



**SISTEMAS DE
COMUNICAÇÕES MÓVEIS**
GSM/UMTS/LTE

**AFERIÇÃO DA
QUALIDADE DE SERVIÇO**

Avaliação do desempenho de serviços móveis
e de cobertura GSM, UMTS e LTE

Concelho de Mondim de Basto

Índice

Siglas e Acrónimos.....	3
Sumário Executivo	4
1 Enquadramento.....	7
2 Âmbito	8
3 Metodologia.....	9
3.1 Aspetos Fundamentais	9
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	14
6 Mapas de percurso / Testes	16
6.1 Cobertura Rede móvel.....	16
6.2 Serviço de Voz.....	20
6.3 Serviço de dados	23
7 Análise de resultados estatísticos registados no portal NET.mede.....	26
8 Conclusões.....	26

SIGLAS E ACRÓNIMOS

GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
LTE	<i>Long Term Evolution</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G).
PDP	<i>Packet Data Protocol</i> – Protocolo PDP.
RF	Rádio Frequência
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE).
RSCP	<i>Received signal code power</i> – Nível de sinal recebido por um terminal
RSSI	<i>Received Signal Strength Indicator</i> - Indicador de intensidade de sinal recebido por um terminal
RxLev	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (GSM).
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> – Cartão SIM.
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i> – Protocolo TCP/IP.
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.

SUMÁRIO EXECUTIVO

Na sequência de solicitação do Município de Mondim de Basto, foram realizadas no período de 8 e 9 de setembro de 2021, campanhas de teste para avaliar o desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas e verificar os níveis de cobertura radioelétrica 2G, 3G e 4G, dos sistemas de comunicações móveis dos operadores MEO, NOS e Vodafone, no concelho de Mondim de Basto. Realizaram-se 621 chamadas de voz, 201 sessões de dados, e 44566 registos de sinal rádio, ao longo dos cerca de 230 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, detentores de redes móveis, 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 e 4G;
2. **Serviço de Voz** – Acessibilidade ao serviço telefónico móvel
3. **Serviços de Dados** – Acesso ao serviço de Internet móvel

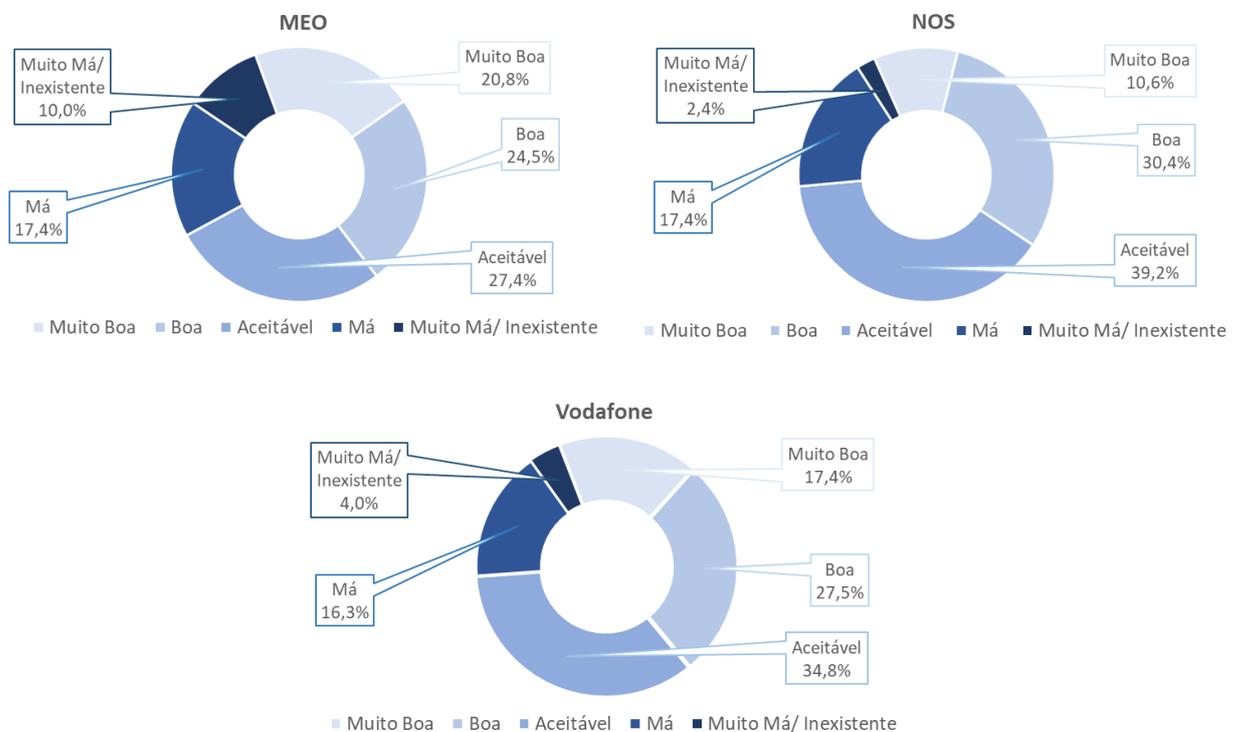
Os principais resultados observados são detalhados por operador, no ponto 5, podendo-se, de forma resumida, destacar o seguinte:

- A qualidade da cobertura radioelétrica dos sistemas de comunicações móveis foi classificada em 5 níveis, “Muito Má/Inexistente”, “Má”, “Aceitável”, “Boa” e “Muito Boa”. Observa-se que em cerca de 17% dos valores registados a qualidade é “Má/Inexistente” ou “Má” (27,4% na MEO, 20,3% na Vodafone e 19,8% na NOS).

Do total de amostras registadas da rede de cada operador, a informação de ausência de rede foi verificada em 2,4% da NOS, 4% da Vodafone e 10% da MEO.

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 96,1 % para a Vodafone, 86,0% para a NOS e 85,0 % para a MEO, ou seja, em termos globais não foi possível estabelecer chamadas em 11% dos casos. Nos casos em que foi possível estabelecer chamadas, observou-se que em 4% dos casos não foi possível concluí-las com sucesso (o rácio de terminação de chamadas foi de 94,2% para a Vodafone, e de 83,1%, para a NOS e de 78,7% para a MEO). Assim, em termos globais, considerando as chamadas falhadas no estabelecimento e as falhadas durante a conversação, observou-se a falha em 15% das chamadas.
- No serviço de dados os resultados revelam uma qualidade mais baixa, evidenciando que este serviço é fraco, com muitos testes negativos e baixas velocidades de transferência de dados. De facto, a taxa

de sucesso de testes de dados móveis através do *NET.mede* (testes iniciados e concluídos) foi de 68,7%, 64,2% e 61,2% respetivamente, para Vodafone, NOS e MEO.

As velocidades médias de transferência de dados em *download/upload* foram de 21,0 / 7,3 Mbps, na MEO, 8,7 / 4,6 Mbps, na Vodafone e 16,7 / 4,9 Mbps, na NOS.

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	97,7%	Vodafone	96,1%	Vodafone	68,7%
MEO	96,7%	NOS	86,0%	NOS	64,2%
NOS	85,5%	MEO	85,0%	MEO	61,2%

- Caso já existissem acordos de “Roaming Nacional” em Portugal (permitindo que os clientes de qualquer um dos operadores se pudesse conectar à antena de outro operador quando a qualidade de sinal do seu operador não fosse aceitável) teríamos uma cobertura agregada de mais qualidade no concelho de Mondim de Basto, como é bem evidenciado na Figura 14.

1 ENQUADRAMENTO

Através de email o Município de Mondim de Basto solicitou à Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), um pedido de 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 de serviço que um utilizador tem, em termos médios, ao longo do concelho.

Neste documento apresentam-se os resultados do estudo que decorreu no período de 8 e 9 de setembro, no concelho de Mondim de Basto.

Figura 2 - Localização geográfica e divisão administrativa

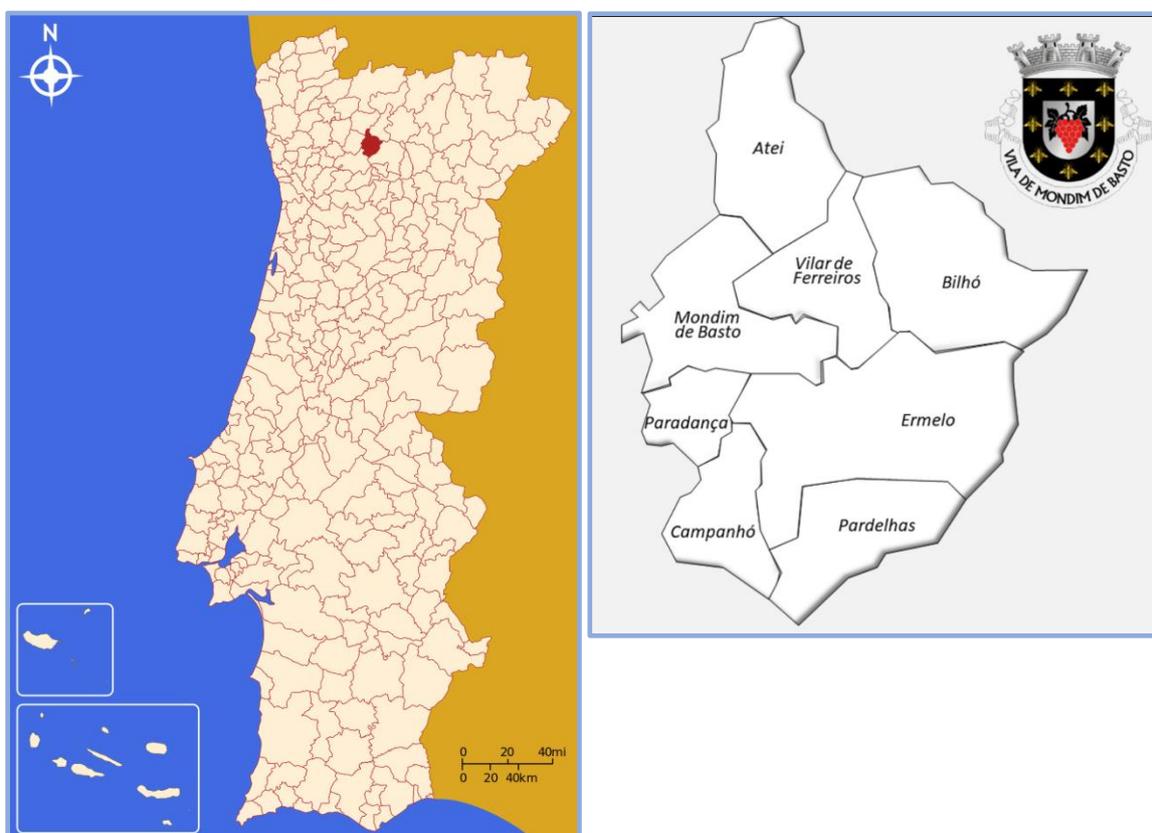
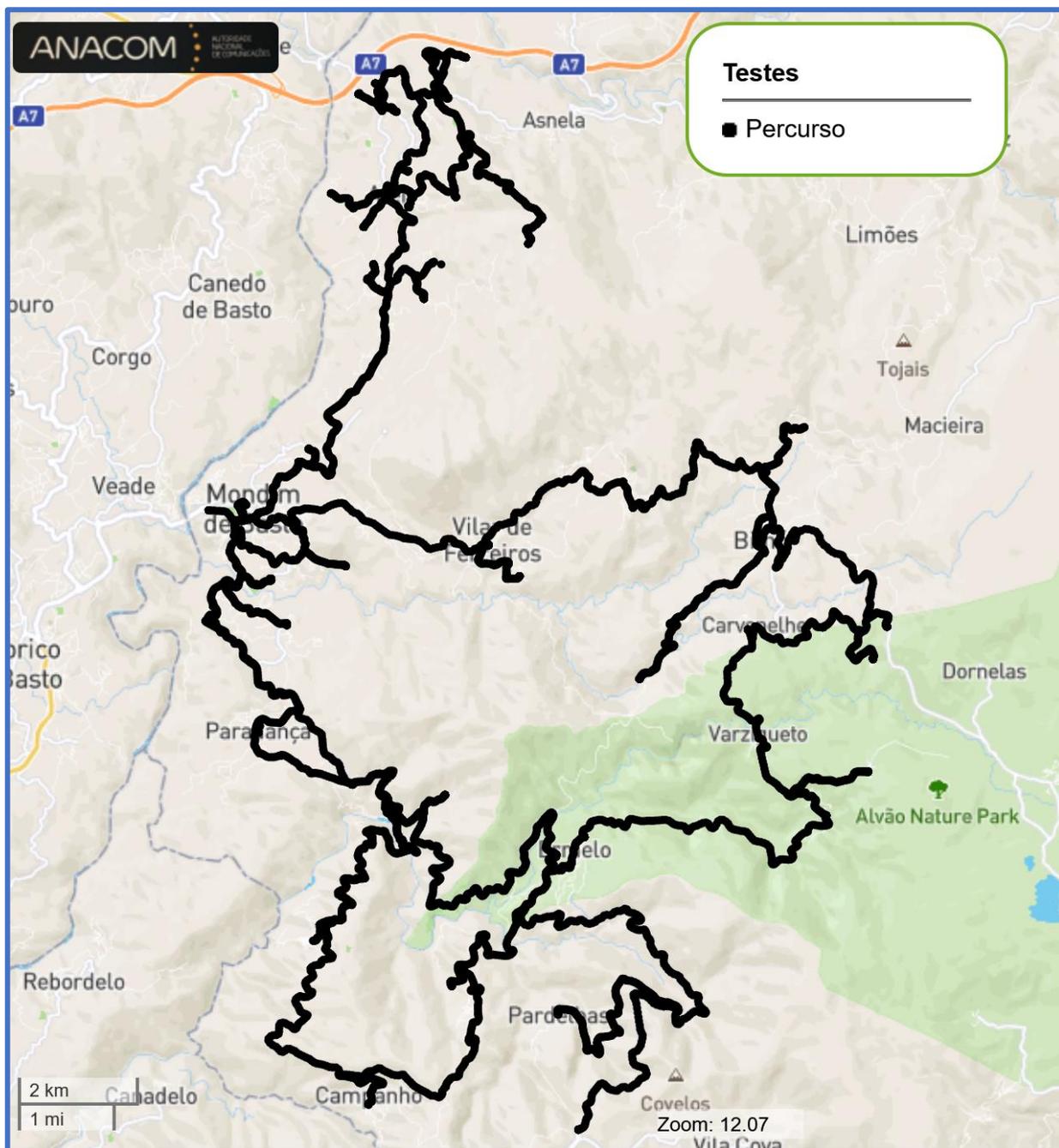


Figura 3 – Percurso



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 e 4G)
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 de 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 entre 8 e 9 de setembro, no concelho de Mondim de Basto, no período entre as 09H00 e as 19H00.

Realizaram-se entre os três operadores móveis 621 chamadas de voz, 201 sessões de dados, e 44566 registos de sinal rádio, em cerca de 230 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

Não existem diferenças significativas na cobertura radioelétrica entre os operadores NOS e MEO, que globalmente se pode considerar razoável. Globalmente a Vodafone tem a melhor cobertura.

Do total de amostras registadas de cada operador, registou-se a indicação de rede inexistente em 10% de amostras na MEO, em 4,0% na Vodafone e 2,4% na NOS.

Tabela 3 – Cobertura rádio

Sinal de rede* - MEO		
Com sinal de rede	16284	96,7%
Sem sinal de rede	552	3,3%
Total	16836	100,0%
Sinal de rede* - NOS		
Com sinal de rede	14341	85,5%
Sem sinal de rede	2439	14,5%
Total	16780	100,0%
Sinal de rede* - Vodafone		
Com sinal de rede	16400	97,7%
Sem sinal de rede	378	2,3%
Total	16778	100,0%

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Tab. 4.

Tabela 4 – Cobertura Rádio - resultados detalhados

Qualidade de Sinal									
	MEO			NOS			Vodafone		
	2G	3G	4G	2G	3G	4G	2G	3G	4G
Nº de Amostras	2048	4064	9301	858	1461	9773	458	2707	12924
Nível Médio (dBm)	-89,6	-86,9	-109,6	-99,9	-95,2	-106,8	-100,3	-94,1	-106,0
Nível Máximo (dBm)	-51,0	-23,0	-53,0	-67,0	-51,0	-68,0	-51,0	-23,0	-71,0
Nível Mínimo (dBm)	-138,0	-137,0	-141,0	-113,0	-118,0	-140,0	-113,0	-129,0	-141,0
Desvio Padrão	16,5	20,8	11,5	7,2	10,3	8,6	12,5	18,8	9,9

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

Tabela 5 – Tabela de classificação de níveis de cobertura

Cobertura	2G (GSM)	3G (UMTS)	4G (LTE)
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/ Inexistente	RSSI < -105 dBm	RSCP < -115 dBm	RSRP < -125 dBm

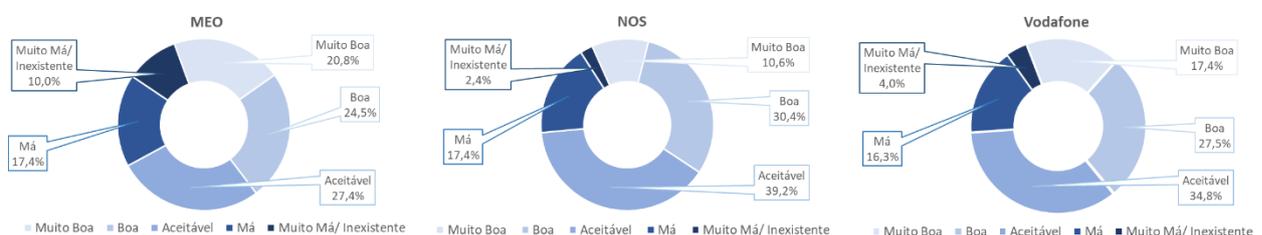
(*) RSSI – Received Signal Strength Indicator; ** RSCP – Received Signal Code Power; *** RSRP – Reference Signal Received Power

Resultados de intensidade do sinal recebido

Tabela 6 – Tabela de qualidade de sinal recebido

		MEO			NOS			Vodafone		
		2G	3G	4G	2G	3G	4G	2G	3G	4G
Cobertura Rádio	Número de Amostras (Medições)	2137	4215	9518	859	1471	9983	466	2791	13126
	Nível Médio das Amostras [dBm]	-90	-87	-110	-100	-95	-107	-100	-94	-106
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-51	-23	-53	-67	-51	-68	-51	-23	-71
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-138	-137	-141	-113	-118	-140	-113	-129	-141
	Desvio Padrão	16,5	20,8	11,5	7,2	10,3	8,6	12,5	18,8	9,9
	Muito Boa	2,9%	12,0%	5,9%	0,1%	2,2%	8,4%	0,1%	4,8%	12,5%
	Boa	2,5%	4,6%	17,4%	0,2%	4,2%	26,0%	0,2%	2,7%	24,6%
	Aceitável	2,7%	4,5%	20,1%	1,8%	3,6%	33,8%	0,5%	4,7%	29,6%
	Má	2,7%	4,3%	10,4%	3,7%	2,1%	11,7%	0,9%	3,6%	11,9%
	Muito Má/ Inexistente	2,4%	1,0%	6,5%	1,4%	0,0%	1,0%	1,1%	1,1%	1,8%

Figura 4 - Gráfico de qualidade de sinal recebido



5.2 SERVIÇO DE VOZ

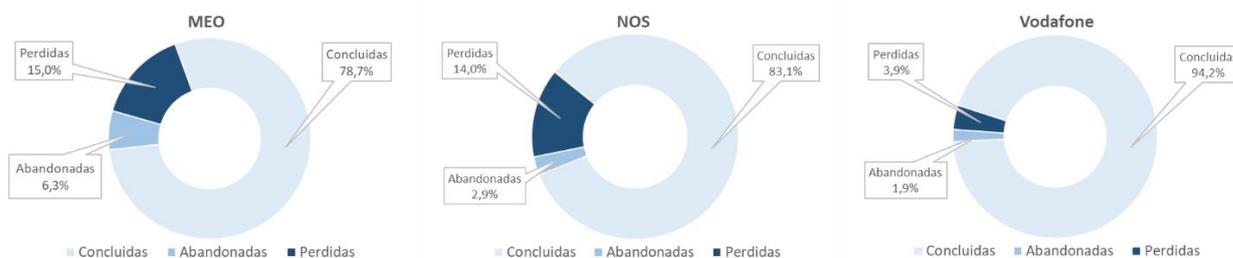
No serviço de voz, o melhor desempenho é da Vodafone não existindo diferenças relevantes entre os outros operadores, NOS e MEO. Os níveis de *Acessibilidade de Serviço* são de 96,1%, na Vodafone, 86,0% na NOS e de 85,0% na MEO, conforme se mostra na *Tabela 7*.

Tabela 7 – Acessibilidade e terminação de chamadas

		MEO	NOS	Vodafone
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas Lançadas	207	207	207
	Falhadas no Estabelecimento	31	29	8
	Falhadas Durante a Chamada	13	6	4
	Com Terminação Normal	163	172	195
	Acessibilidade do Serviço	85,0%	86,0%	96,1%
	Rácio de Terminação de Chamadas	78,7%	83,1%	94,2%

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Figura 4.

Figura 5 - Serviço de Voz



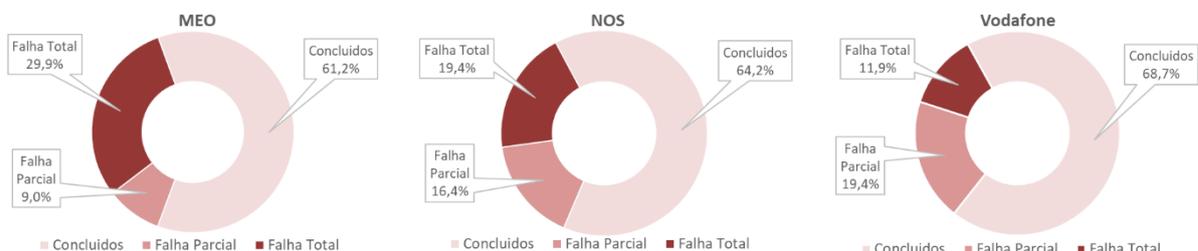
5.3 SERVIÇOS DE DADOS

A disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes NET.mede com sucesso, é de 68,7% na Vodafone, de 64,2% na NOS e de 61,2% na MEO. Os resultados estão muito dependentes dos locais onde os testes são realizados, conforme se pode verificar nos mapas do ponto 6.3 deste relatório.

Tabela 8 – Serviço de Dados

		MEO		NOS		Vodafone	
		download	upload	download	upload	download	upload
Velocidade Testes NET.mede	Realizados	67	67	67	67	67	67
	Concluídos	45	43	49	45	53	50
	Falha total	20		13		8	
	Falha Download ou Upload	2	4	5	9	6	9
	Total testes Falhados	22	24	18	22	14	17
	Velocidade Média [Mbps]	21,0	7,3	8,7	4,6	16,7	4,9
	Velocidade Máxima [Mbps]	82,4	26,6	49,2	22,1	87,7	18,4
	Velocidade Mínima [Mbps]	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,1
	Desvio Padrão	25,1	7,3	10,3	4,5	17,7	5,1
Latência (Testes NET.mede)	>60	17,0%		14,8%		22,4%	
	≤ 60	74,5%		85,2%		77,6%	
	< 30	8,5%		0,0%		0,0%	
	< 15	0,0%		0,0%		0,0%	
	< 10	0,0%		0,0%		0,0%	
	Média [ms]	63,2		57,1		59,4	
	Máxima [ms]	622,0		507,0		195,0	
	Mínima [ms]	27,0		37,0		35,0	

Figura 6 - Rácio terminação de testes de dados



No que respeita a *Velocidade de Transferência de Dados (não incluídas falhas)*, os testes demonstram que existem grandes variações, que basicamente dependem da qualidade sinal e da tecnologia de acesso rádio. Normalmente, nos locais onde a qualidade do sinal é razoável e a tecnologia é LTE (4G) o resultado é bom (Fig. 11).

5.3.1 DADOS ESTATÍSTICOS – SERVIÇO DE DADOS

Figura 7 - Latência

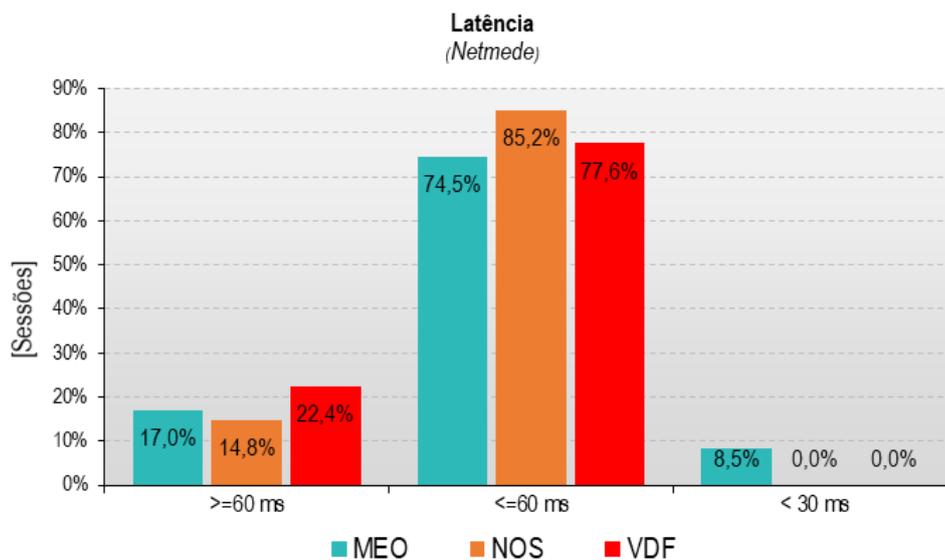


Figura 8 - Velocidades download e upload

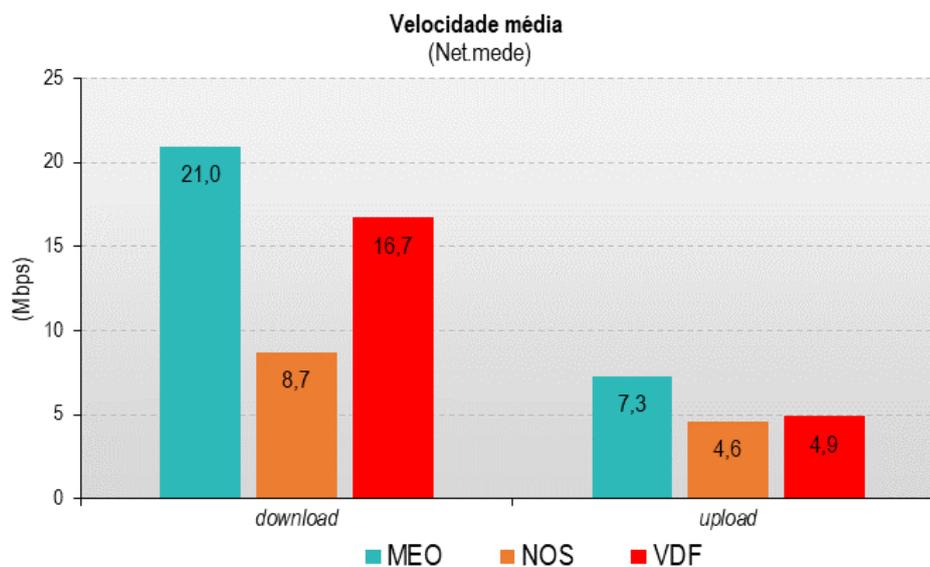


Figura 9 - Velocidades download

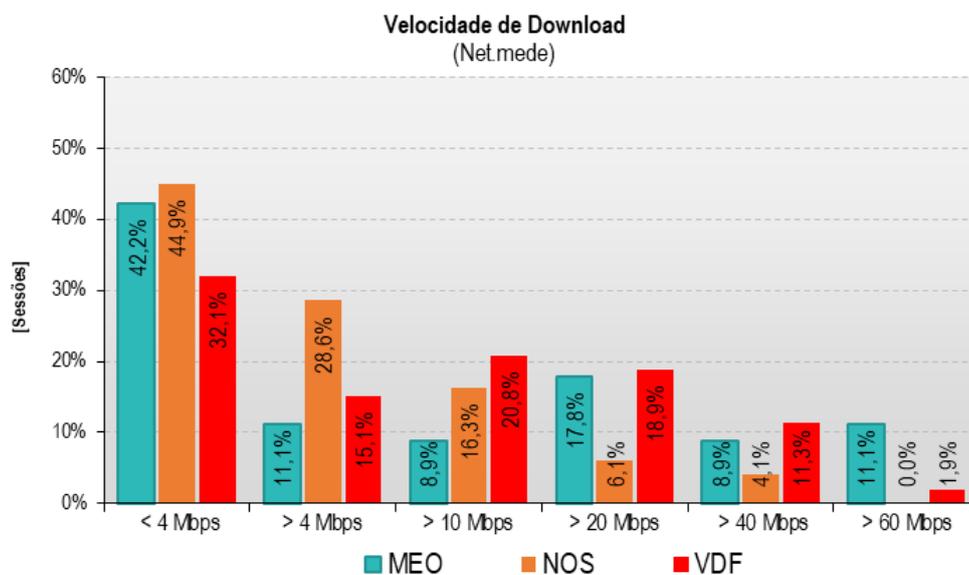
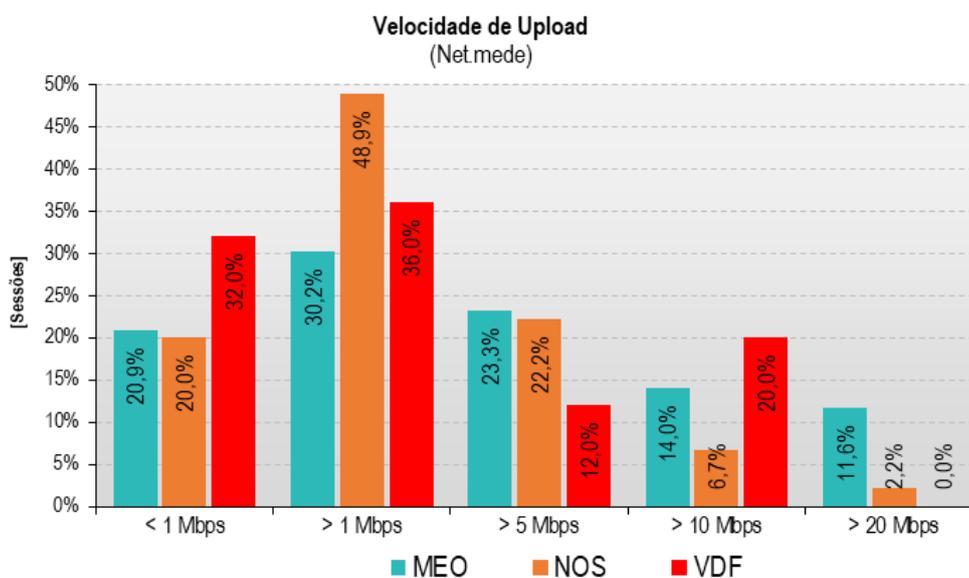


Figura 10 - Velocidades upload



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

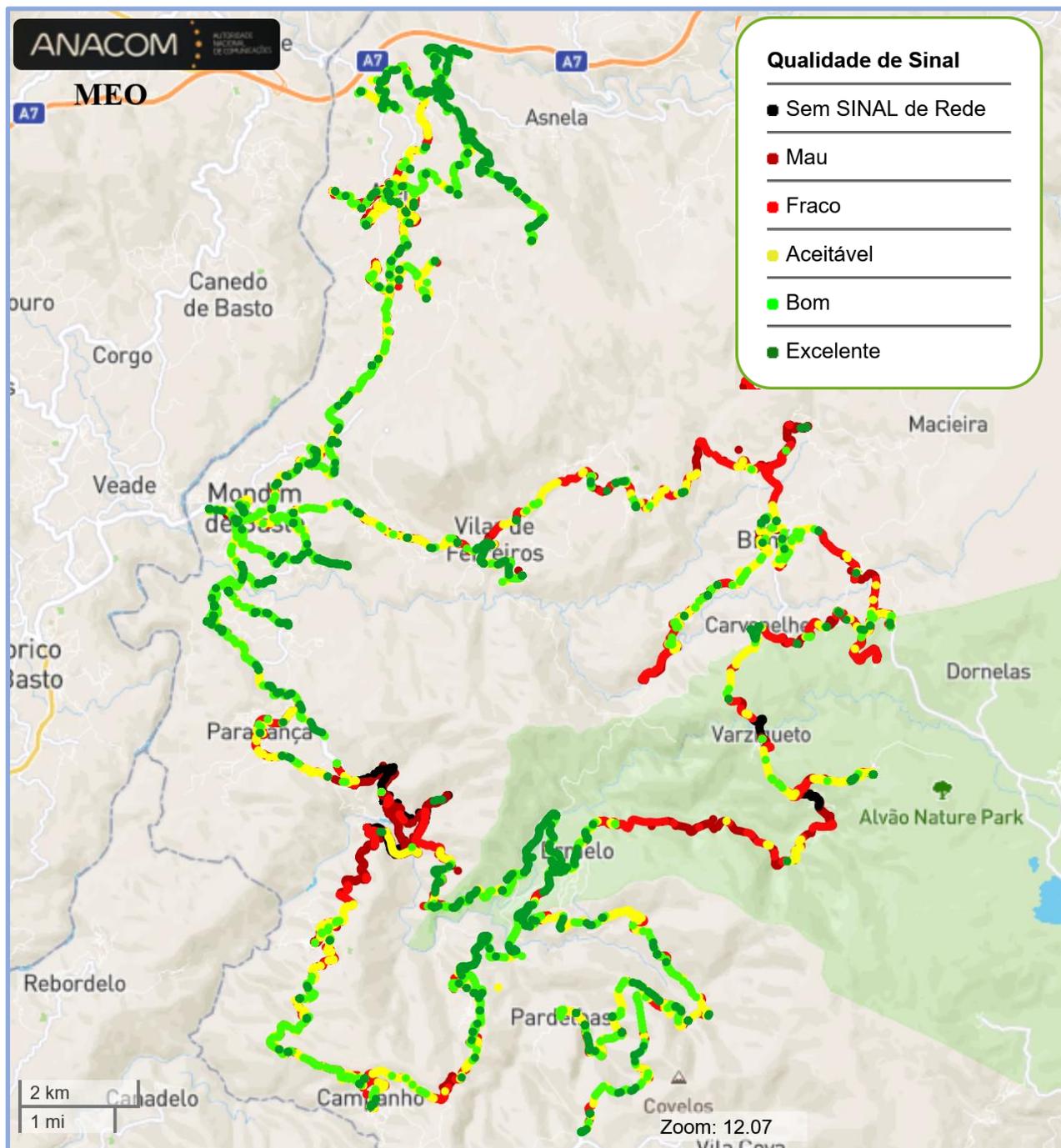


Figura 12 - Cobertura Móvel NOS

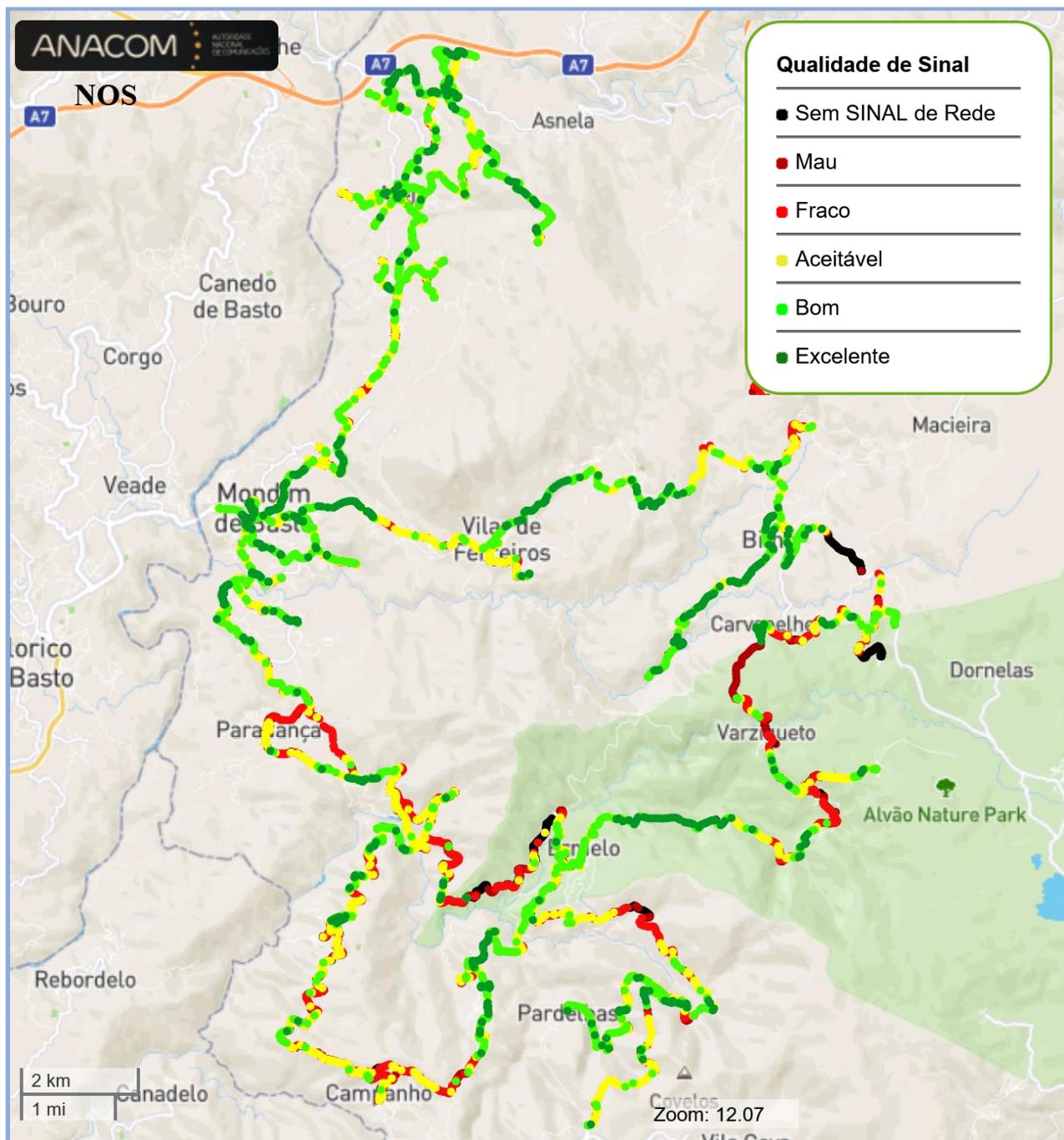
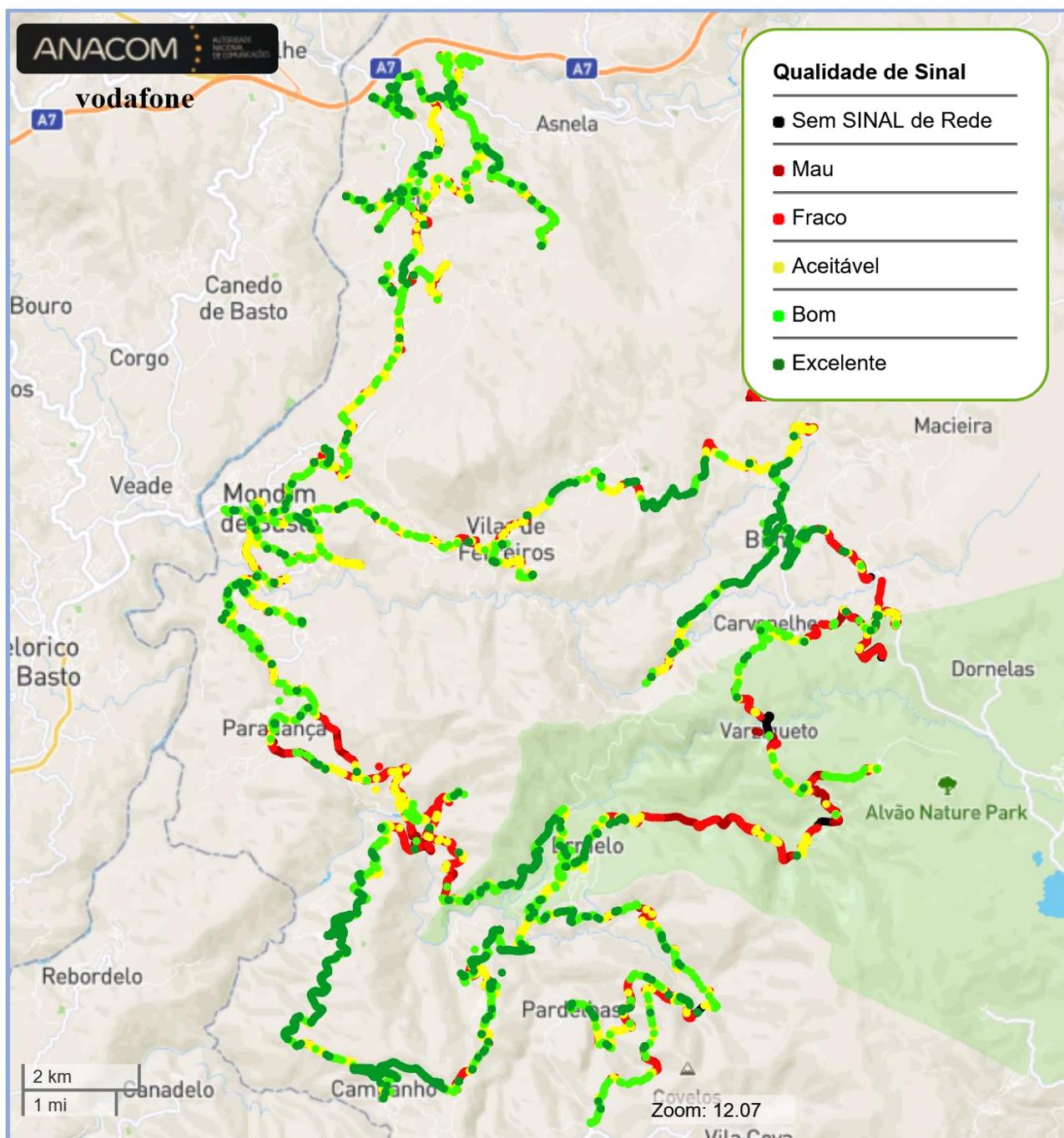


Figura 13 - Cobertura Móvel VODAFONE



6.2 SERVIÇO DE VOZ

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

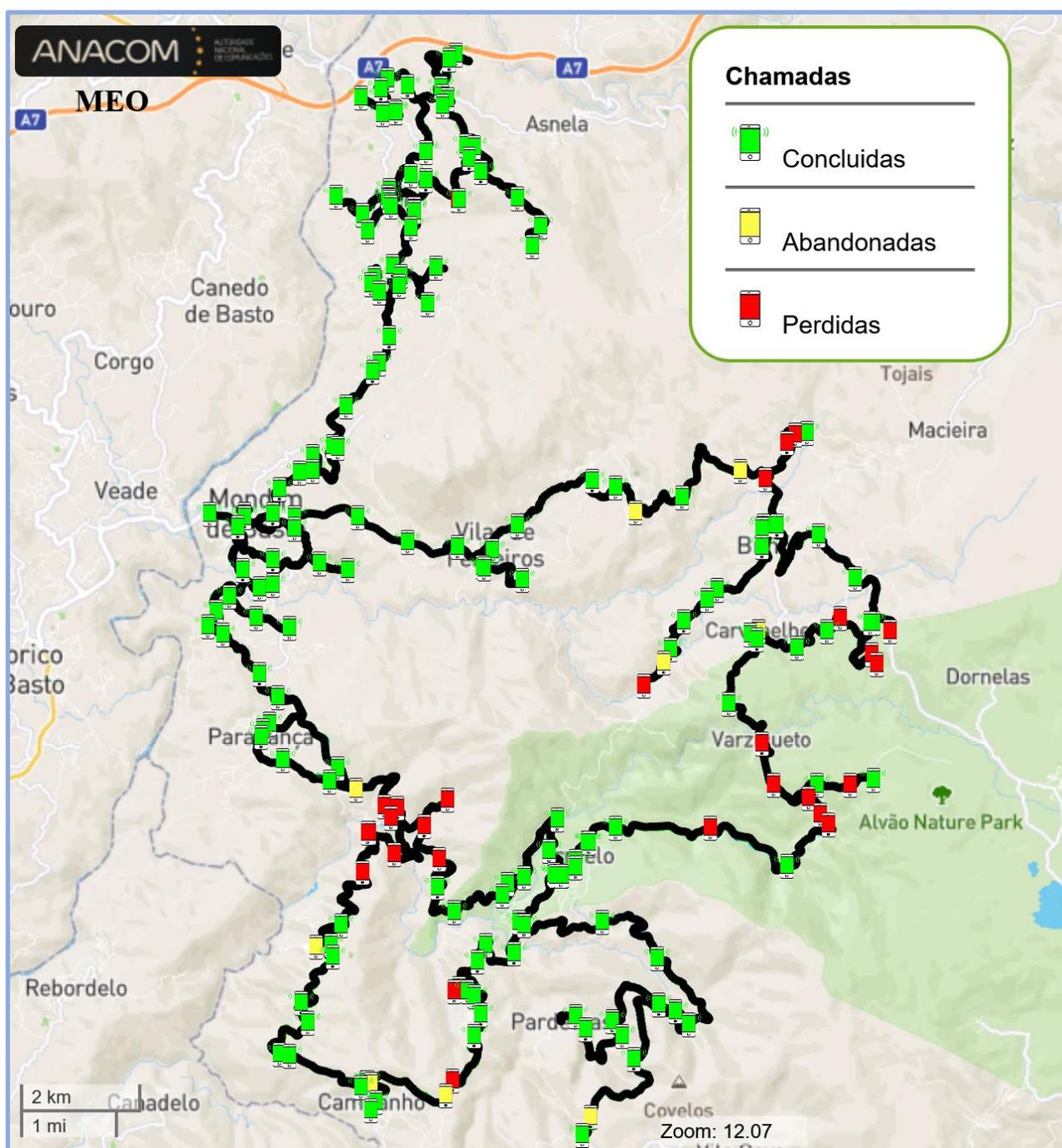


Fig. 16 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede NOS

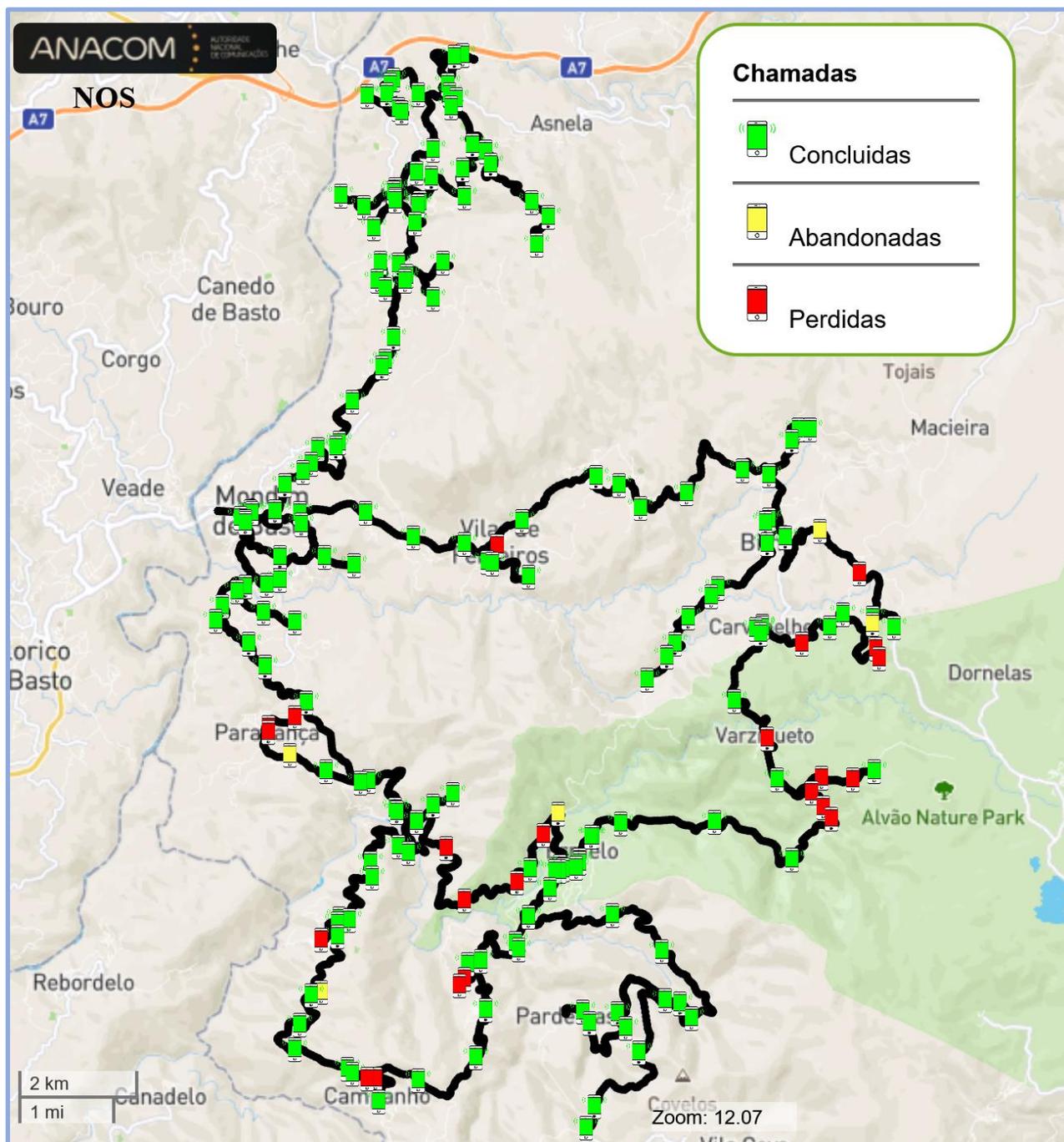
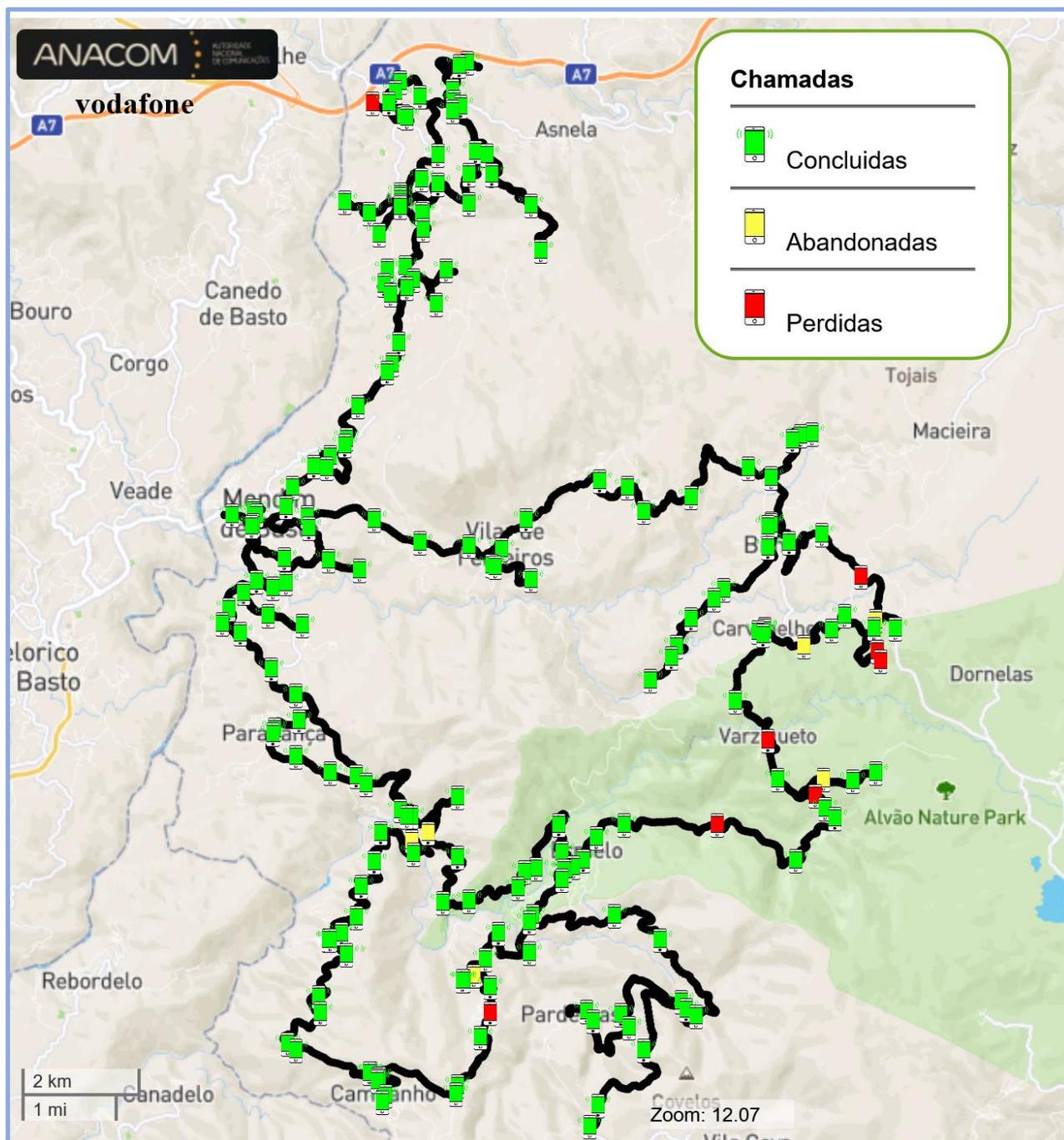


Fig. 17 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede Vodafone



6.3 SERVIÇO DE DADOS

Fig. 18 - Mapa de testes de dados efetuados na rede MEO

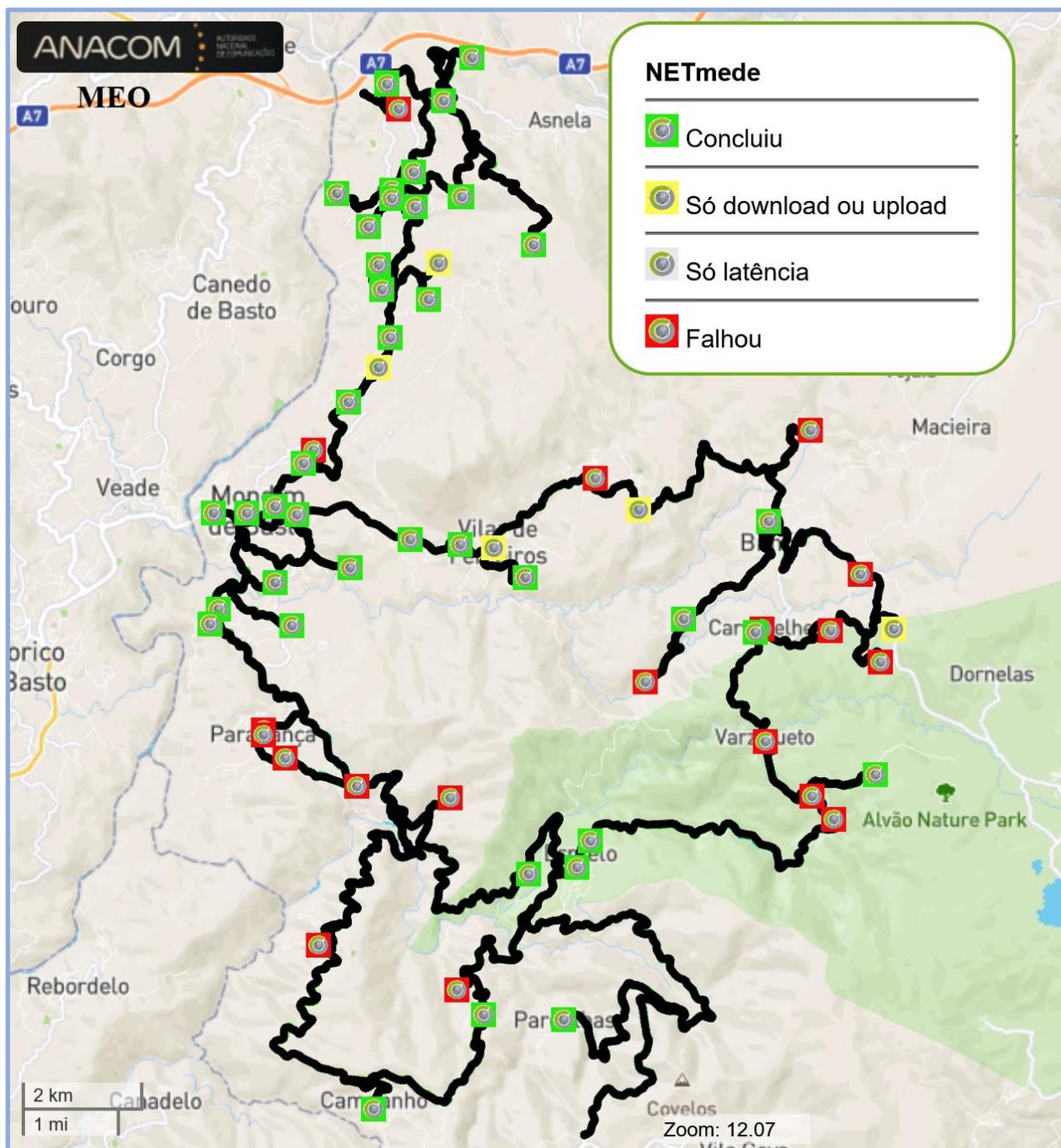
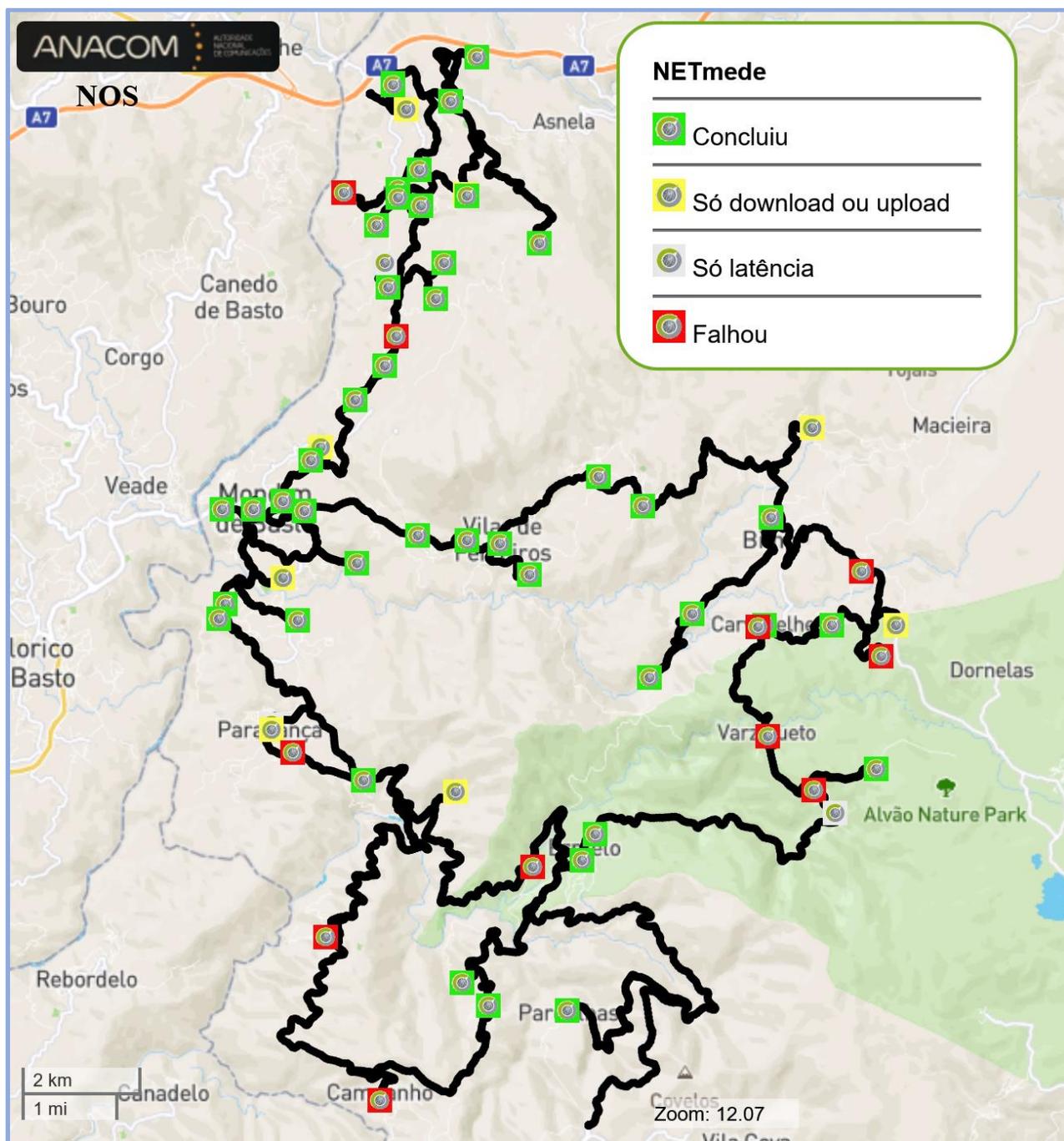
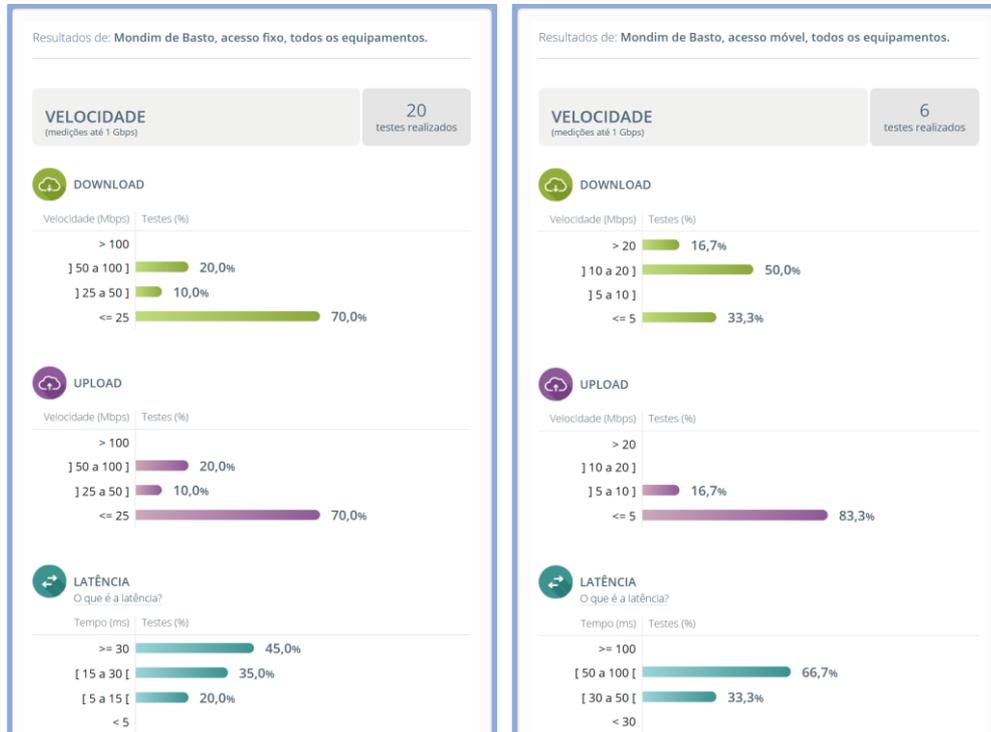


Fig. 19 - Mapa de testes de dados efetuados na rede NOS



7 ANÁLISE DE RESULTADOS ESTATÍSTICOS REGISTRADOS NO PORTAL NET.MEDE

Figura 21 - Testes NET.mede realizados em acesso fixo e em dispositivos móveis



8 CONCLUSÕES

- De modo geral, as três redes testadas têm má cobertura na zona do Parque Natural do Alvão – localidades de Fervença, Varzigueto e Açureira.
- **Globalmente a Vodafone apresenta a melhor cobertura, com a NOS e a MEO a possuírem a cobertura mais deficiente.** Do total de amostras registadas de cada operador foram classificadas como “Muito Má/Inexistente” em 10,0% dos registos no caso da MEO, 4,0% na Vodafone e 2,4% na NOS;
- Foram classificadas como “Má” 17,4% na MEO, 17,4% na NOS e 16,3% na Vodafone;
- Foram classificadas como “Aceitável” 39,2% na NOS, 34,8% na Vodafone, e 27,4% na MEO;
- Foram classificados como “Muito Boa” ou “Boa” em termos de registos 45,2% na MEO, 44,9% na Vodafone, e 41,0% NOS;
- **No serviço de chamadas de voz, em termos globais, considerando as chamadas falhadas no estabelecimento e as chamadas falhadas durante a conversação, observou-se uma falha em 15% das chamadas.** O melhor desempenho foi da Vodafone, não existindo diferenças relevantes entre a NOS e a MEO. Os níveis de *Acessibilidade de Serviço* são de 96,1%, na Vodafone, de 86,0% na NOS e de 85,0% na MEO

- **No serviço de dados os resultados revelam uma qualidade mais baixa, evidenciando que este serviço é fraco, com muitos testes negativos e baixas velocidades de transferência de dados.** O êxito na realização de testes de velocidade de dados em redes móveis foi de cerca de 68,7% na rede da Vodafone, 64,2% na rede da NOS e 61,2% na rede da MEO, variando entre muito boa qualidade (centros das freguesias) e a impossibilidade de realização de teste (em locais mais isolados);
- No que respeita à *Velocidade de Transferência de Dados*, os testes demonstram que existem grandes variações que, basicamente, dependem muito dos locais onde os testes são realizados, da qualidade sinal e da tecnologia de acesso rádio. Normalmente, nos locais onde a qualidade do sinal é razoável e a tecnologia é LTE (4G) o resultado é bom;
- **Nas localidades de Açureira e Varzigueto, não foi possível o acesso a qualquer das redes móveis.**



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

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

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



Atendimento ao público
800206665
info@anacom.pt

www.anacom.pt

ANACOM  AUTORIDADE
NACIONAL
DE COMUNICAÇÕES