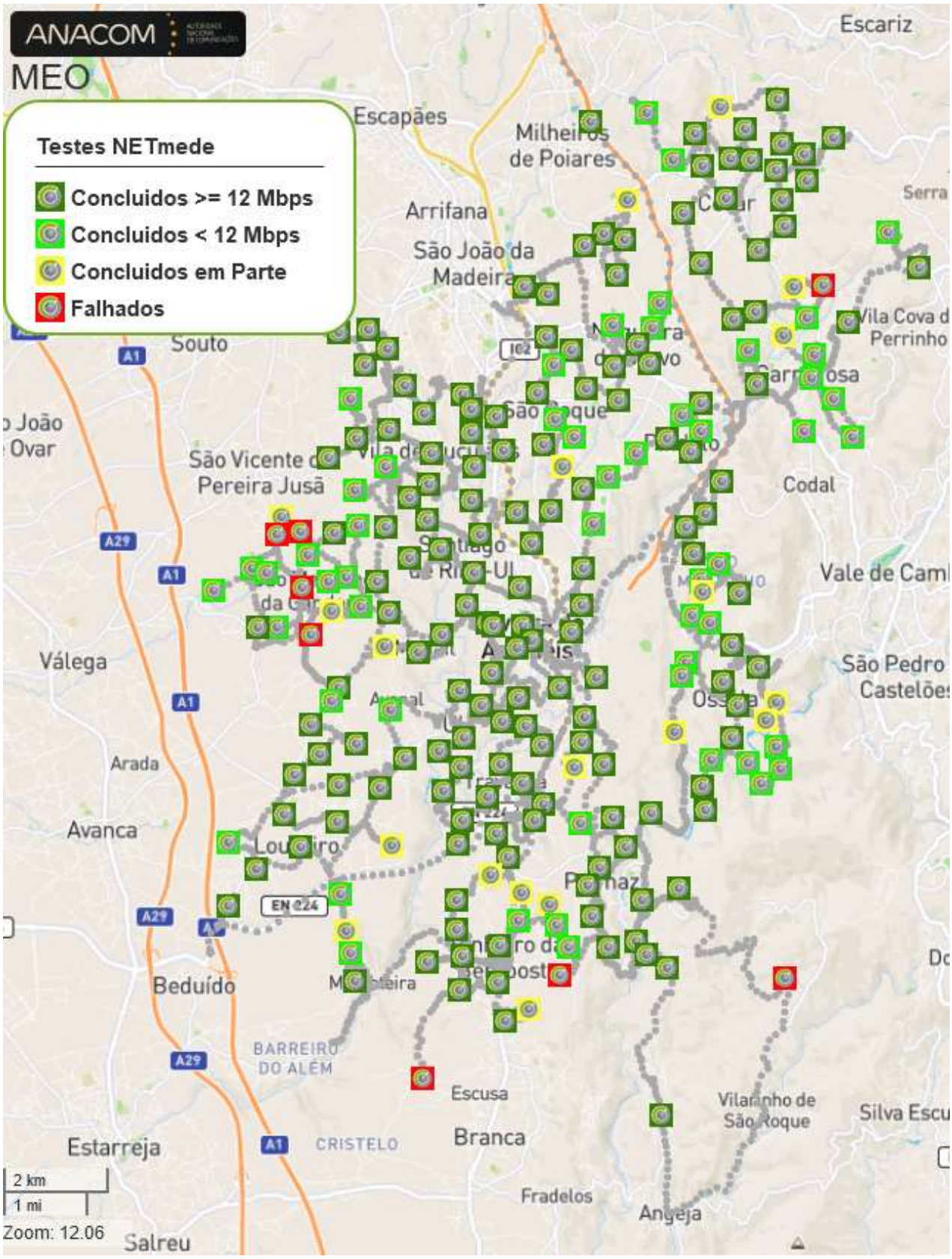


Fig. 19 - Mapa de testes de dados efetuados na rede NOS

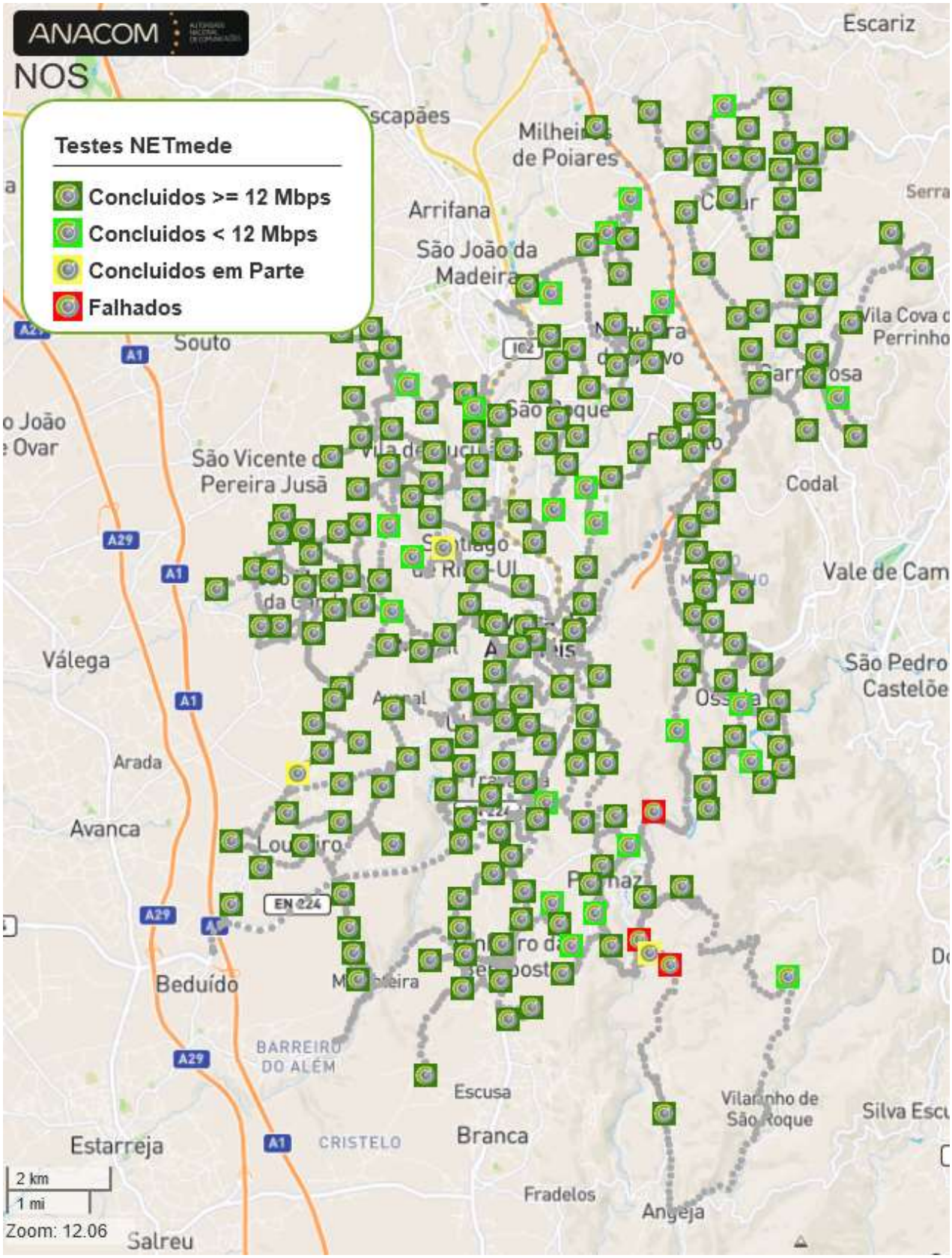
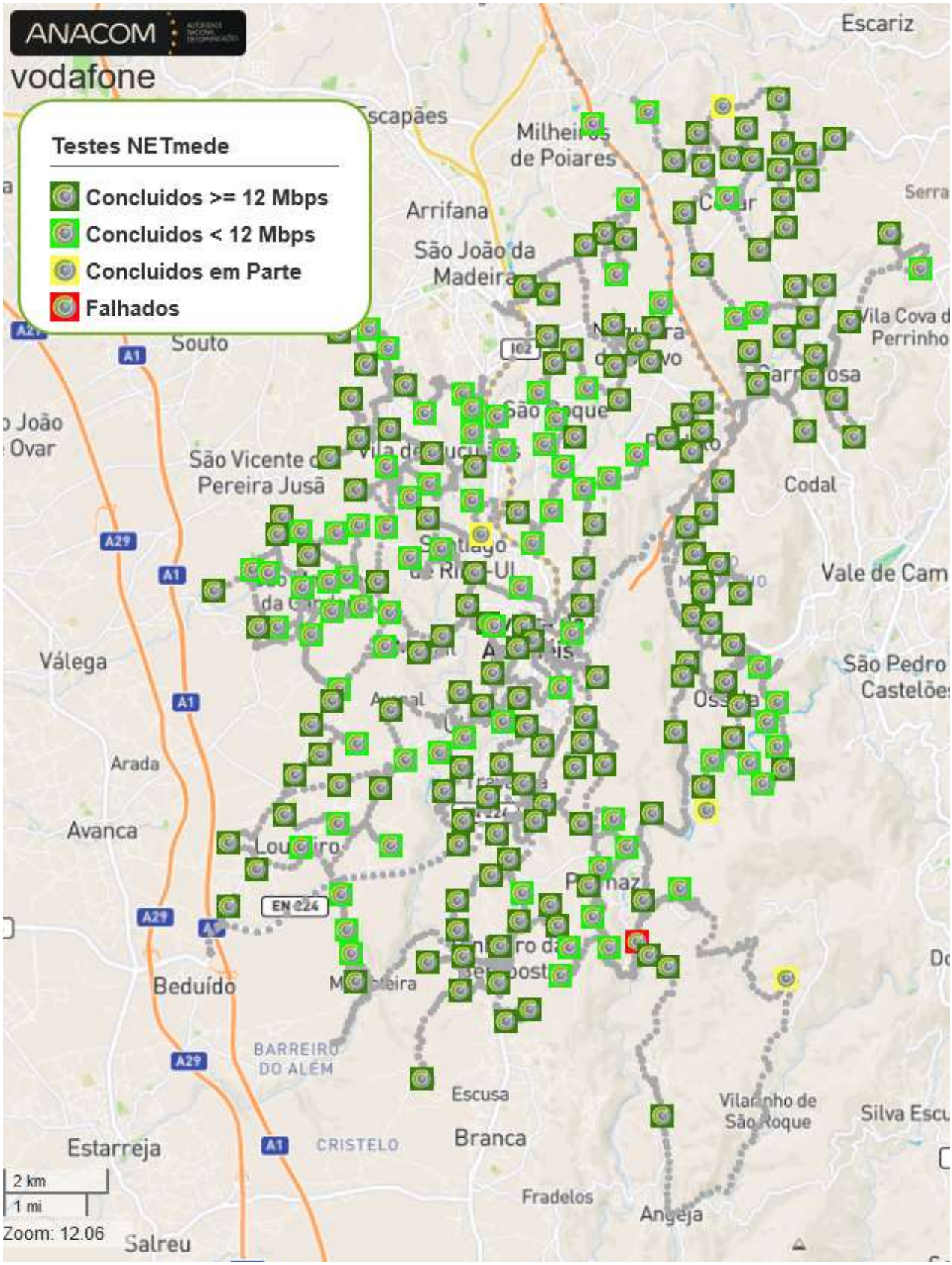
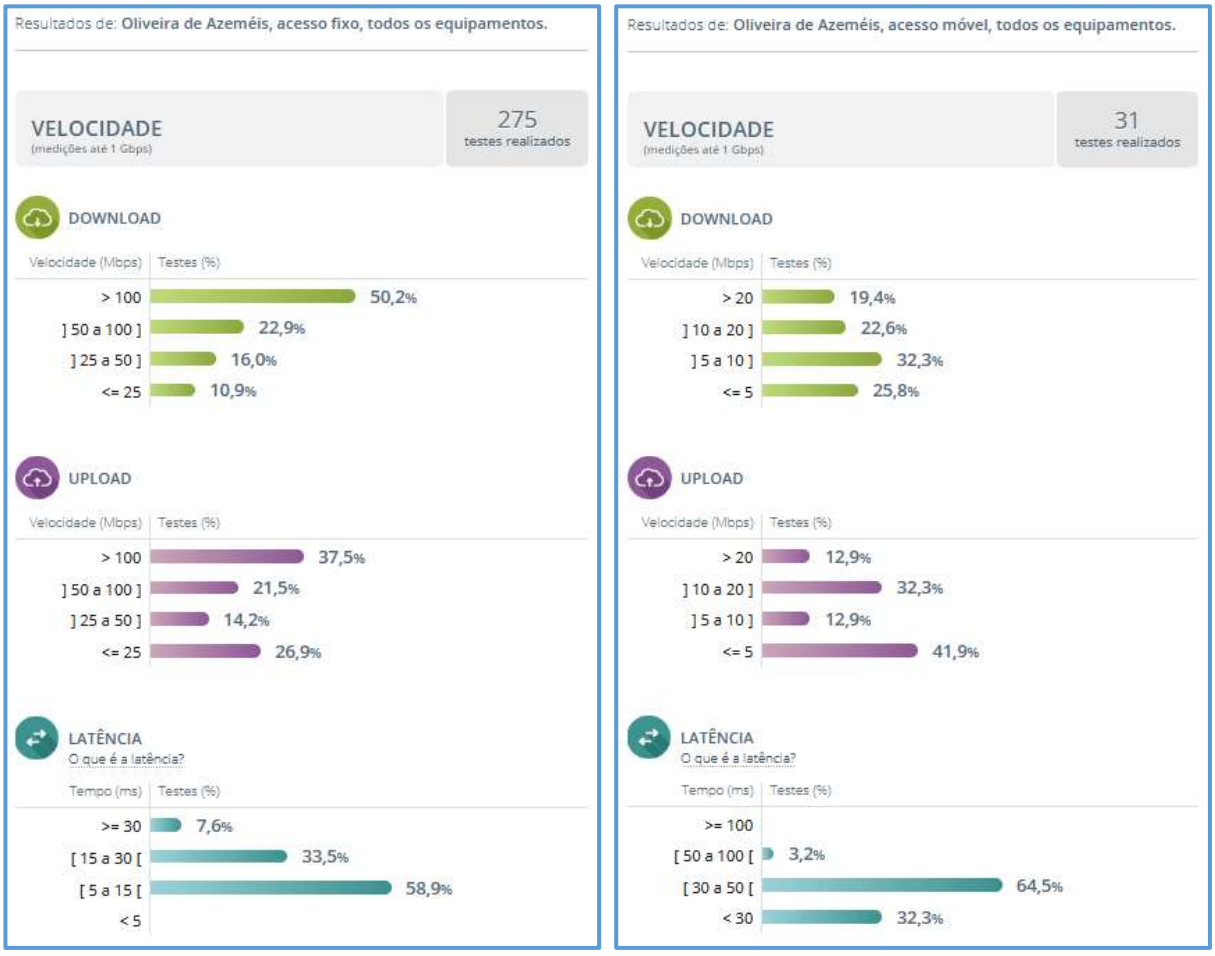


Fig. 20 – Mapa de testes de dados efetuados na rede VODAFONE



7 ANÁLISE DE RESULTADOS ESTATÍSTICOS REGISTADOS NO PORTAL NET.MEDE

Figura 24 - Testes NET.mede realizados em acesso fixo e em dispositivos móveis



8 CONCLUSÕES

- **Globalmente os três operadores apresentam uma boa cobertura do concelho.** A diferença entre os operadores não é significativa.
- **No serviço de voz foram concluídas 98% das chamadas na Vodafone e 97% na NOS e na MEO.**
- **No serviço de dados o melhor desempenho foi obtido pela Vodafone e NOS com 98% dos testes concluídos, enquanto que na MEO foram concluídos 89%.**

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
Maio de 2022