



**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 LAJES DAS FLORES

Índice

Siglas e acrónimos	3
Sumário Executivo	4
1 Enquadramento	8
2 Âmbito	10
3 Metodologia	10
3.1 Aspetos fundamentais	11
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	15
5.3 Serviços de dados	16
5.3.1 Dados estatísticos – serviço de dados	18
6 Mapas de percurso / testes	20
6.1 Cobertura rede móvel	20
6.2 Serviço de voz	23
6.3 Serviço de dados	25
7 Conclusões	27

Siglas e acrónimos

BLM	<i>Banda Larga Móvel.</i>
BLM480	<i>Obrigações de Cobertura de 480 Freguesias de Portugal conforme decisão ANACOM de 09 de novembro de 2012 (https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1142892)</i>
BLM588	<i>Obrigações de Cobertura de 588 Freguesias de Portugal conforme decisão ANACOM de 22 de fevereiro de 2016 (https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=385098)</i>
BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
CPICH	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um
RSCP	terminal móvel (UMTS).
RSSI	<i>Received signal strength indication</i>
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
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P.
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> – Protocolo FTP
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de 2ª geração (2G)
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> – Protocolo HTTP
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)
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 Comunicações Móveis de 3ª 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

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 Lajes das Flores no dia 11 de maio de 2023.

Foram percorridos pela equipa da ANACOM cerca de 91 quilómetros, onde foram realizadas 309 chamadas de voz, 309 testes de velocidade da ligação à Internet e 26 154 de medições da camada física de rádio reportadas às camadas superiores.

Importa referir que existem obrigações de cobertura de rede móvel no Concelho de Lajes das Flores. As freguesias de Lajedo, Mosteiro, Fajãzinha e Fajã Grande, enquadram-se nas obrigações BLM480 para o Operador MEO. Não existem freguesias com obrigações de cobertura de rede móvel BLM588, para nenhum dos Operadores alvo do estudo.

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.mede¹, 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 assegurando, nomeadamente, a simultaneidade dos testes, a mesma localização e as mesmas parametrizações, permitindo assim, a análise comparativa dos desempenhos.

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

O objetivo principal deste estudo é o de avaliar o “comportamento” das redes quando são estabelecidas ligações e solicitados serviços específicos, por dispositivos móveis (EU) através do cartão SIM, tentando assim simular a experiência dos clientes na sua utilização normal das redes móveis.

Os dispositivos móveis foram configurados de modo a receber preferencialmente sinais da rede móvel do operador por eles utilizado. Em más condições de cobertura ou na ausência de sinal de rede do seu operador, os dispositivos móveis recebem (caso existam) sinais de redes de outros operadores, permitindo, assim, efetuar chamadas de emergência, em *roaming*.

Neste relatório, nos quadros de sinal recebido são considerados todos os registos obtidos por operador (conjunto cartão SIM – dispositivo móvel), independentemente da tecnologia utilizada a cada instante, ou seja, todos os sinais recebidos nos dispositivos com cartão SIM do operador em causa.

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, nos percursos 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 8,3% (**MEO**), 12,2% (**NOS**) e 12,5% (**Vodafone**).



8,3% MEO
12,2% NOS
12,5% Vodafone
ausência de rede

No **serviço de chamadas**, os desempenhos quanto à acessibilidade (estabelecimento de chamada) foram de 88,3% (**MEO**), 85,4% (**NOS**) e 85,4% (**Vodafone**).



88,3% MEO
85,4% NOS
85,4% 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 86,4% (**MEO**), de 83,5% (**NOS**) e de 82,5% (**Vodafone**).

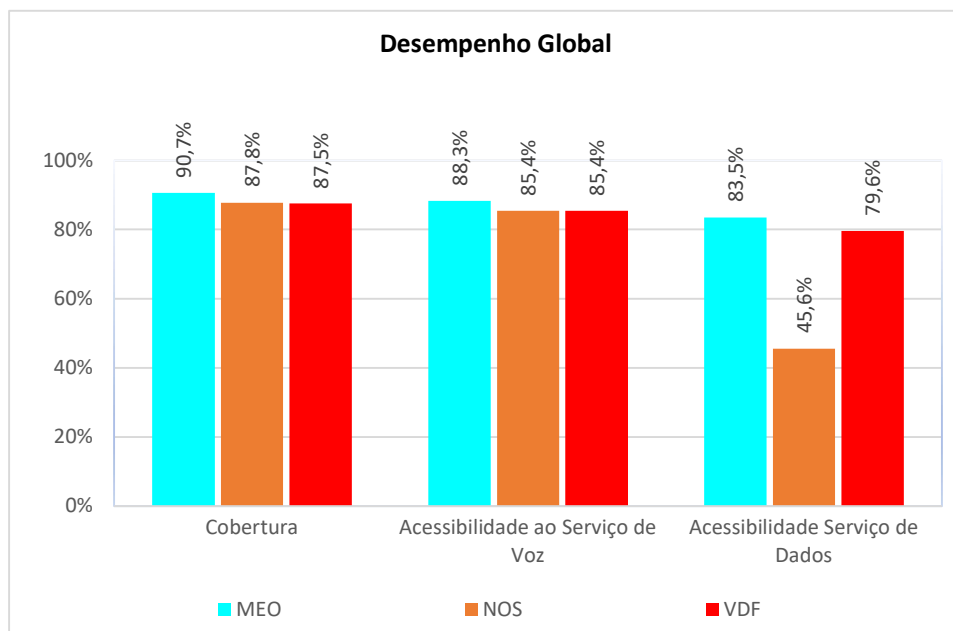
No **serviço de dados (internet)**, o rácio de sucesso de testes de dados móveis através do *NET.mede* (testes iniciados e concluídos) foi de 75,71% (**MEO**), 42,7% (**NOS**) e 68,9% (**Vodafone**).



75,7% MEO
42,7% NOS
68,9% Vodafone
sucesso de testes em dados
móveis com o NET.mede

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

Figura 1 – Desempenho Global dos Operadores

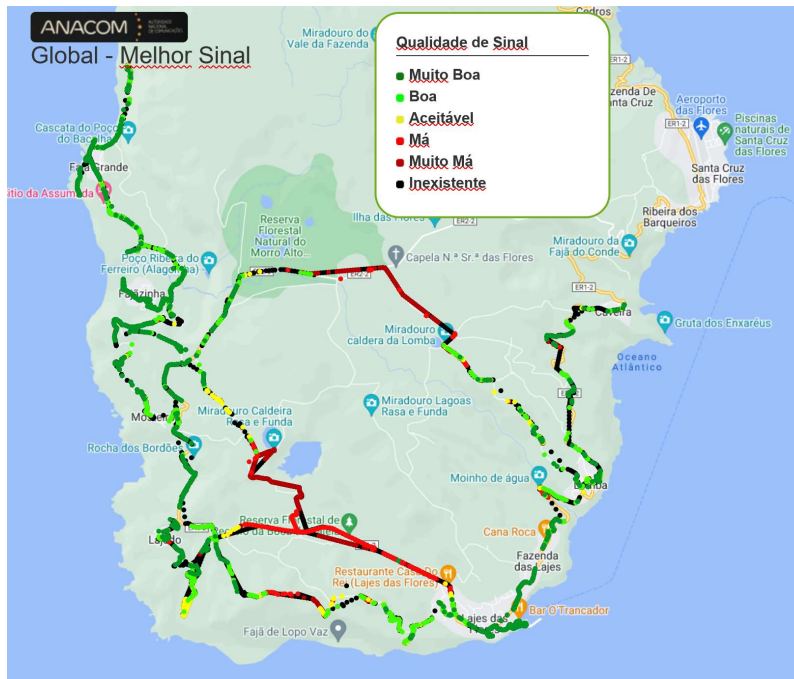


Em termos de cobertura do sinal de espectro radioelétrico global, verificam-se ausências de cobertura e sinais de má qualidade em determinadas zonas do Concelho de Lajes das Flores, com destaque para as zonas estrada que liga a Reserva Florestal Natural do Morro Alto ao Parque Eólico, a estrada ER1-2, no troço que liga as Lajes das Flores ao Lajedo, a estrada que passa pela Rocha dos Frades e a estrada de acesso ao Miradouro Caldeira Rasa e Funda, (**Figura 2**).

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 2 – 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 – Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A. (MEO), NOS Comunicações, S.A. (NOS) e Vodafone Portugal – Comunicações Pessoais, S.A. (Vodafone). Estes trabalhos ocorreram no Concelho de Lajes das Flores no dia 11 de maio de 2023.

Importa referir que existem obrigações de cobertura de rede móvel no Concelho de Lajes das Flores, para as freguesias BLM480, nas freguesias de Lajedo, Mosteiro, Fajãzinha e Fajã Grande, para o Operador MEO e não existem obrigações de cobertura de rede móvel para as freguesias BLM588, para nenhum dos Operadores alvo do estudo.

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 do Concelho de Lajes das Flores.

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 ^(*)	Sinal	Chamadas	Teste NET.mede
60 segundos	90 segundos	3 segundos	120 segundos	120 segundos

(*) Duração Máxima

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 11 de maio, no Concelho de Lajes das Flores nos Açores, no período entre as 09H00 e as 12H50.

Realizaram-se no total, 309 chamadas de voz, 309 sessões de dados, e 26 154 registos de sinal rádio, em cerca de 91 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 melhor cobertura rádio obtida foi da **VODAFONE** com **95,3%**, logo seguida da **NOS** com **94,2%** e da **MEO** com **91,5%**.

Do total de amostras registadas de cada operador, registou-se a indicação de rede inexistente em **8,5%** na **MEO**, em **5,8%** de amostras na **NOS**, e em **4,7%** na **VODAFONE**.

Tabela 2 – Cobertura rádio (Sinal de rede)

Registos		
Operador	Com Sinal de Rede	Sem Sinal de Rede
MEO	90,7%	9,3%
NOS	87,8%	12,2%
VODAFONE	87,5%	12,5%

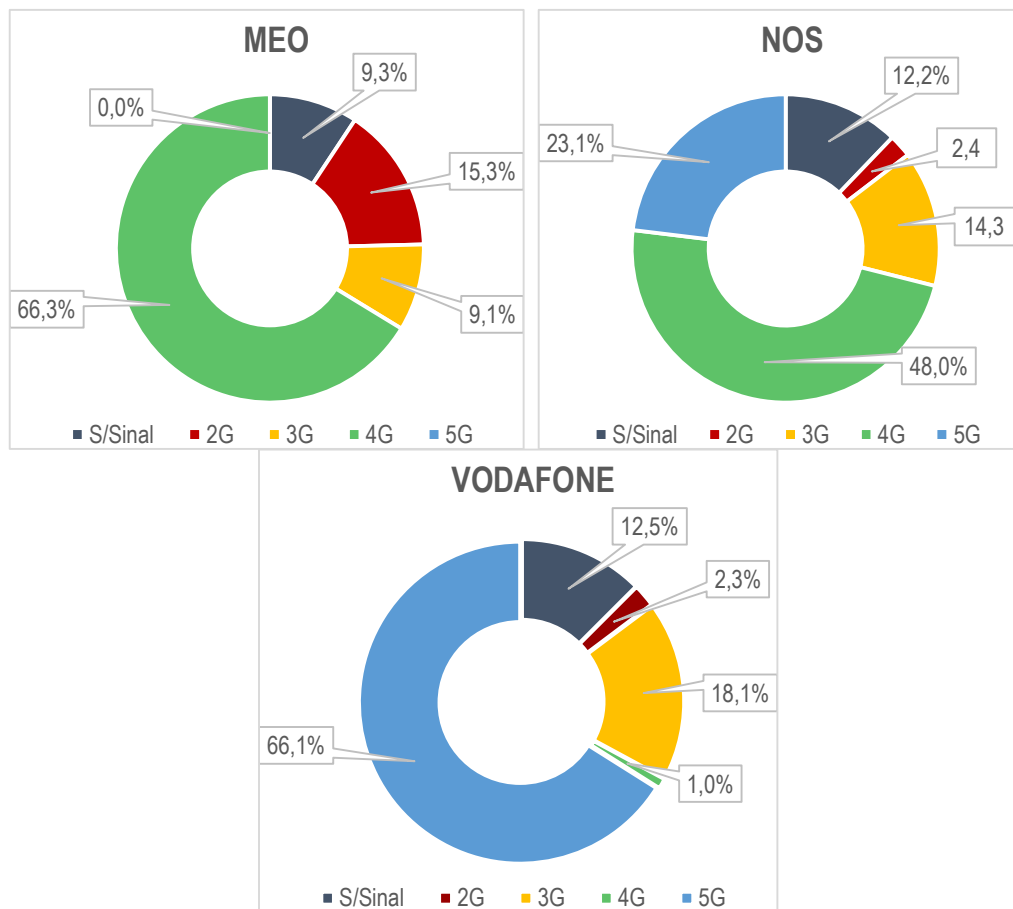
Os resultados detalhados por operador são apresentados na Tabela 3.

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	811	1336	795	5764	0	1065	210	1250	4187	2015	1093	198	1579	87	5764
Nível Médio (dBm)	--	-86	-89	-101	0	--	-102	-95	-104	-109	--	-100	-91	-136	-107
Nível Máximo (dBm)	--	-50	-48	-65	0	--	-67	-67	-67	-69	--	-50	-55	-98	-62
Nível Mínimo (dBm)	--	-113	-120	-132	0	--	-113	-119	-140	-140	--	-113	-119	-140	-140
Desvio Padrão	--	12	14	10	0	--	9	13	15	13	--	12	11	6	15

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

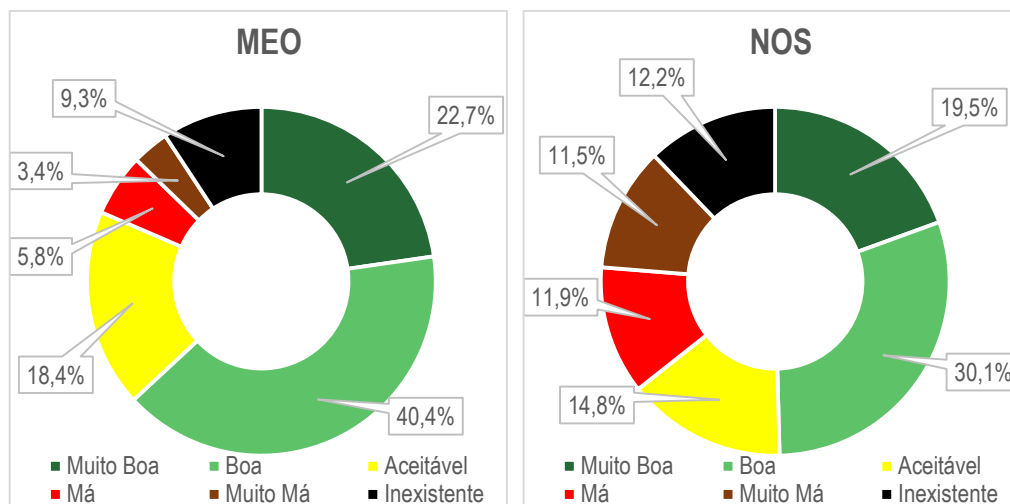
Cobertura (Qualidade de sinal)	2G	3G	4G / 5G
Muito Boa	-75 dBm ≤ RSSI	-85 dBm ≤ RSCP	-95 dBm ≤ RSRP
Boa	-85 dBm ≤ RSSI < -75 dBm	-95 dBm ≤ RSCP < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSRP < -95 dBm
Aceitável	-95 dBm ≤ RSSI < -85 dBm	-105 dBm ≤ RSCP < -95 dBm	-115 dBm ≤ RSRP < -105 dBm
Má	-105 dBm ≤ RSSI < -95 dBm	-115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

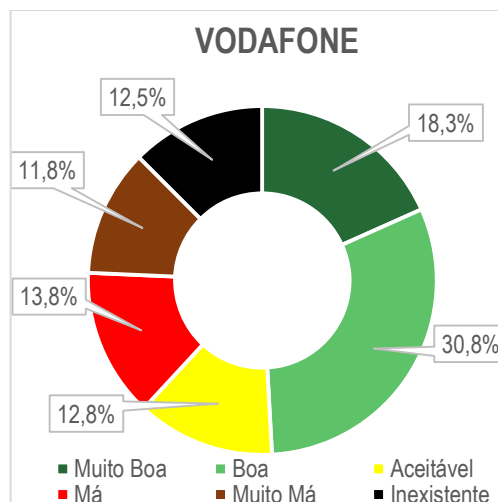
Resultados de qualidade de sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Tabela de qualidade de sinal recebido

Qualidade Rádio	MEO				NOS				VODAFONE			
	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G	2G	3G	4G	5G
Muito Boa	2,4%	3,5%	16,8%	0,0%	0,1%	3,9%	11,0%	4,5%	0,1%	5,4%	0,0%	12,8%
Boa	3,8%	2,5%	34,1%	0,0%	0,1%	3,9%	20,9%	5,2%	0,3%	8,0%	0,0%	22,5%
Aceitável	6,7%	2,2%	9,5%	0,0%	0,1%	3,6%	5,0%	6,1%	0,3%	2,5%	0,0%	10,0%
Má	2,0%	0,7%	3,1%	0,0%	1,3%	1,3%	4,8%	4,5%	0,8%	1,9%	0,0%	11,1%
Muito Má	0,5%	0,3%	2,6%	0,0%	0,8%	1,7%	6,3%	2,7%	0,8%	0,2%	1,0%	9,8%
Inexistente	9,3%				12,2%				12,5%			

Figura 6 - Gráfico de qualidade de sinal recebido





5.2 Serviço de voz

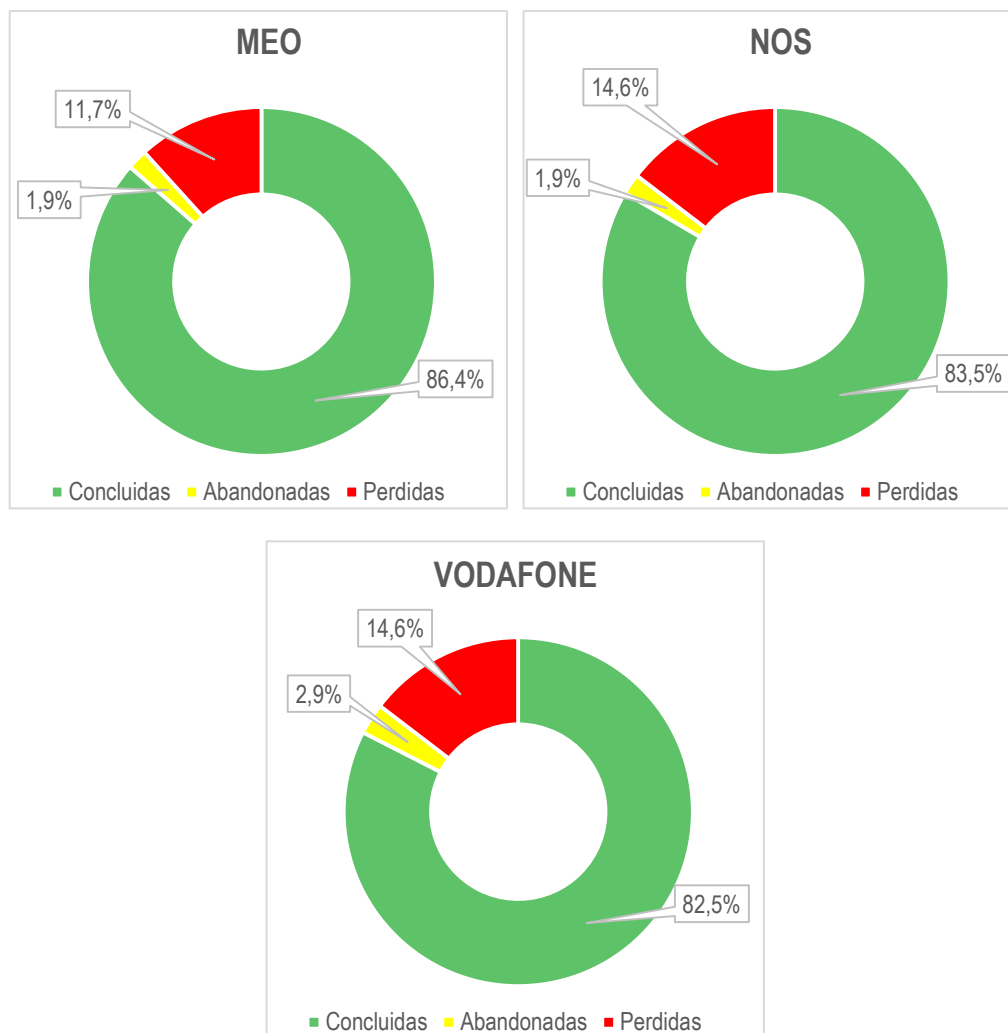
No serviço de chamadas, os melhores desempenhos foram da **VODAFONE** seguida da **NOS** e o pior foi da **MEO**. A quantidade de chamadas telefónicas não encaminhadas e abandonadas é nula. Os níveis de *Acessibilidade de Serviço* são de **88,3%** na **MEO**, de **85,4%** na **NOS** e de **85,4%** na **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	103	103	103
Falhadas no Estabelecimento	12	15	15
Falhadas Durante a Chamada	2	2	3
Com Terminação Normal	89	86	85
Acessibilidade do Serviço	88,3%	85,4%	85,4%
Rácio de Terminação de Chamadas	86,4%	83,5%	82,5%

Os resultados detalhados por operador são apresentados na Figura 7.

Figura 7 - Serviço de Voz



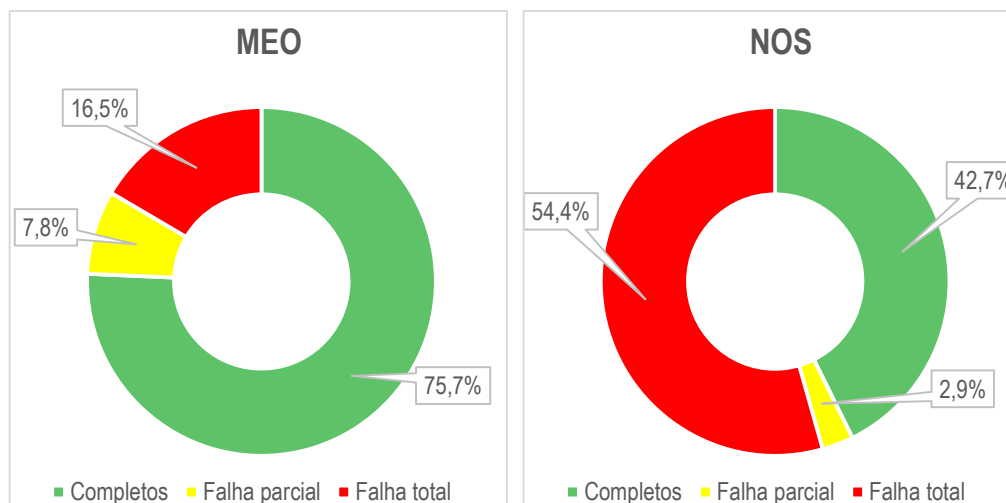
5.3 Serviços de dados

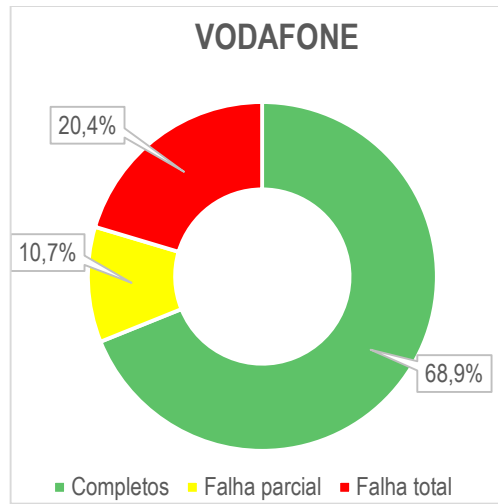
Os testes de NET.mede indicam que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes NET.mede com sucesso, é de 75,7% na **MEO**, de 68,9% na **VODAFONE** e de 42,7% na **NOS**. Os resultados estão muito dependentes dos locais onde os testes são realizados, conforme se pode verificar nos mapas do ponto 6.3 deste relatório.

Tabela 7 – Serviço de Dados (Download/Upload)

NET.mede	MEO	NOS	VODAFONE			
Lançados	103	103	103			
Concluídos	78	44	71			
Falha parcial	8	3	11			
Falha total	17	56	21			
Acesso ao serviço	83,5%	45,6%	79,6%			
Rácio de concluídos	75,7%	42,7%	68,9%			
Velocidade (Mbps)	Download	Upload	Download	Upload	Download	Upload
Média	48,5	10,1	65,5	20,3	56,5	13,2
Máxima	163,5	38,0	292,6	87,0	317,8	75,3
Mínima	0,7	0,7	6,5	0,4	0,1	0,2

Figura 8 - Rácio terminação de testes de dados





5.3.1 Dados estatísticos – serviço de dados

Figura 9 – Latência

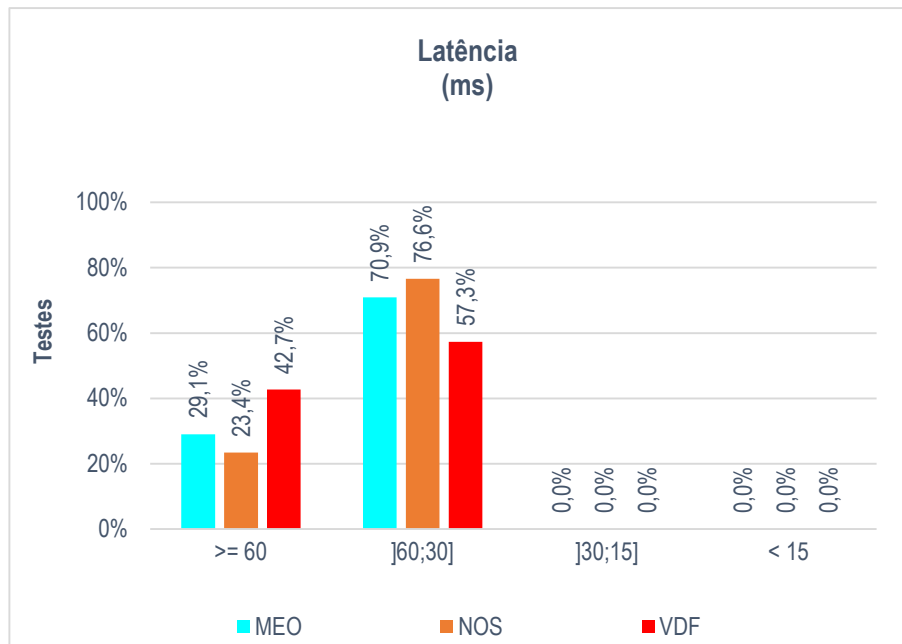


Figura 10 - Velocidades download e upload

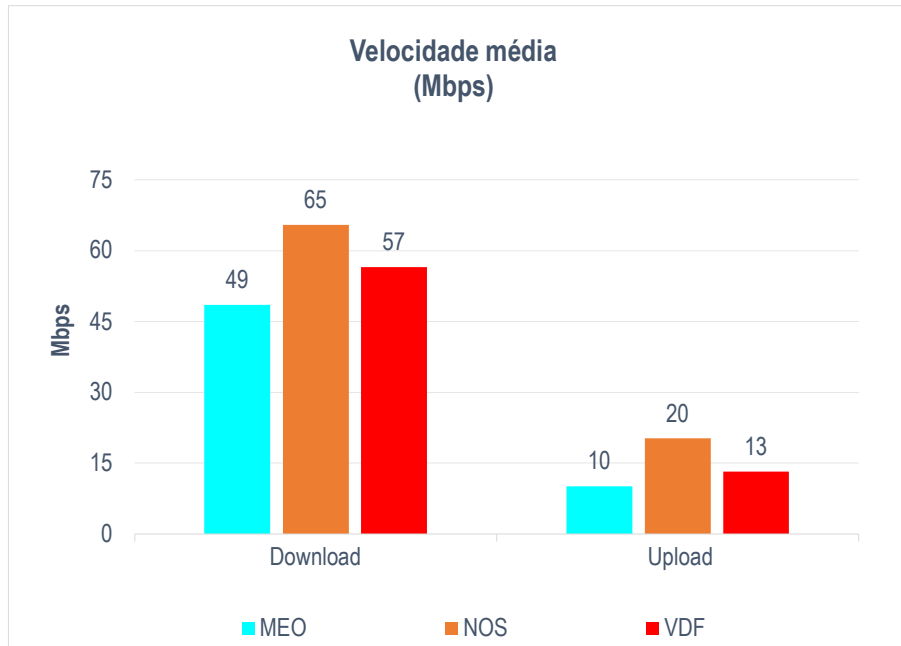


Figura 11 - Velocidades download

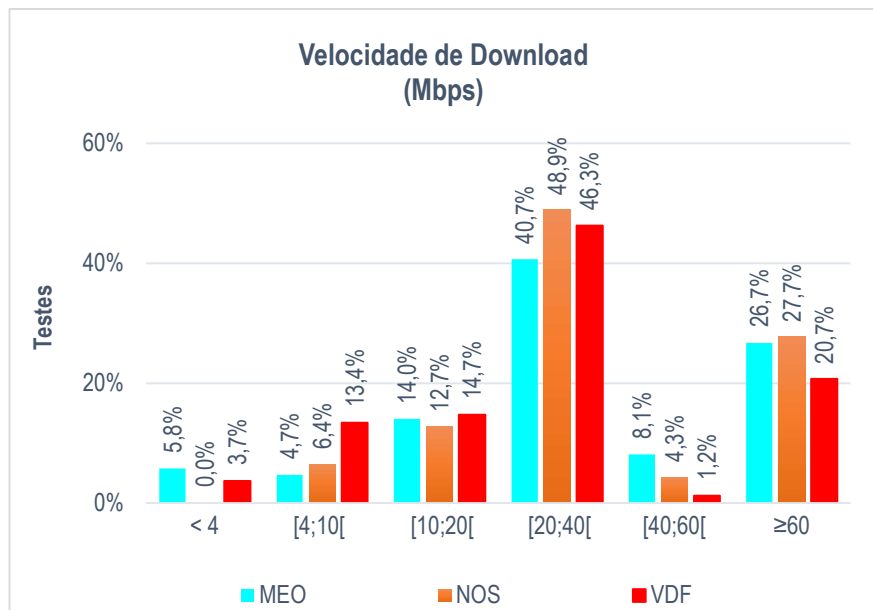
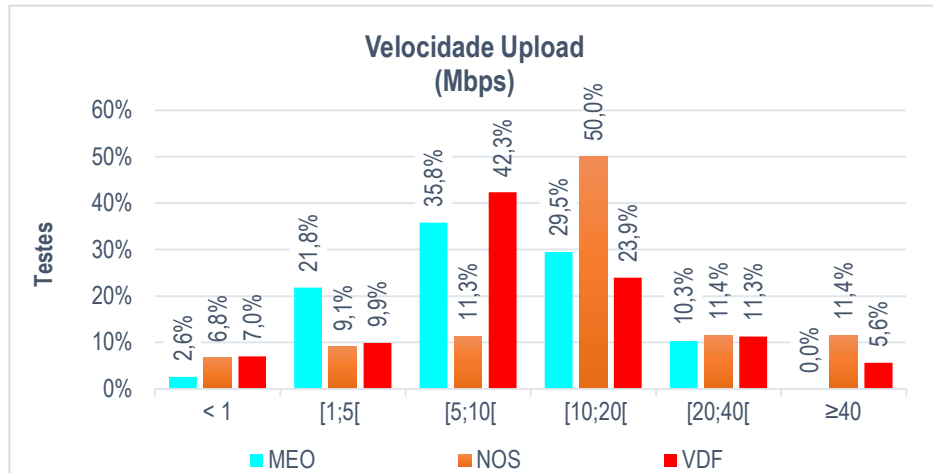


Figura 12 - Velocidades upload



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)



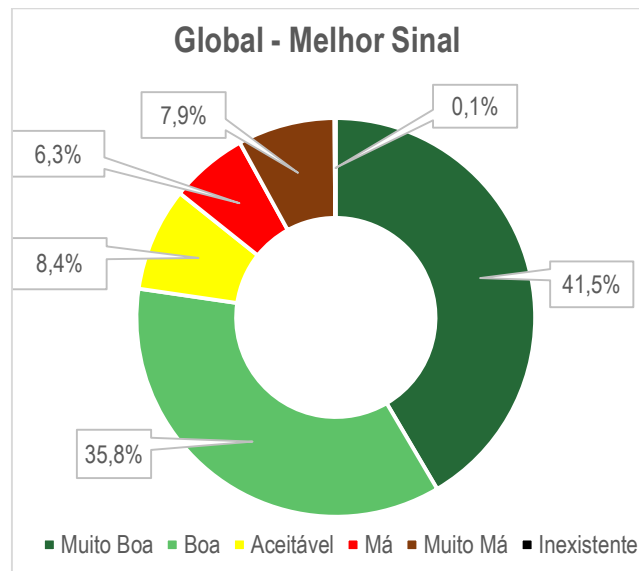
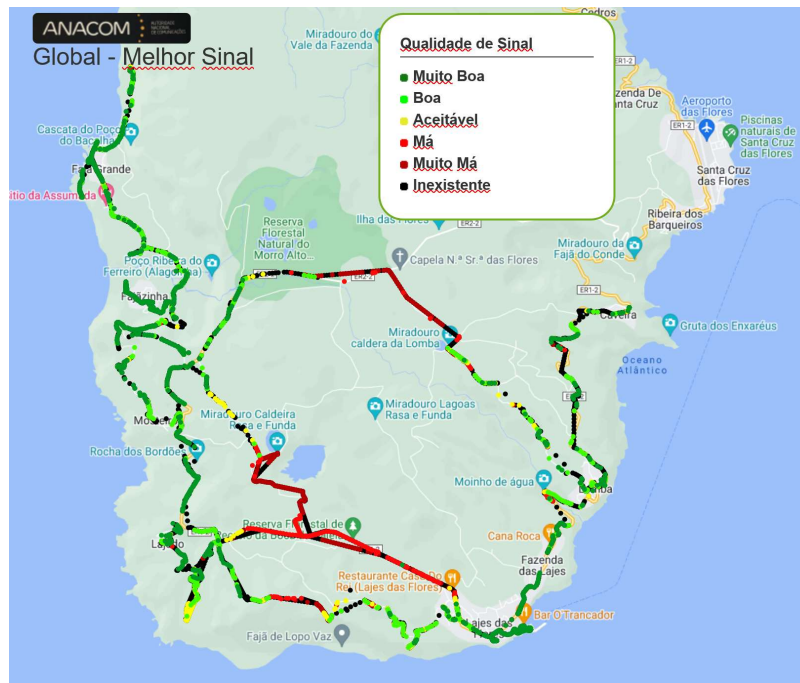
Figura 14 – Cobertura Rede Móvel NOS (qualidade de sinal)



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



Figura 22 - Mapa de testes de dados efetuados na rede Vodafone



7 CONCLUSÕES

- As zonas da estrada que liga a Reserva Florestal Natural do Morro Alto ao Parque Eólico, a estrada ER1-2, no troço que liga as Lajes das Flores ao Lajedo, a estrada que passa pela Rocha dos Frades e a estrada de acesso ao Miradouro Caldeira Rasa e Funda, apresentam ausências de cobertura e sinais de má qualidade, não estando disponível o serviço 112 através da rede móvel;
- Os operadores que apresentam melhor cobertura de sinal rádio no Concelho de Lajes das Flores são a **MEO** com **81,5%**, logo seguida da **NOS** com **64,4%** e da **VODAFONE** com **61,9%**;
- Nas chamadas de voz, o desempenho foi de **86,4%** na **MEO**, de **83,5%** na **NOS** e de **82,5%** na **VODAFONE**;
- No serviço de internet móvel os operadores **MEO** e **VODAFONE** obtiveram o melhor rácio de testes de dados móveis através do NET.mede bem-sucedidos (testes iniciados e concluídos), com **75,7%** e **68,9%**, respetivamente, tendo a operadora **NOS** apresentado o pior rácio com **42,7%**;
- No serviço de internet móvel, as melhores velocidades médias de transferência de dados, em download, foram alcançadas pela operadora **NOS** (65,5 Mbps) e em upload também pela operadora **NOS** (20,3 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

Julho de 2023

