



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

CONCELHO DE MADALENA DO PICO

# Índice

Siglas e acrónimos .....	3
Sumário Executivo .....	4
1 Enquadramento .....	8
2 Âmbito .....	9
3 Metodologia.....	10
3.1 Aspetos fundamentais .....	10
4 Amostra do estudo.....	11
5 Resultados.....	11
5.1 Cobertura rádio - Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia.....	11
5.2 Serviço de voz .....	14
5.3 Serviços de dados.....	16
5.3.1 Dados estatísticos – serviço de dados.....	17
6 Mapas de percurso / testes.....	19
6.1 Cobertura rede móvel .....	19
6.2 Serviço de voz .....	21
6.3 Serviço de dados .....	23
7 Conclusões.....	25

# Siglas e acrónimos

<b>BLM</b>	<i>Banda Larga Móvel.</i>
<b>BLM480</b>	<i>Obrigações de Cobertura de 480 Freguesias de Portugal conforme decisão ANACOM de 09 de novembro de 2012 (<a href="https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1142892">https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1142892</a>)</i>
<b>BLM588</b>	<i>Obrigações de Cobertura de 588 Freguesias de Portugal conforme decisão ANACOM de 22 de fevereiro de 2016 (<a href="https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=385098">https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=385098</a>)</i>
<b>BTS</b>	<i>Base Transceiver Station</i>
<b>CPICH</b>	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um
<b>RSCP</b>	terminal móvel (UMTS).
<b>RSSI</b>	<i>Received signal strength indication</i>
<b>EPS</b>	<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
<b>FCT</b>	Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P.
<b>FTP</b>	<i>File Transfer Protocol</i> – Protocolo FTP
<b>GSM</b>	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de 2ª geração (2G)
<b>HTTP</b>	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> – Protocolo HTTP
<b>LTE</b>	<i>Long Term Evolution</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G)
<b>PDP</b>	<i>Packet Data Protocol</i> – Protocolo PDP
<b>RF</b>	Rádio Frequência
<b>QoE</b>	Quality of Experience
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RSRP</b>	<i>Reference Signal Received Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE)
<b>RxLev</b>	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (GSM)
<b>SIM</b>	<i>Subscriber Identity Module</i> – Cartão SIM
<b>TCP/IP</b>	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i> – Protocolo TCP/IP
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema Comunicações Móveis de 3ª geração (3G)
<b>USIM</b>	<i>UMTS Subscriber Identity Module</i> – Cartão USIM
<b>WCDMA</b>	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> – Tecnologia utilizada na componente rádio dos sistemas de comunicações UMTS

# Sumário Executivo

No âmbito do Estudo de Aferição da Qualidade de Serviço das Redes Móveis na Ótica do Utilizador foi realizada uma campanha de testes e medições para avaliar o desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas 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), no Concelho de Madalena do Pico no dia 22 de março de 2023.

Foram percorridos pela equipa da ANACOM cerca de 115 quilómetros, onde foram realizadas 198 chamadas de voz, 198 testes de velocidade da ligação à Internet e 16 826 de medições da camada física de rádio reportadas às camadas superiores.

Importa referir que no Concelho de Madalena do Pico não existem obrigações BLM480 de cobertura de rede móvel, mas existem obrigações BLM588 para as Freguesias de São Caetano e Criação Velha (ambas NOS) e Madalena (Vodafone).

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 pretende proporcionar a perspetiva da qualidade do serviço que um utilizador tem, em termos médios, ao longo daquelas freguesias.

Para efeitos de avaliação de desempenho das redes móveis foram estabelecidas chamadas de voz, para avaliação do serviço de voz e realizados testes NET.mede<sup>1</sup>, para avaliação da performance do serviço de Internet móvel.

A metodologia seguida neste estudo assenta na realização de testes de campo, com recurso a um sistema automático de medição, composto por estações móveis, vulgarmente conhecidas por telefones móveis/smartphones que estabelecem uma ligação via rádio com as estações de base (BTS) dentro da própria rede, 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.

Com este trabalho pretendeu-se averiguar a experiência do utilizador em termos de acessibilidade

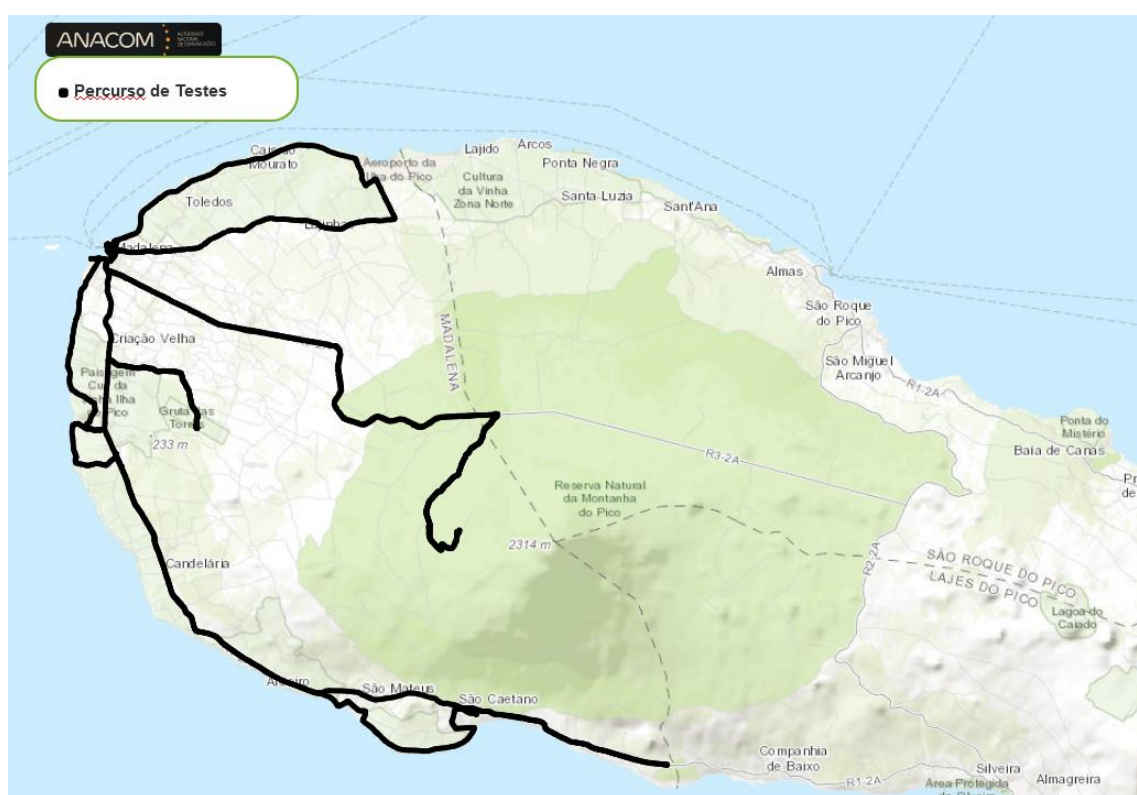
---

<sup>1</sup> NET.mede – Ferramenta de verificação disponibilizada pela ANACOM para medição da velocidade da internet.

aos serviços tendo sido estabelecidas chamadas de voz, para avaliação do serviço de voz, realizados testes NET.mede<sup>1</sup>, para avaliação da performance do serviço de dados (internet) e verificados os níveis de sinal rádio das redes, para avaliação da cobertura.

Os locais de medição foram objeto de um planeamento prévio, tendo sido considerados os principais eixos rodoviários e alguns eixos secundários mais relevantes (Figura 1).

**Figura 1 – Percurso efetuado**



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

1. **cobertura das redes** – disponibilidade das redes radioelétricas GSM, UMTS, LTE ou NR;
2. **serviço de voz** – acessibilidade ao serviço telefónico móvel;
3. **serviços de dados** – acesso ao serviço de Internet móvel.

A análise foi efetuada de modo automático, em circulação numa viatura, com exceção da análise do serviço de dados, que foi medido em pontos fixos, previamente planeados.

Os principais **resultados observados** são detalhados por operador, destacando-se, de forma resumida, o seguinte:

A cobertura do  **sinal de espectro radioelétrico**  dos sistemas de comunicações móveis dos operadores analisados, apresenta níveis de cobertura de "Muito Má" a "Muito Boa". Do total de amostras registadas da rede de cada operador, a informação de ausência de rede foi verificada em 0,1% **(MEO)**, 0% **(NOS)** e 0% **(Vodafone)**.



**0,1%** MEO

**0%** NOS

**0%** Vodafone  
ausência de rede

No **serviço de chamadas**, os desempenhos quanto à acessibilidade (estabelecimento de chamada) foram de 100% **(MEO)**, 100% **(NOS)** e 100% **(Vodafone)**.



**100%** MEO

**100%** NOS

**100%** Vodafone  
estabelecimento de chamada

Nem todas as chamadas iniciadas nos três operadores foram concluídas com sucesso. A **taxa de terminação** de chamadas registada foi de 96% **(MEO)**, de 98% **(NOS)** e de 93% **(Vodafone)**.

No **serviço de dados (internet)**, o rácio de sucesso de testes de dados móveis através do *NET.mede* (testes iniciados e concluídos) foi de 68,1% **(MEO)**, 97,0% **(NOS)** e 94,0% **(Vodafone)**.



**68,1%** MEO

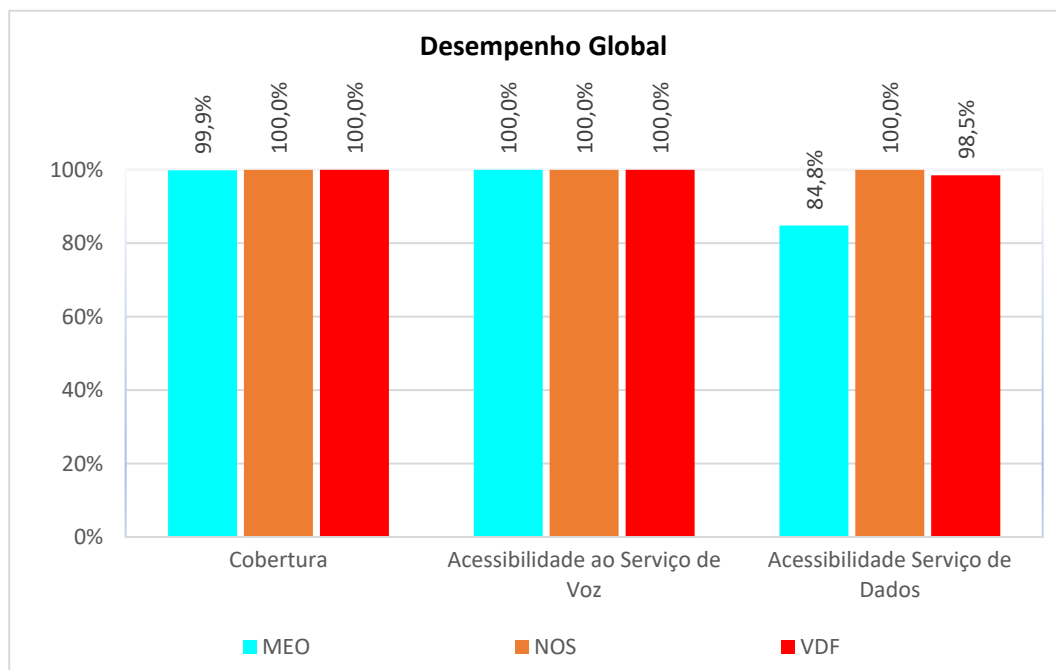
**97,0%** NOS

**94,0%** Vodafone  
sucesso de testes em dados móveis com o NET.mede

Nestes testes, as **velocidades médias de transferência de dados** em *download/upload* foram de 141,3/13,8 Mbps **(MEO)**, 82,5/21,8 Mbps **(NOS)** e de 53,2/15,2 Mbps **(Vodafone)**.

Na **Figura 2** é indicada a classificação do desempenho dos operadores para cada serviço:

**Figura 2 – Desempenho Global dos Operadores**

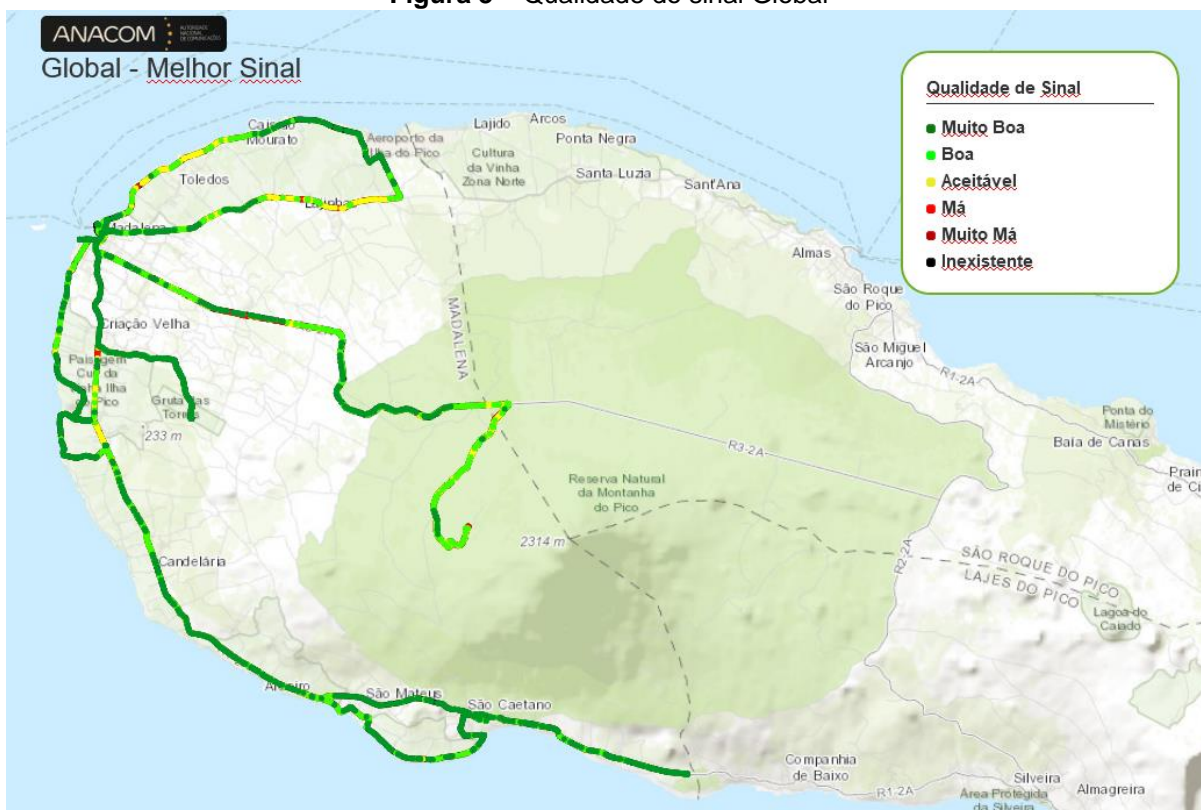


Em termos de cobertura do sinal de espectro radioelétrico global, não se verificaram ausências relevantes de cobertura e sinais de má qualidade em todo o Concelho. (**Figura 3**).

Releva-se que estas medições foram efetuadas fora das habitações, cujas obstruções à propagação do sinal radioelétrico são sempre dependentes da tipologia de construção.

A análise da cobertura global é fundamental para se ter uma noção dos locais onde o serviço 112 pode não estar disponível através das redes móveis.

Figura 3 – Qualidade do sinal Global



# 1 Enquadramento

Foi realizada uma avaliação do desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas terrestres e verificados os níveis de cobertura radioelétrica dos sistemas de comunicações móveis dos operadores MEO, NOS e Vodafone. Estes trabalhos ocorreram no Concelho de Madalena do Pico no dia 22 de março de 2023.

Importa referir que no Concelho de Madalena do Pico não existem obrigações BLM480 de cobertura de rede móvel, mas existem obrigações BLM588 para as Freguesias de São Caetano e Criação Velha (ambas NOS) e Madalena (Vodafone).

A presente avaliação ao desempenho das redes móveis não pode ser considerada para efeito de verificação das obrigações de cobertura de banda larga móvel estabelecidas por ocasião do leilão multifaixa e da renovação dos DUF da **MEO, NOS e Vodafone** na faixa dos 2100 MHz.

Este trabalho visa apenas analisar a perspetiva da qualidade de serviço que um utilizador tem, em termos médios, ao longo da Ilha.



Figura 4 - Localização geográfica e divisão administrativa



## 2 Âmbito

Numa avaliação da QoS (Qualidade de Serviço) 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
  - Disponibilidade e nível de sinal das redes radioelétricas (GSM, UMTS, LTE ou NR)
2. Serviço de voz
  - Estabelecimento e terminação de chamadas
3. Serviço de dados
  - 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 (medições extremo-a-extremo). As medições são efetuadas 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 1).

**Tabela 1** – Configuração e duração dos testes

Duração de cada Teste		Intervalo entre Medições e Testes		
Chamada	Teste NET.mede <sup>(*)</sup>	Sinal	Chamadas	Teste NET.mede
60 segundos	90 segundos	3 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) **medidas 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

A campanha de medições de campo, efetuada em viatura, decorreu no dia 22 de março, no Concelho de Madalena do Pico nos Açores, no período entre as 09H00 e as 12H00.

Realizaram-se no total, 198 chamadas de voz, 198 sessões de dados, e 16 826 registos de sinal rádio, em cerca de 115 quilómetros em testes. Os resultados obtidos em cada indicador, com desagregação por operador, são apresentados detalhadamente neste documento.

## 5 Resultados

### 5.1 Cobertura rádio - Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia

A análise da cobertura foi efetuada dentro de uma viatura em circulação, utilizando telemóveis de gama média, e reproduzindo as mesmas condições de medição (equipamentos e configuração) para os três operadores.

A cobertura rádio obtida foi equivalente em todos os Operadores (100,0%). A **NOS** apresenta melhor qualidade de sinal (somatório da percentagem de sinal de Muito Boa a Aceitável).

Do total de amostras registadas de cada operador, registou-se a indicação de rede inexistente em 0,1% na **MEO**, em 0,0% de amostras na **NOS**, e em 0,0% na **VODAFONE**.

**Tabela 2 – Cobertura rádio (Sinal de rede)**

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

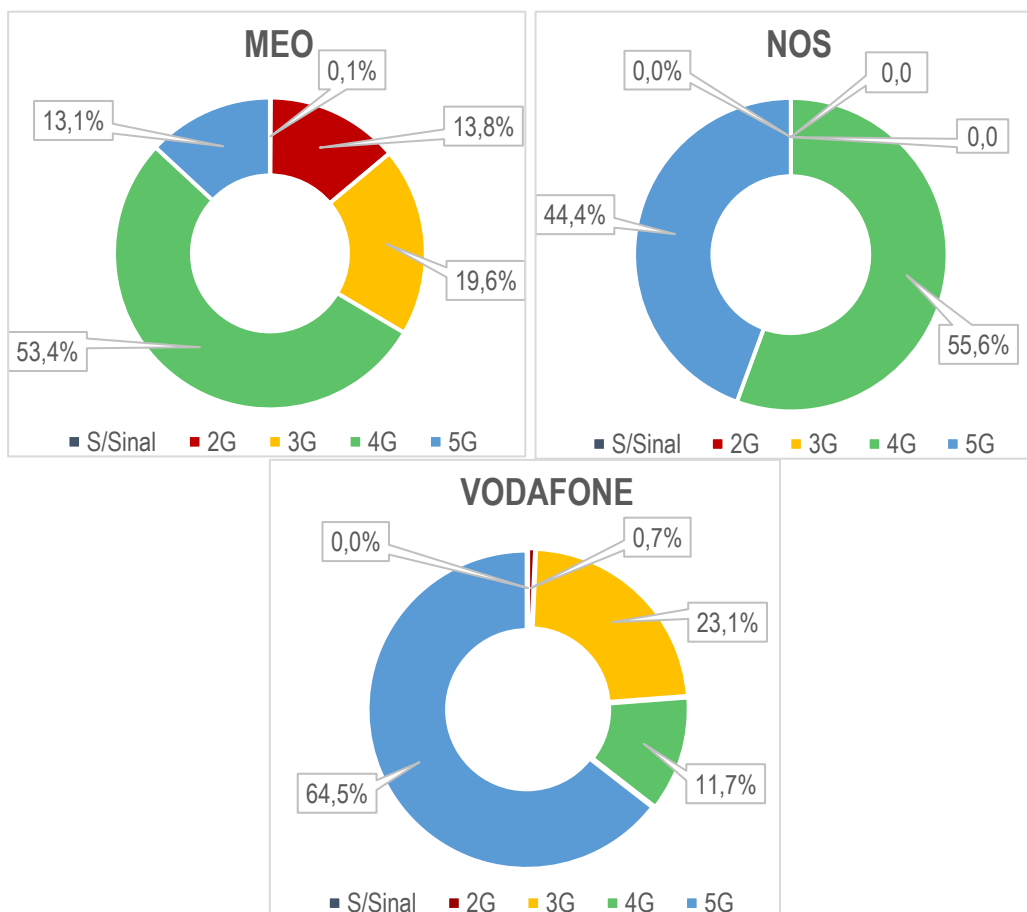
Os resultados detalhados por operador são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Cobertura Rádio - resultados detalhados**

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	8	771	1098	2985	736	0	0	0	3123	2493	0	41	1299	654	3618
Nível Médio (dBm)	--	-91	-88	-106	-89	--	0	0	-106	-99	--	-91	-90	-109	-107
Nível Máximo (dBm)	--	-59	-45	-72	-61	--	-114	-125	-69	-61	--	-50	-53	-78	-71
Nível Mínimo (dBm)	--	-111	-120	-127	-124	--	-50	-23	-135	-138	--	-113	-119	-137	-140
Desvio Padrão	--	10	15	9	13	--	0	0	9	11	--	9	11	11	12

Na Figura 5 encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia registada em cada amostra medida.

**Figura 5 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador**



A qualificação dos níveis de sinal foi definida conforme Tabela 4.

**Tabela 4 – Tabela de classificação de níveis de sinal**

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

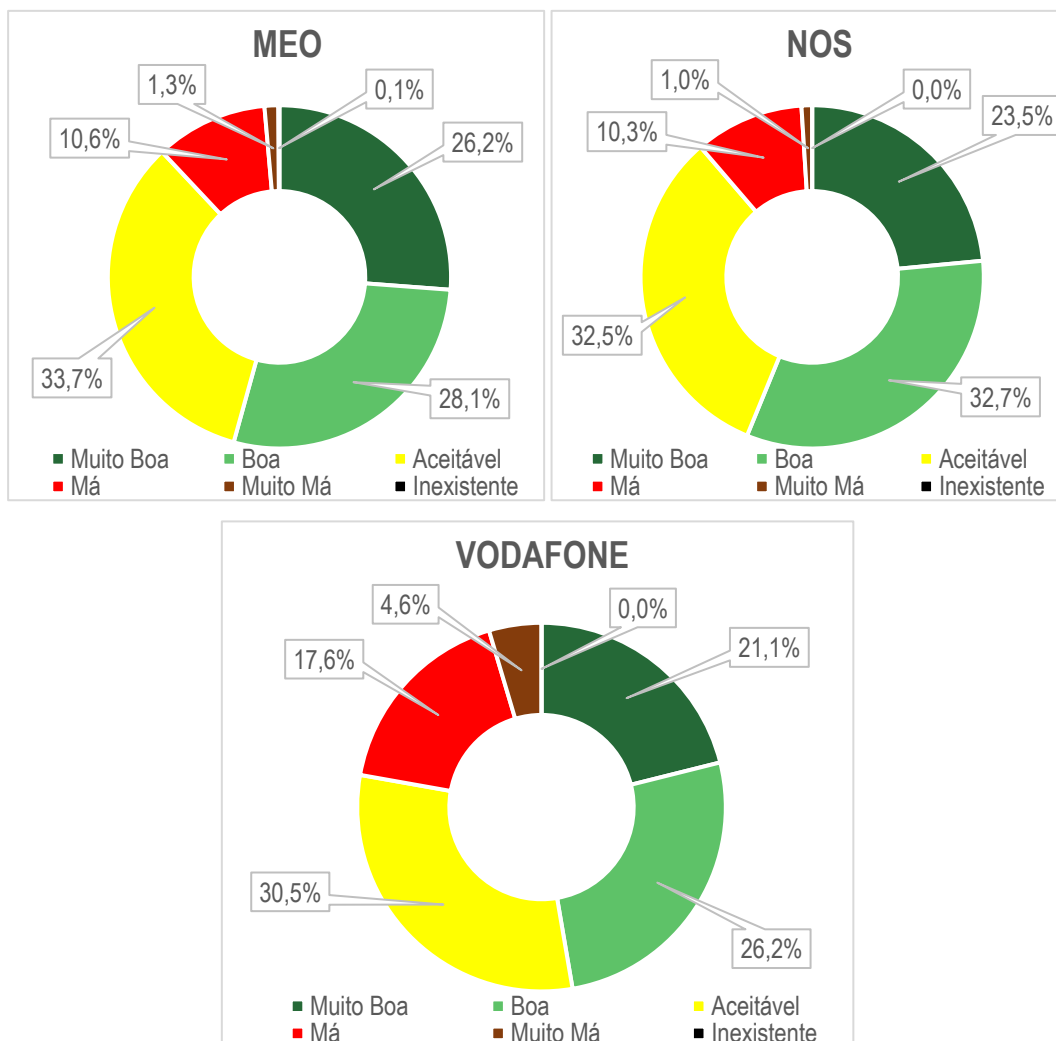
<b>Cobertura (Qualidade de sinal)</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G / 5G</b>
Muito Boa	-75 dBm ≤ RSSI	-85 dBm ≤ RSCP	-95 dBm ≤ RSRP
Boa	-85 dBm ≤ RSSI < -75 dBm	-95 dBm ≤ RSCP < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSRP < -95 dBm
Aceitável	-95 dBm ≤ RSSI < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSCP < -95 dBm	-115 dBm ≤ RSRP < -105 dBm
Má	-105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

Resultados de qualidade sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis conforme Tabela 5.

**Tabela 5 – Tabela de qualidade de sinal recebido**

<b>Qualidade Rádio</b>	<b>MEO</b>				<b>NOS</b>				<b>VODAFONE</b>			
	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>
Muito Boa	1,0%	7,6%	8,0%	9,6%	0,0%	0,0%	6,8%	16,7%	0,0%	8,4%	1,6%	11,1%
Boa	3,2%	4,9%	17,8%	2,2%	0,0%	0,0%	16,8%	15,9%	0,1%	7,7%	2,5%	15,9%
Aceitável	5,3%	4,9%	22,4%	1,1%	0,0%	0,0%	23,5%	9,0%	0,5%	5,5%	4,1%	20,4%
Má	4,0%	1,6%	4,7%	0,3%	0,0%	0,0%	8,2%	2,1%	0,1%	1,4%	2,9%	13,2%
Muito Má	0,3%	0,6%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,7%	0,0%	0,2%	0,6%	3,8%
Inexistente	0,1%				0,0%				0,0%			

Figura 6 - Gráfico de qualidade de sinal recebido



## 5.2 Serviço de voz

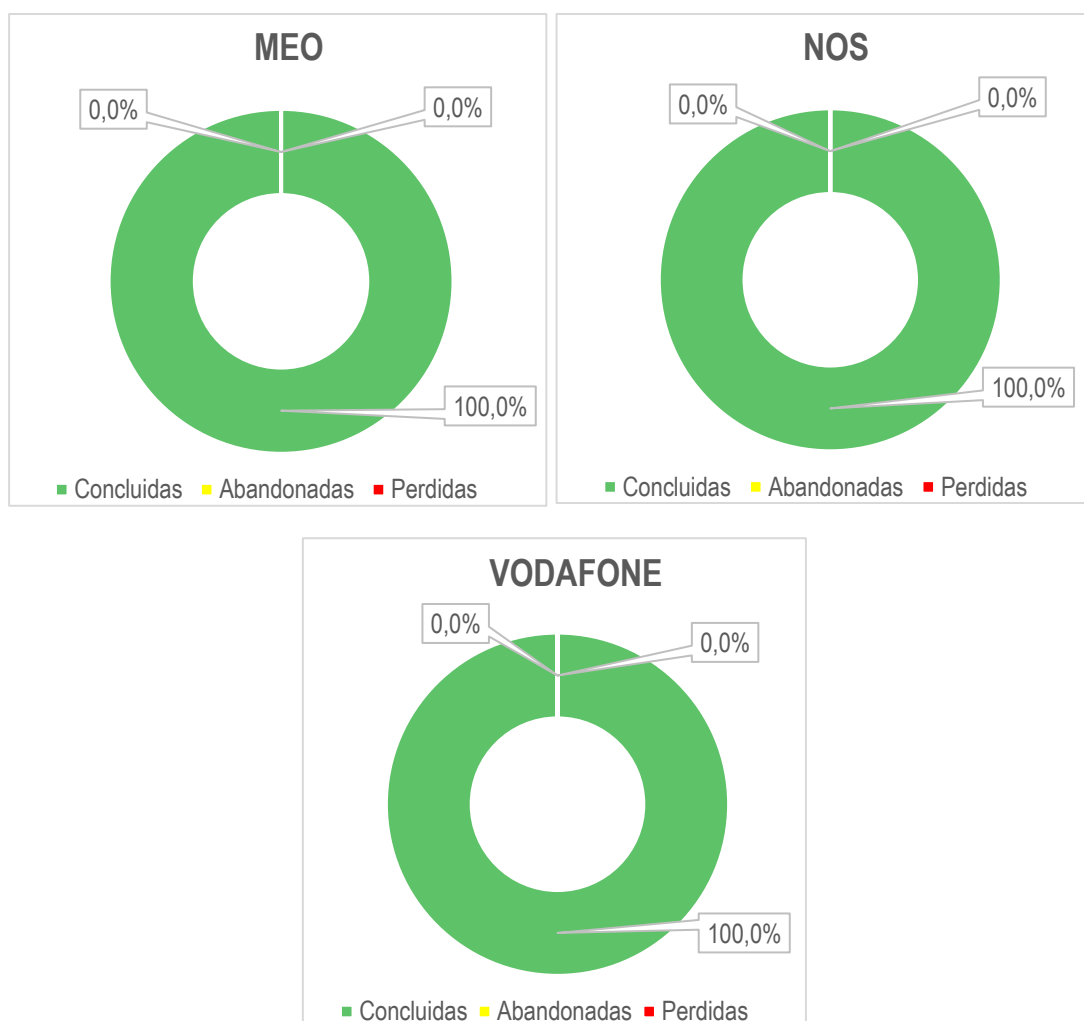
No serviço de chamadas, o desempenho é equivalente em todos os Operadores (100,0%). Os níveis de *Acessibilidade de Serviço* são de 100,0% em todos os operadores (**MEO, NOS e Vodafone**) conforme se mostra na [Tabela 6](#).

**Tabela 6 – Acessibilidade e terminação de chamadas**

Chamadas Realizadas	MEO	NOS	VODAFONE
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	66	66	66
Falhadas no Estabelecimento	0	0	0
Falhadas Durante a Chamada	0	0	0
Com Terminação Normal	66	66	66
Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	100,0%
Rácio de Terminação de Chamadas	100,0%	100,0%	100,0%

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Figura 7.

**Figura 7 - Serviço de Voz**



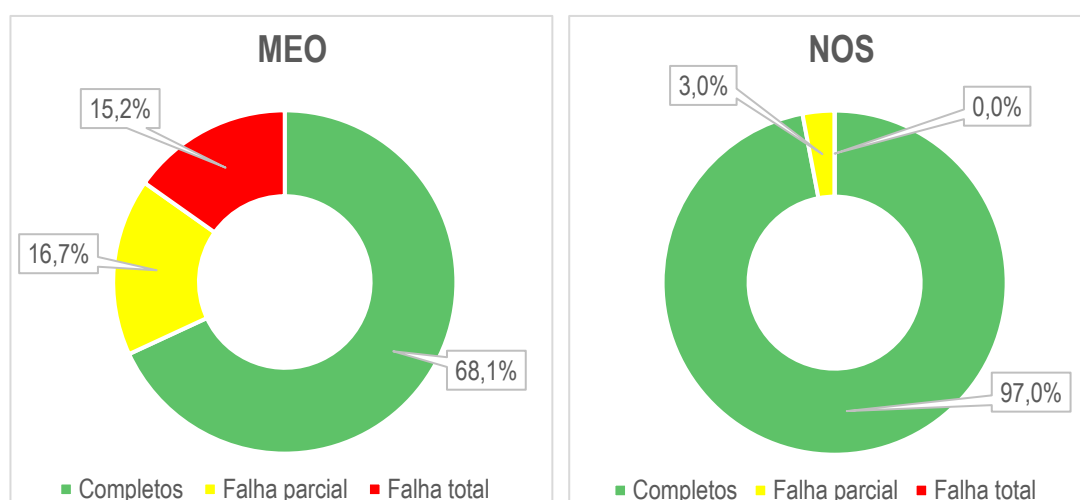
## 5.3 Serviços de dados

Os testes de NET.mede indicam que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes NET.mede com sucesso, é de 97,0% na **NOS**, de 94,0% na **VODAFONE** e de 68,1% 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.

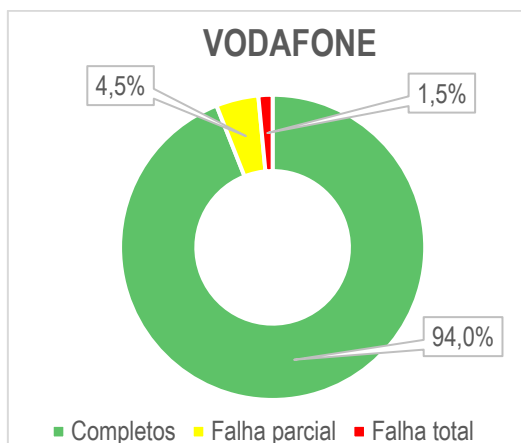
**Tabela 7 – Serviço de Dados (Download/Upload)**

Testes dados	MEO		NOS		VODAFONE	
Lançados	66		66		66	
Concluídos	45		45		62	
Falha Parcial	11		11		3	
Falha total	10		10		1	
Acesso ao serviço	84,8%		100,0%		98,5%	
Rácio de testes completos	68,1%		97,0%		94,0%	
Velocidade	Download	Upload	Download	Upload	Download	Upload
Velocidade Média [Mbps]	141,3	13,8	82,45	21,8	53,2	15,2
Velocidade Máxima [Mbps]	699,6	111,2	390,6	115,8	235,6	95,3
Velocidade Mínima [Mbps]	0,2	0,2	1,7	0,1	0,5	0,1

**Figura 8 - Rácio terminação de testes de dados**







### 5.3.1 Dados estatísticos – serviço de dados

Figura 9 – Latência

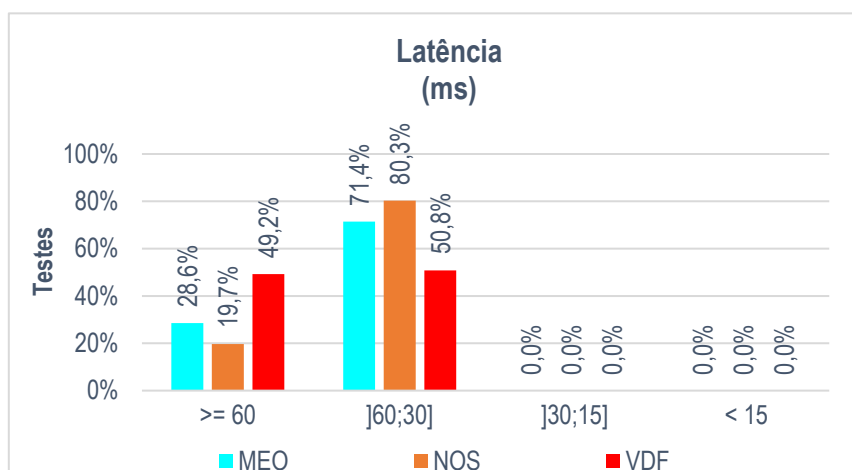
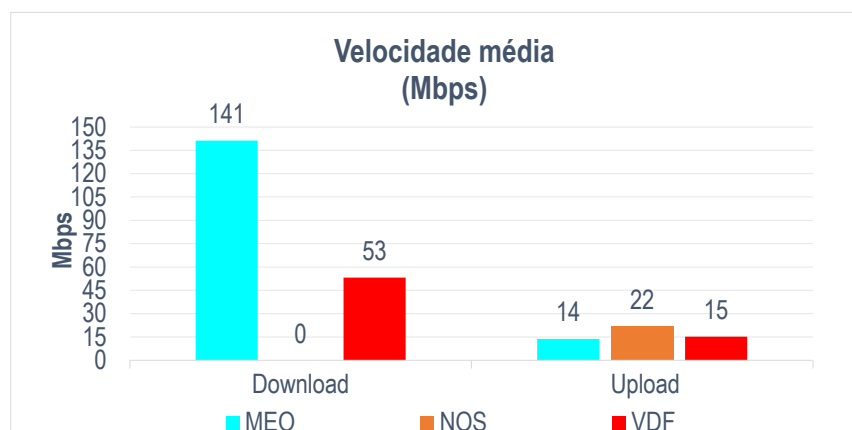
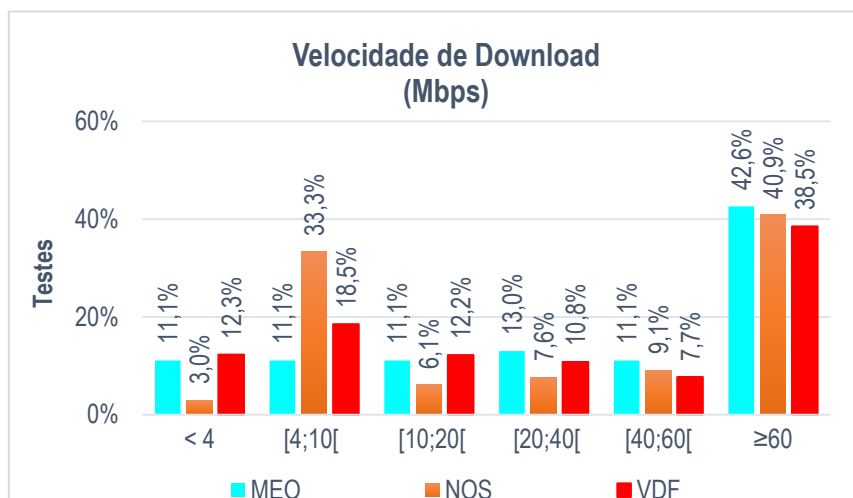


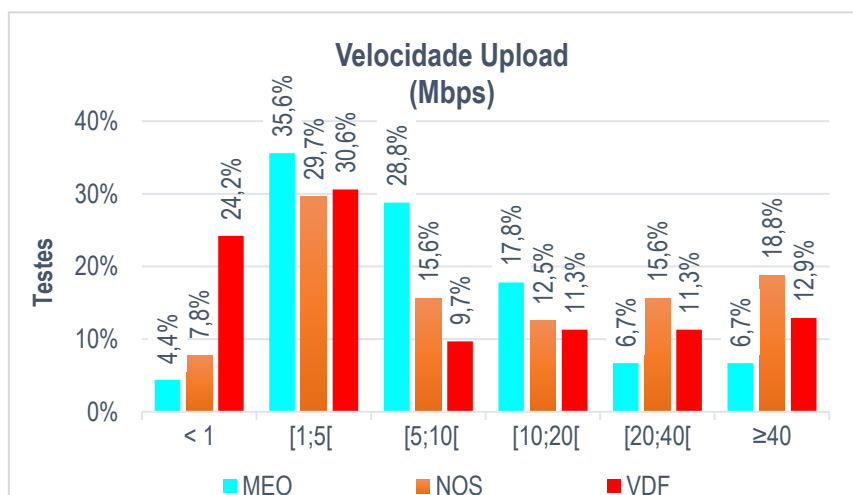
Figura 10 - Velocidades download e upload



**Figura 11 - Velocidades download**



**Figura 12 - 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 13 - Cobertura Rede Móvel MEO (qualidade de sinal)

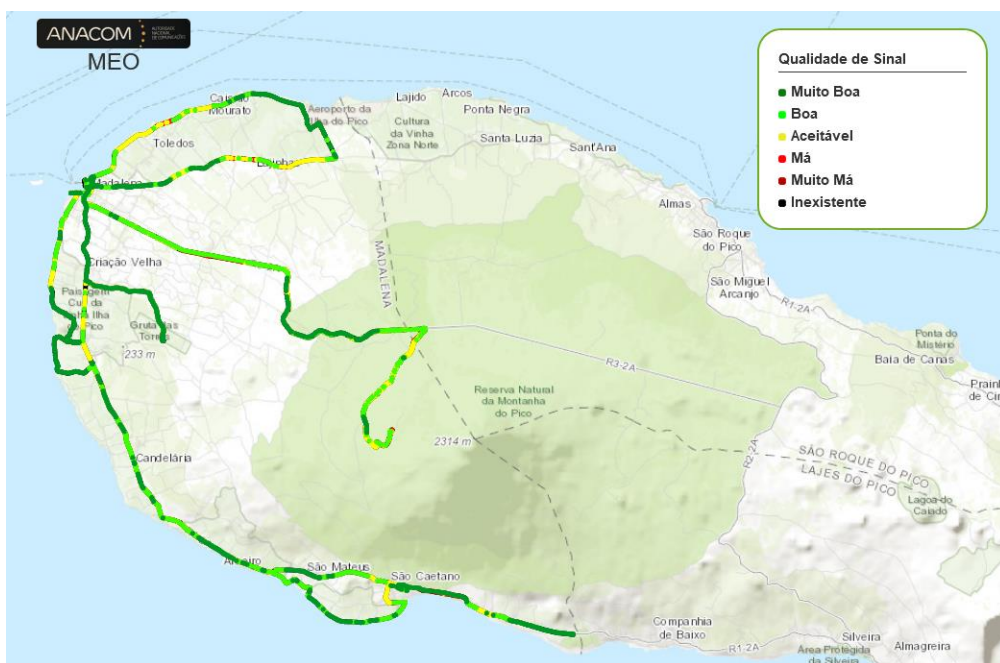


Figura 14 – Cobertura Rede Móvel NOS (qualidade de sinal)

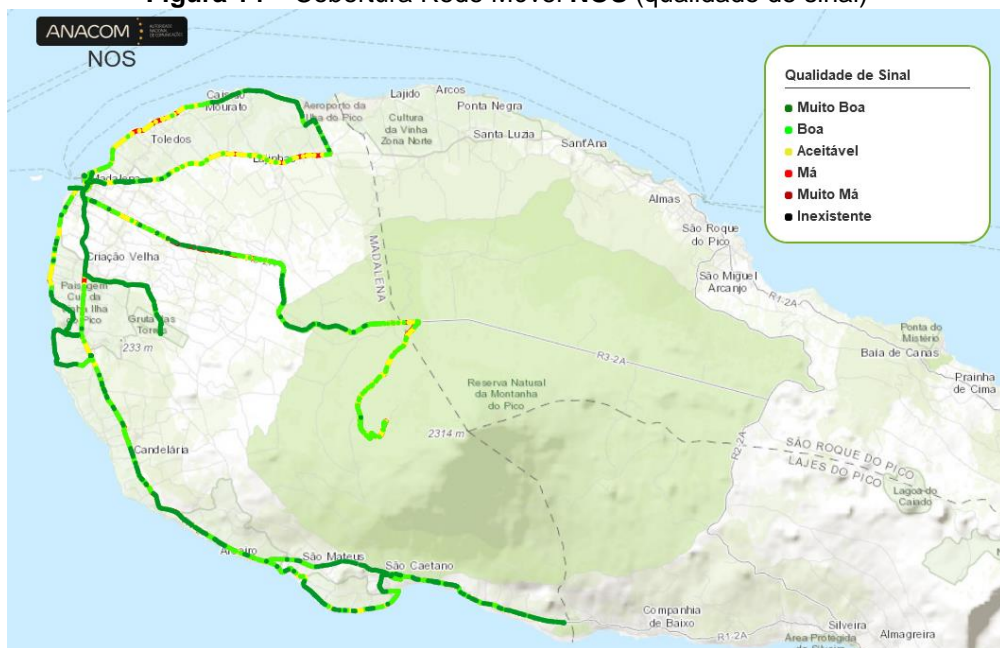


Figura 15 - Cobertura Móvel Vodafone (qualidade de sinal)

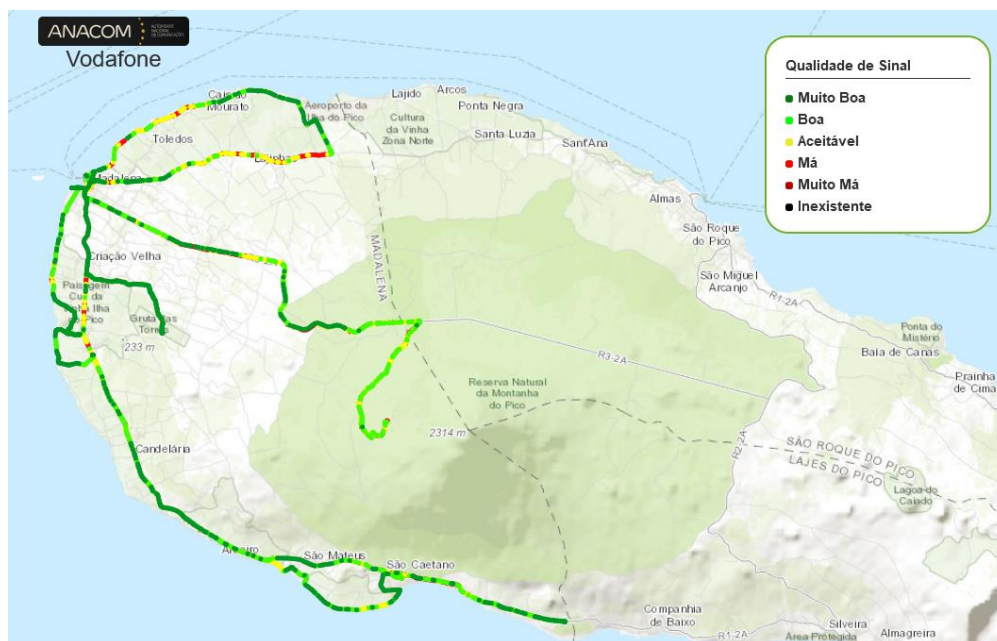
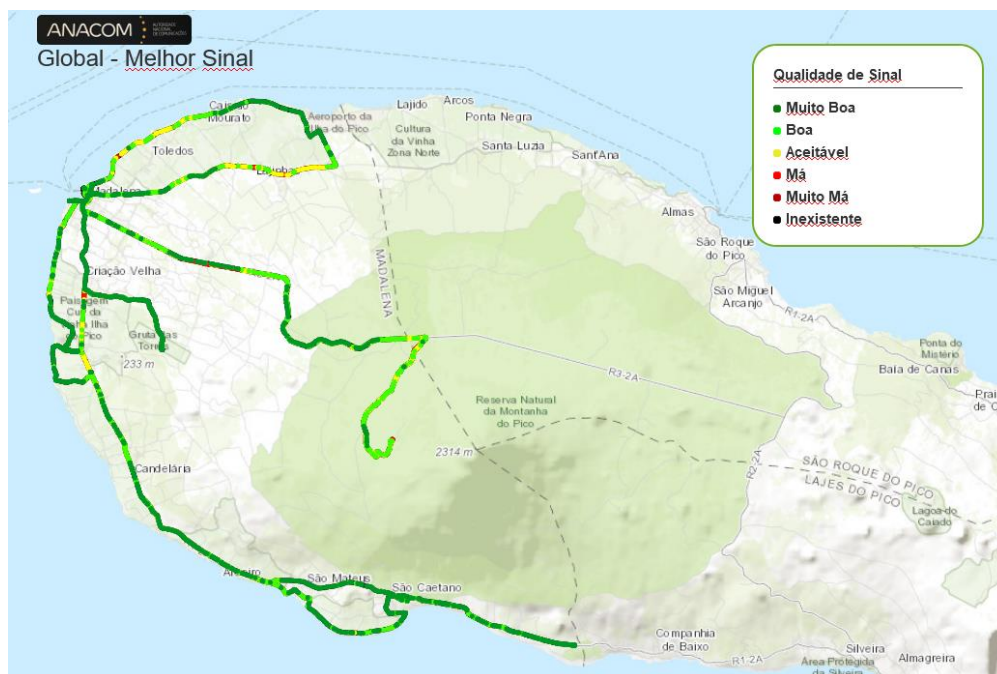
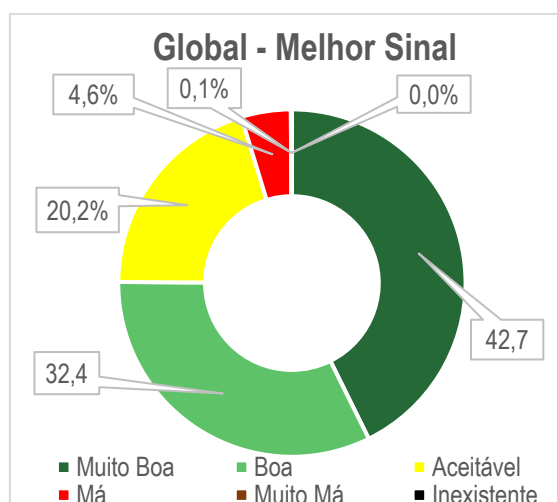


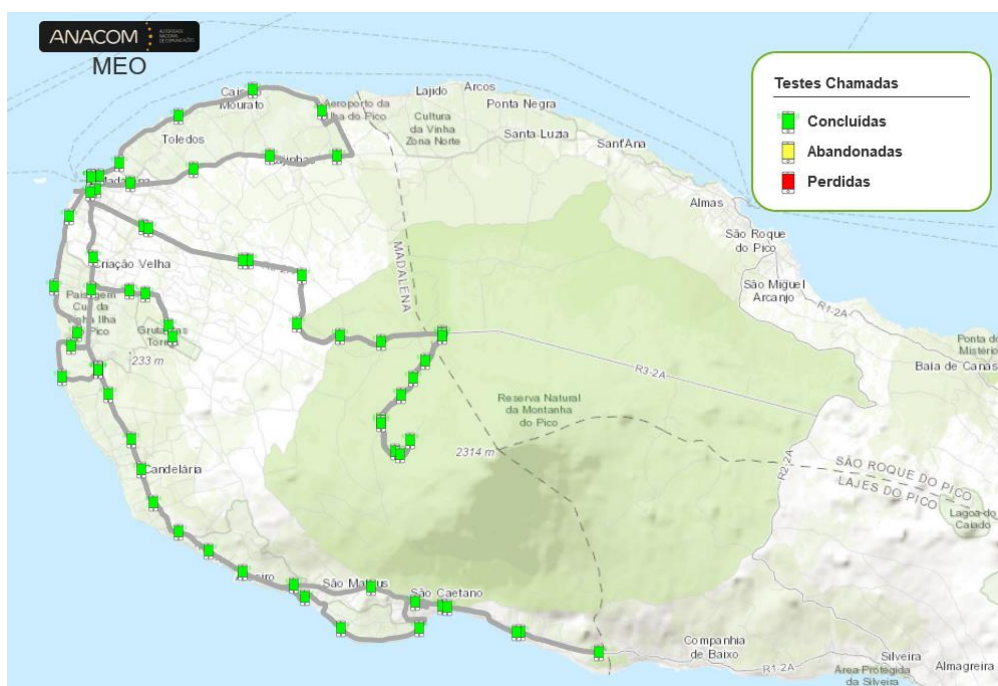
Figura 16 – Cobertura com o melhor sinal de todas as Redes Móveis Agregadas





## 6.2 Serviço de voz

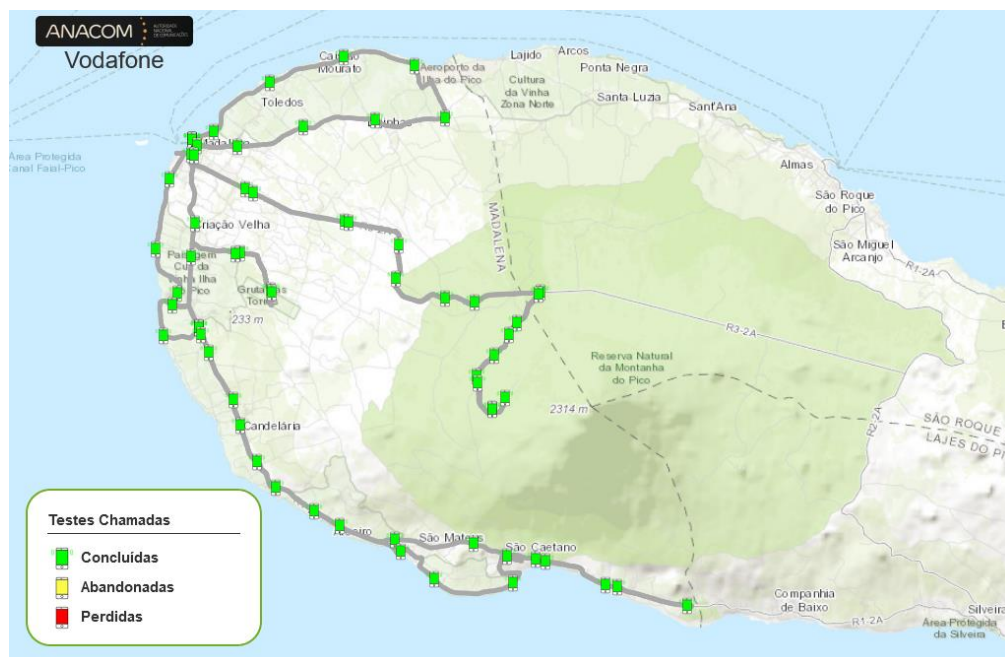
Figura 17 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede MEO



**Figura 18 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede NOS**



**Figura 19 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede Vodafone**

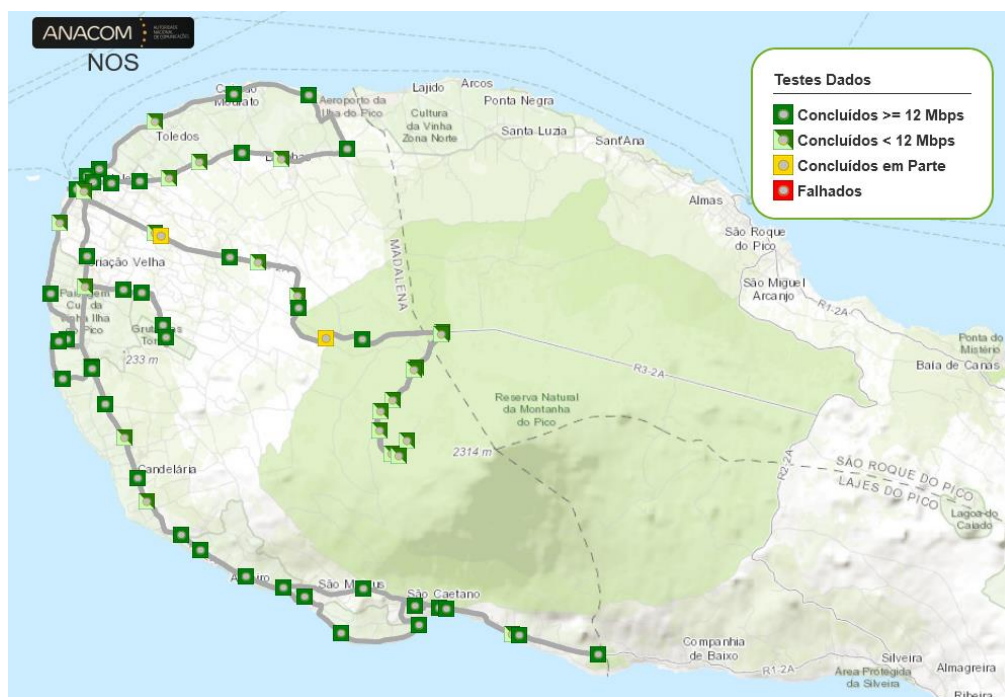


## 6.3 Serviço de dados

Figura 20 - Mapa de testes de dados efetuados na rede MEO



Figura 21 - Mapa de testes de dados efetuados na rede NOS







## 7 CONCLUSÕES

- Em termos de cobertura do sinal de espectro radioelétrico global, não se verificaram ausências relevantes de cobertura e sinais de má qualidade em todo o Concelho, estando disponível o serviço 112 através da rede móvel;
- A cobertura rádio obtida foi equivalente em todos os Operadores (100,0%). A **NOS** apresenta melhor qualidade de sinal (somatório da percentagem de sinal de Muito Boa a Aceitável).
- No serviço de internet móvel o operador **NOS** obteve o melhor rácio de testes de dados móveis através do NET.mede bem-sucedidos (testes iniciados e concluídos), tendo a operadora **MEO** apresentado o pior rácio;
- No serviço de internet móvel, as melhores velocidades médias de transferência de dados, em download, foram alcançadas pela operadora **MEO** (141,3 Mbps) e em upload pela operadora **NOS** (21,8 Mbps);
- Caso os acordos de roaming nacional fossem uma realidade (i.e. qualquer cliente de um operador faça uso do melhor sinal de rede disponível dos operadores existentes) teríamos uma maior e melhor cobertura agregada que traduziria num melhor serviço para os utilizadores.

# ANACOM

AUTORIDADE  
NACIONAL  
DE COMUNICAÇÕES



#### Lisboa (Sede)

R. Ramalho Ortigão, 51  
1099 - 099 Lisboa  
Portugal  
Tel: (+351) 217211000  
Fax: (+351) 217211001

#### Madeira

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



**Atendimento ao Público**  
800206665  
info@anacom.pt

#### 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

[www.anacom.pt](http://www.anacom.pt)

Abril de 2023

