

2023



SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS

GSM/UMTS/LTE

AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE
SERVIÇO NA ÓTICA DO
UTILIZADOR

ARQUIPÉLAGO DOS BIJAGÓS/BOLAMA

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

GUINÉ-BISSAU

ÍNDICE

Siglas e Acrónimos.....	2
Sumário Executivo	3
1 Enquadramento.....	6
2 Âmbito	7
3 Metodologia	8
3.1 Aspetos Fundamentais	8
4 Amostra do estudo	8
5 Resultados.....	9
5.1 Cobertura Rádio - Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia	9
5.2 Serviço de Voz	11
5.3 Serviços de Dados	12
6 Mapas de Percurso / Testes.....	15
6.1 Cobertura Rede Móvel	15
6.2 Serviço de Voz	17
6.3 Serviço de Dados	19
7 Conclusões.....	21

SIGLAS E ACRÓNIMOS

BTS	<i>Base Transceiver Station</i> – Estação Base Rádio que estabelece e controla a ligação rádio entre o telemóvel e a rede
EDGE	<i>Enhanced Data Rates for GSM Evolution</i> - Taxas de Dados Ampliadas para a Evolução do GSM (2G)
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G)
HSDPA	<i>High Speed Downlink Packet Access</i> – Protocolo de comunicações móveis 3G, melhorado da família de acesso de pacote de alta velocidade (HSPA), permite que as redes UMTS (3G) tenham velocidades e capacidade de dados mais elevadas
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i> – Termo genérico para designar avanços na tecnologia UMTS (3G), aumento da capacidade da rede e melhor transmissão de dados. O HSPA +, é uma evolução do HSPA e não deve ser confundido com o LTE (4G)
LTE	<i>Long Term Evolution</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quarta geração (4G)
Mbps	<i>Mega Bit Per Second</i> – Um milhão de bits (“0” e “1” – unidade básica de dados) por segundo – Unidade de medida utilizada para velocidade de transferência de dados (velocidade de <i>Download</i> e de <i>Upload</i>)
ms	<i>milissegundo</i> – uma milésima parte de segundo – unidade de tempo utilizada na medida da Latência
NR	<i>New Radio</i> – Sistema de Comunicações Móveis de quinta geração (5G)
RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (LTE/NR)
RSCP	<i>Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal rádio recebido por um terminal móvel (UMTS)
RSSI	<i>Received Signal Strength Indicator</i> - Indicador de intensidade de sinal recebido por um terminal móvel (GSM)
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> – Cartão SIM
UE	<i>User Equipment</i> – Equipamento de utilizador ou dispositivo móvel
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G)

SUMÁRIO EXECUTIVO

No âmbito do Estudo de Aferição da Qualidade de Serviço das Redes Móveis na Ótica do Utilizador, nos dias 5 a 7 de maio de 2023, 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 e 4G dos sistemas de comunicações móveis dos operadores Spacetel Guiné-Bissau, S.A. (MTN) e Orange Bissau, S.A. (Orange GB), no Arquipélago dos Bijagós/Bolama. Foram percorridos pela equipa da ARN cerca de 250 quilómetros, tendo sido realizadas 684 chamadas de voz, 759 testes de velocidade da ligação à Internet e 61623 registos de sinal rádio.

Com esta ação pretendeu-se averiguar a experiência do utilizador em termos de acessibilidade aos serviços, sendo, para o efeito, estabelecidas chamadas de voz para avaliação do serviço de voz e realizados testes *Fast.com*¹ para avaliação da performance do serviço de dados móveis.

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 telemóveis / *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.

O objetivo principal deste estudo é o de avaliar o “comportamento” das redes quando são estabelecidas ligações e solicitados serviços específicos, por dispositivos móveis (UE) 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 da rede do seu operador, os dispositivos móveis recebem (caso existam) sinais de redes de outros operadores, permitindo, assim, efetuar chamadas de emergência, em *roaming*².

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.

¹ Fast.com – Página de *speedmeter* para medição da velocidade da Internet.

² *Roaming* - Capacidade de um utilizador obter conectividade através de uma outra rede radioelétrica que não a do seu cartão SIM.

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

1. **Cobertura das redes** – Disponibilidade das redes radioelétricas nas tecnologias 2G, 3G e 4G (sinal de rede);
2. **Serviço de voz** – Acessibilidade ao serviço telefónico móvel;
3. **Serviços de dados** – Acesso ao serviço de dados móveis;

Os principais resultados observados são detalhados por operador no capítulo 5 destacando, de forma sucinta, o seguinte:

1. Do total de medidas efetuadas por cada operador, registou-se a indicação de rede existente em 81,4% das medições da MTN e 73,8% da Orange GB.
2. A qualidade da cobertura radioelétrica dos sistemas de comunicações móveis foi classificada em 6 níveis: “Inexistente”, “Muito Má”, “Má”, “Aceitável”, “Boa” e “Muito Boa”, em função do nível de sinal recebido no dispositivo móvel.
3. Agregando os registos de qualidade “Inexistente”, “Muito Má” e “Má”; estes perfazem um total de 56,0% na MTN, e de 58,7% na Orange GB.
4. No serviço de voz, os resultados apurados relativamente à acessibilidade (estabelecimento de chamada com sucesso) foram de 71,1% para a MTN e 72,8% para a Orange GB.
5. O rácio de terminação bem-sucedida de chamadas (as que se concretizaram e se concluíram com sucesso) foi de 62,3% para a MTN, e de 62,6% para a Orange GB.
6. As taxas de sucesso de testes Fast.com (testes iniciados e concluídos³) foram de 52,1% e 48,3% respetivamente para a MTN e Orange GB. Identificaram-se falhas em zonas de pior nível de sinal, promovendo baixas velocidades de transferências de dados.
7. As velocidades médias de transferência de dados em *Download* e *Upload* foram, respetivamente, 21 e 7 Mbps na MTN, e 23 e 9 Mbps na Orange GB, sendo de destacar a existência de grande variação dos valores observados, fortemente dependente dos locais onde foram realizados os testes. Quanto à latência verificaram-se valores inferiores a 60 ms, em 85,0% dos testes na Orange GB. Relativamente ao operador MTN, em 100,0% dos testes obteve-se valores superiores a 60 ms – (**nota:** os valores das Latências dos dois operadores podem ser bastantes influenciados pelas localizações dos servidores. Para aceder ao serviço *fast.com*, o operador **Orange GB** utilizou as rotas Dakar, Itália, enquanto o operador **MTN** utilizou Londres, Estados Unidos, portanto uma rota mais extensa, o que provoca maior Latência).

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

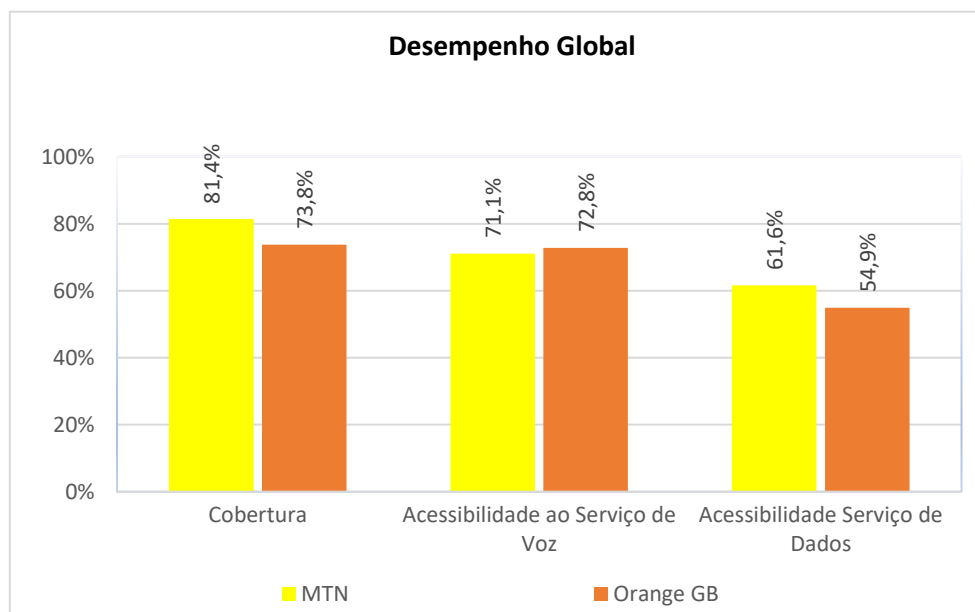
* - Latência – Representa a quantidade de tempo (atraso) que uma requisição leva para ser concluída.

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

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

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

Figura 1 – Desempenho global dos operadores



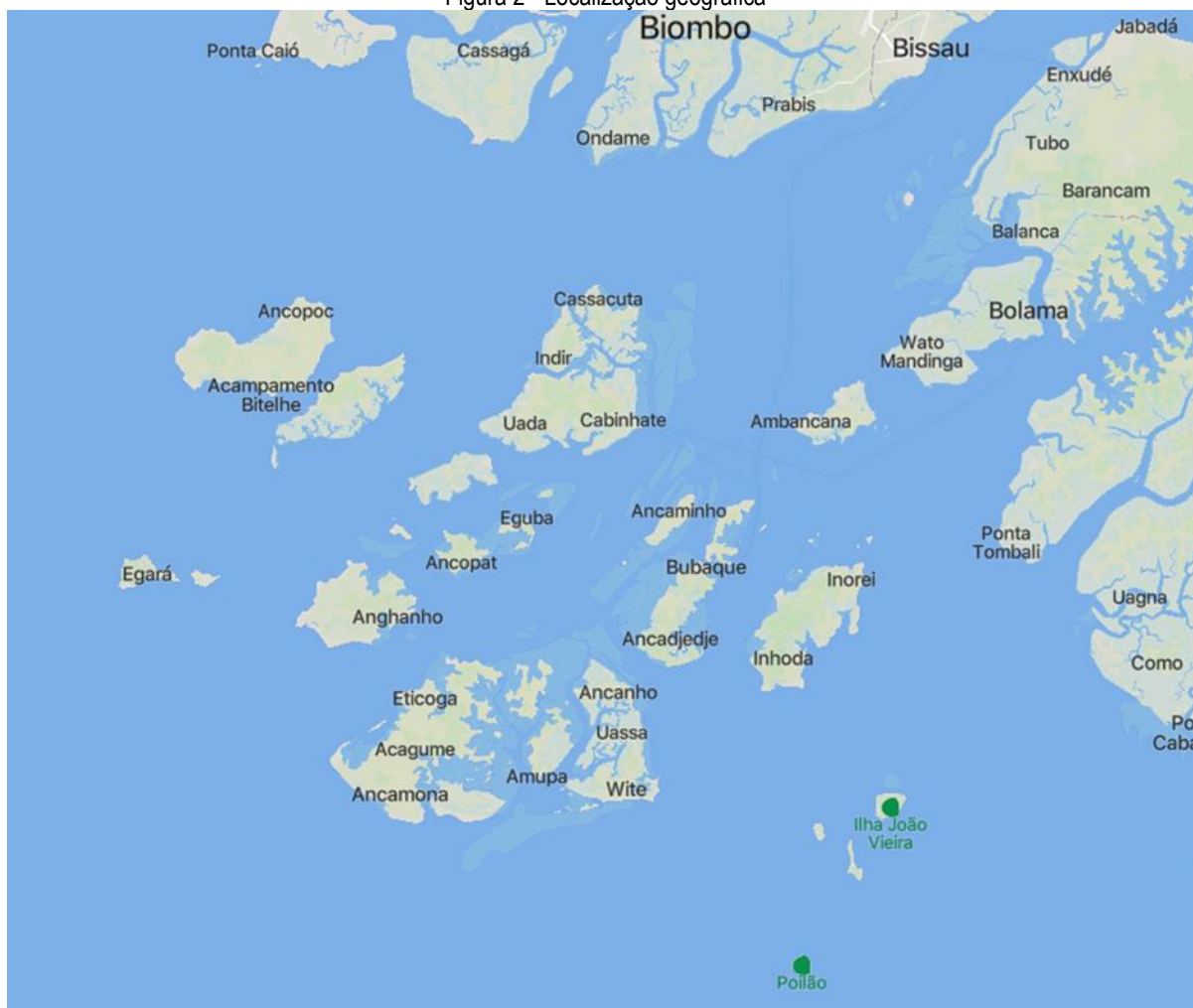
1 ENQUADRAMENTO

No âmbito do Estudo de Aferição da Qualidade de Serviço das Redes Móveis na Ótica do Utilizador em curso na ARN, 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 e 4G dos sistemas de comunicações móveis dos operadores Spacetel Guiné-Bissau, S.A. (MTN) e Orange Bissau, S.A. (Orange GB).

Assim, nos dias 5 a 7 de maio de 2023, no Arquipélago dos Bijagós/Bolama, decorreu uma campanha tendo sido percorridos, pela equipa da ARN, cerca de 250 quilómetros, realizadas 684 chamadas de voz, 759 testes de velocidade da ligação à Internet e 61 623 registos de sinal rádio.

Neste documento apresentam-se os resultados deste estudo.

Figura 2 - Localização geográfica



The map displays the coastal region of Bissau, Guinea-Bissau. A thick black line, labeled 'Percurso de Testes' (Test Route), starts in the city of Bissau and extends southwards along the coast, passing through several islands and coastal areas. Key locations marked include Bissau, Bissau River, Bissau Bay, and various islands such as I. de Soga, I. de Rubane, I. de Maio, I. da Ponta, and I. das Galinhas. A scale bar at the bottom left indicates 5 km and 5 mi, and the zoom level is 10.81.

Numa avaliação da qualidade de sinal na perspectiva do utilizador, devem ser considerados os serviços que 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.

1. Cobertura: Disponibilidade e nível de sinal das redes radioelétricas (2G, 3G e 4G);
2. Serviço de Voz: Estabelecimento e terminação de chamadas;
3. Serviço de Dados: Latência e velocidades de *download* e *upload*.

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 em análise (extremo- a- extremo).

Os testes são efetuados em igualdade de condições para os dois 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 Fast.com ^(*)	Sinal	Chamadas	Teste Fast.com
60 segundos	110 segundos	3 segundos	120 segundos	120 segundos

^(*) Duração Máxima

3.1 ASPETOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspetos fundamentais:

- Testes extremo-a-extremo** – nos valores medidos encontram-se refletidos todos os aspetos técnicos que influenciam a qualidade de um serviço;
- Imparcialidade** – as medições foram efetuadas em igualdade de condições para os dois operadores (MTN e Orange GB);
- Objetividade** – os testes foram realizados de uma forma totalmente automática, eliminando-se a subjetividade inerente à intervenção ou decisão humanas.

4 AMOSTRA DO ESTUDO

A campanha de medição, foi efetuada a bordo de uma embarcação no trajeto Bissau-Bubaque-Bissau, em viatura automóvel na ilha de Bubaque, numa lancha entre a ilha de Bubaque-Rubane-Bubaque, e a pé no areal da praia de Rubane, decorreu nos dias 5 a 7 de maio de 2023, no Arquipélago de Bijagós/Bolama, no período compreendido entre as 7h30 e as 19h00.

Realizaram-se entre os dois operadores móveis, 684 chamadas de voz, 759 medições de velocidade de Internet, e 61 623 registos de sinal rádio. Os resultados obtidos em cada indicador, com desagregação por operador, são apresentados detalhadamente no capítulo seguinte.

5 RESULTADOS

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

Do total de medidas efetuadas por cada operador, registou-se a indicação de rede inexistente em 18,6% das medições na MTN, e 26,2% na Orange GB (Tabela 2).

Tabela 2 – Cobertura rádio (sinal de rede)

Registos		
Operador	Com Sinal de Rede	Sem Sinal de Rede
MTN	81,4%	18,6%
Orange GB	73,8%	26,2%

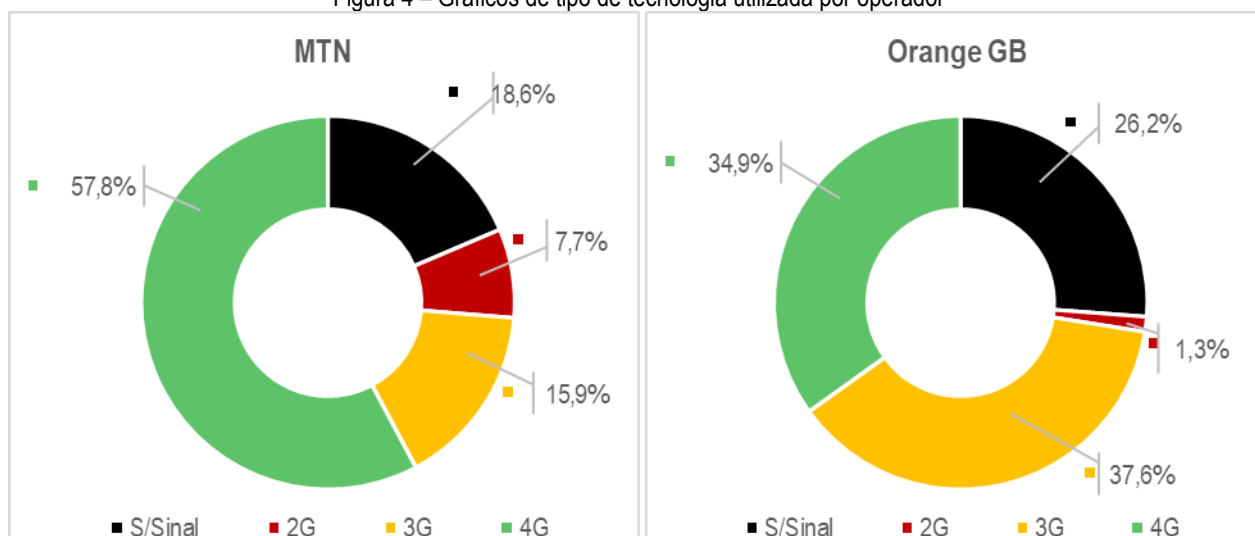
Os resultados detalhados por operador e por tipo de tecnologia são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Cobertura rádio (níveis de sinal recebido nos dispositivos móveis)

Nível de Sinal	MTN				Orange GB			
	S/Sinal	2G	3G	4G	S/Sinal	2G	3G	4G
Nº Amostras	5685	2365	4853	17629	8160	390	11695	10846
Nível Médio (dBm)	--	-104	-100	-113	--	-98	-103	-110
Nível Máximo (dBm)	--	-89	-55	-75	--	-50	-53	-73
Nível Mínimo (dBm)	--	-113	-119	-140	--	-111	-120	-140
Desvio Padrão	--	5	13	15	--	15	13	14

Na Figura 4 encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia registada em cada amostra medida, verificando-se que a tecnologia 4G é preponderante para o operador MTN. Ambos os operadores disponibilizam 4G em grande parte do Arquipélago Bijagós/Bolama.

Figura 4 – Gráficos de tipo de tecnologia utilizada por operador



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

Tabela 4 – Tabela de classificação de Qualidade de Sinal

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

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

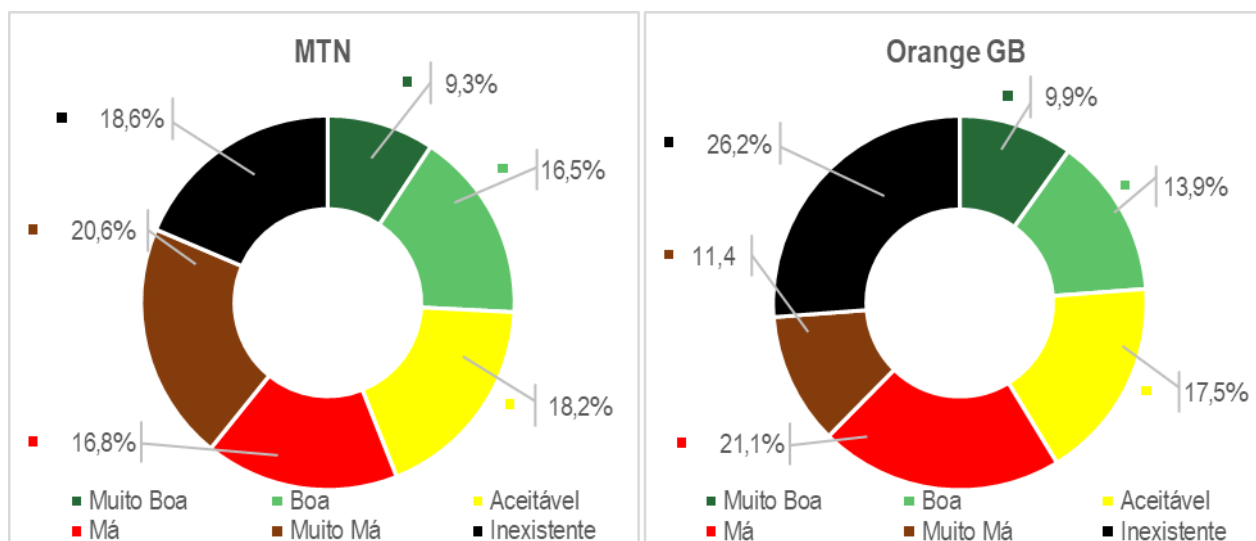
Os resultados de qualidade de sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Tabela de qualidade de sinal por operador e por tecnologia

Qualidade Rádio	MTN				Orange GB		
	2G	3G	4G	5G	3G	4G	5G
Muito Boa	0,0%	2,4%	6,9%	0,0%	4,2%	5,6%	0,0%
Boa	0,0%	3,7%	12,8%	0,0%	5,4%	8,5%	0,0%
Aceitável	0,7%	3,6%	13,9%	0,0%	8,8%	8,6%	0,0%
Má	3,6%	4,6%	8,6%	0,0%	14,1%	6,3%	0,0%
Muito Má	3,4%	1,5%	15,7%	0,0%	5,1%	6,0%	0,0%
Inexistente	18,6%				26,2%		

Na Figura 5 identifica-se que a qualidade englobada de “Muito Boa”, “Boa” e “Aceitável” perfazem um total de 44,0% na MTN e de 41,3% na Orange GB.

Figura 5 - Gráficos de qualidade de sinal por operador



5.2 SERVIÇO DE VOZ

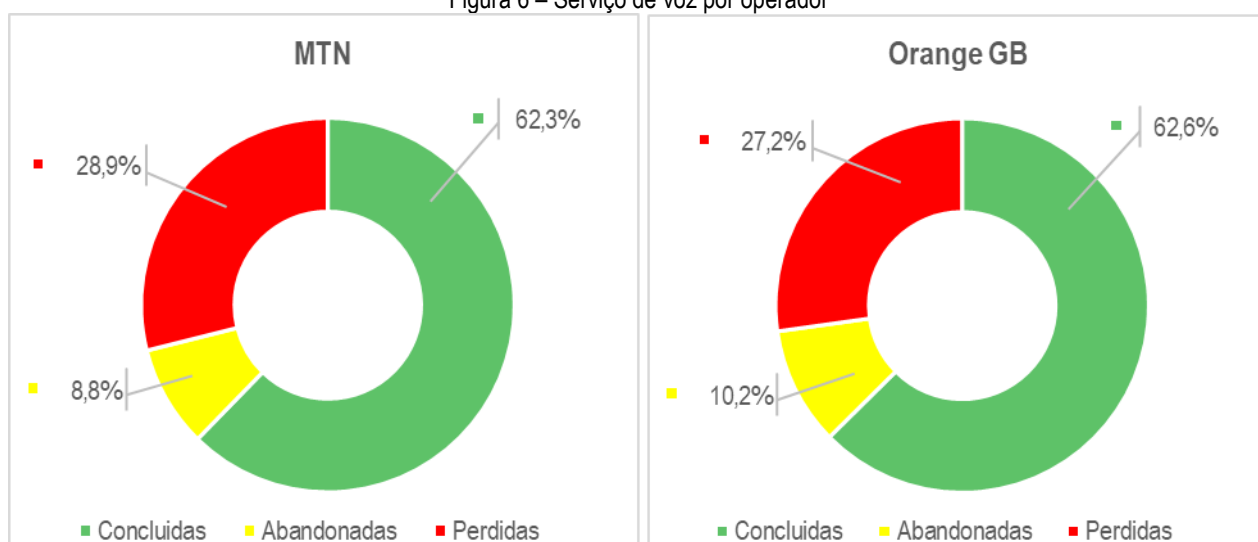
Verificou-se que os níveis de *Acessibilidade ao Serviço* são de 71,1% na MTN e, 72,8% na Orange GB, conforme se mostra na Tabela 6.

Tabela 6 – Acessibilidade e terminação de chamadas por operador

Chamadas Realizadas	MTN	Orange GB
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	342	342
Falhadas no Estabelecimento	99	93
Falhadas Durante a Chamada	30	35
Com Terminação Normal	213	214
Acessibilidade do Serviço	71,1%	72,8%
Rácio de Terminação de Chamadas	62,3%	62,6%

Na Figura 76 verifica-se que as chamadas concluídas com sucesso atingem os 62,3% na MTN e 62,6% na Orange GB.

Figura 6 – Serviço de voz por operador



5.3 SERVIÇOS DE DADOS

Os níveis de acessibilidade ao serviço de dados móveis são de 61,6% na MTN, e 54,9% na Orange GB, conforme se mostra na tabela 7.

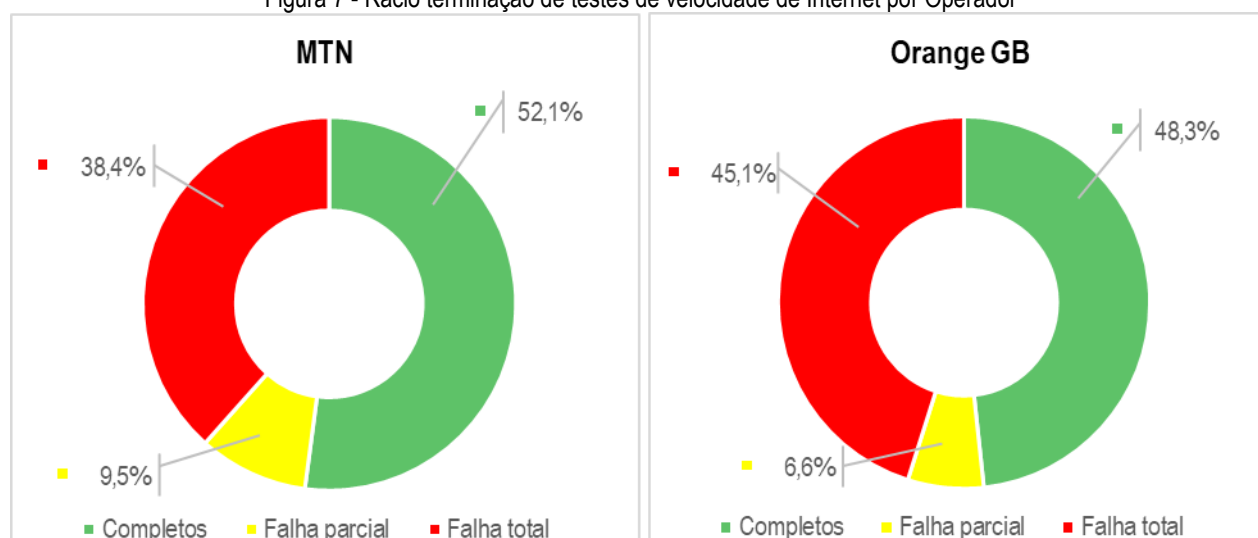
Tabela 7 – Serviço de Dados por Operador

NET.mede	MTN		Orange GB	
Lançados	380		379	
Concluídos	198		183	
Falha parcial	36		25	
Falha total	146		171	
Acesso ao serviço	61,6%		54,9%	
Rácio de concluídos	52,1%		48,3%	
Velocidade (Mbps)	Download	Upload	Download	Upload
Média	21,3	7,1	22,7	8,9
Máxima	90,0	42,0	97,0	47,0
Mínima	0,1	0,1	0,1	0,1

No que respeita ao desempenho do acesso à Internet, os testes demonstram que existem grandes variações, muito dependentes da qualidade sinal e da tecnologia de acesso rádio (Tabela 7). Existem outros fatores relevantes que influenciam este desempenho, não controláveis neste estudo, como por exemplo, o número de utilizadores em simultâneo na mesma estação base e o número de utilizadores em simultâneo ao servidor que estamos a consultar/aceder. Relativamente às variáveis que estamos a analisar, normalmente, nos locais onde a qualidade do sinal é razoável e a tecnologia é LTE (4G) o resultado é majorado.

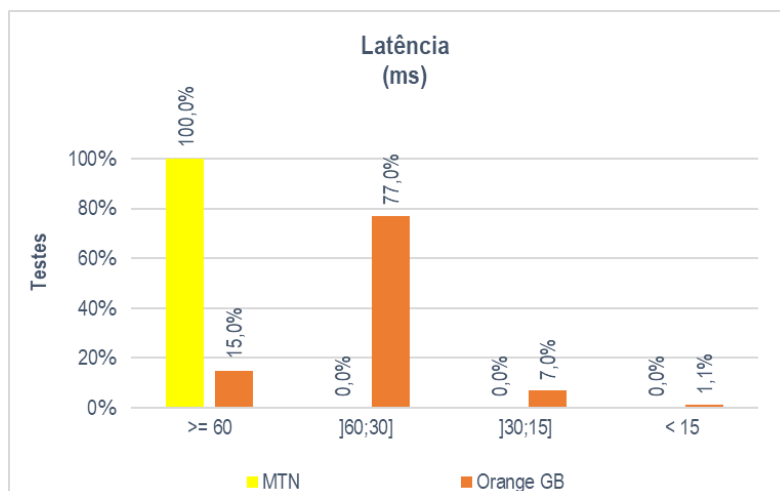
Na Figura 7 identifica-se que a performance do serviço de dados móveis, medida pela quantidade de testes Fast.com com sucesso, é de 52,1% na MTN, e 48,3% na Orange GB.

Figura 7 - Rácio terminação de testes de velocidade de Internet por Operador



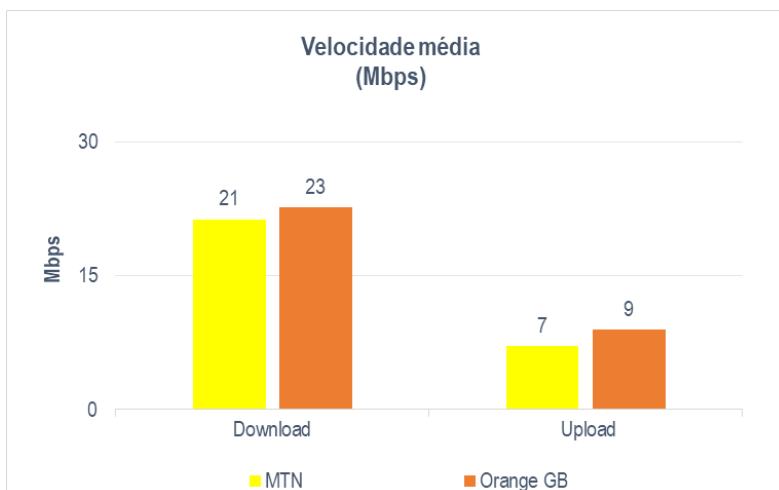
Na **Erro! Autorreferência de marcador inválida.** verifica-se que os dois operadores obtiveram valores de latência muito disparos, a MTN com 100,0% dos valores superiores a 60 ms dos testes realizados, já a Orange GB obteve 85,0% dos testes inferiores a 60 ms.

Figura 8 – Latência por operador



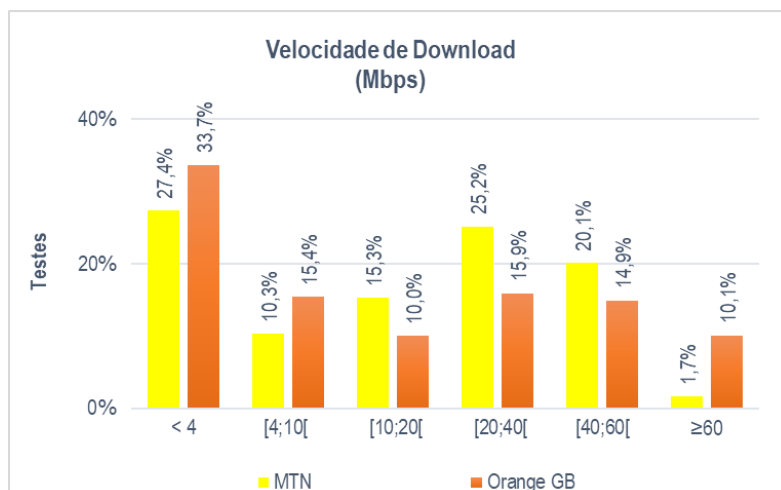
Em termos médios, a Orange GB destacasse ligeiramente com a velocidade de *download* a atingir os 23 Mbps, sendo que em relação à velocidade de *upload*, os valores obtidos nos dois operadores são superiores aos 5 Mbps (Figura 9).

Figura 9 – Velocidades médias de *download* e *upload* por operador



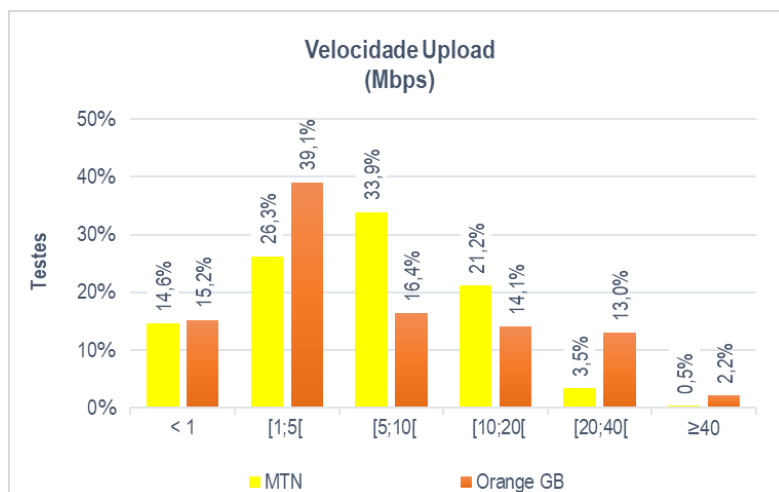
Na Figura 10 evidencia-se as velocidades de *Download* distribuídas pelos vários intervalos.

Figura 10- Velocidade de *download* por operador



Relativamente à velocidade de *Upload*, verificam-se velocidades superiores a 5 Mbps em 59,1% dos testes na MTN e 45,7% na Orange GB (Figura 11).

Figura 11 - Velocidade de *upload* por operador



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.

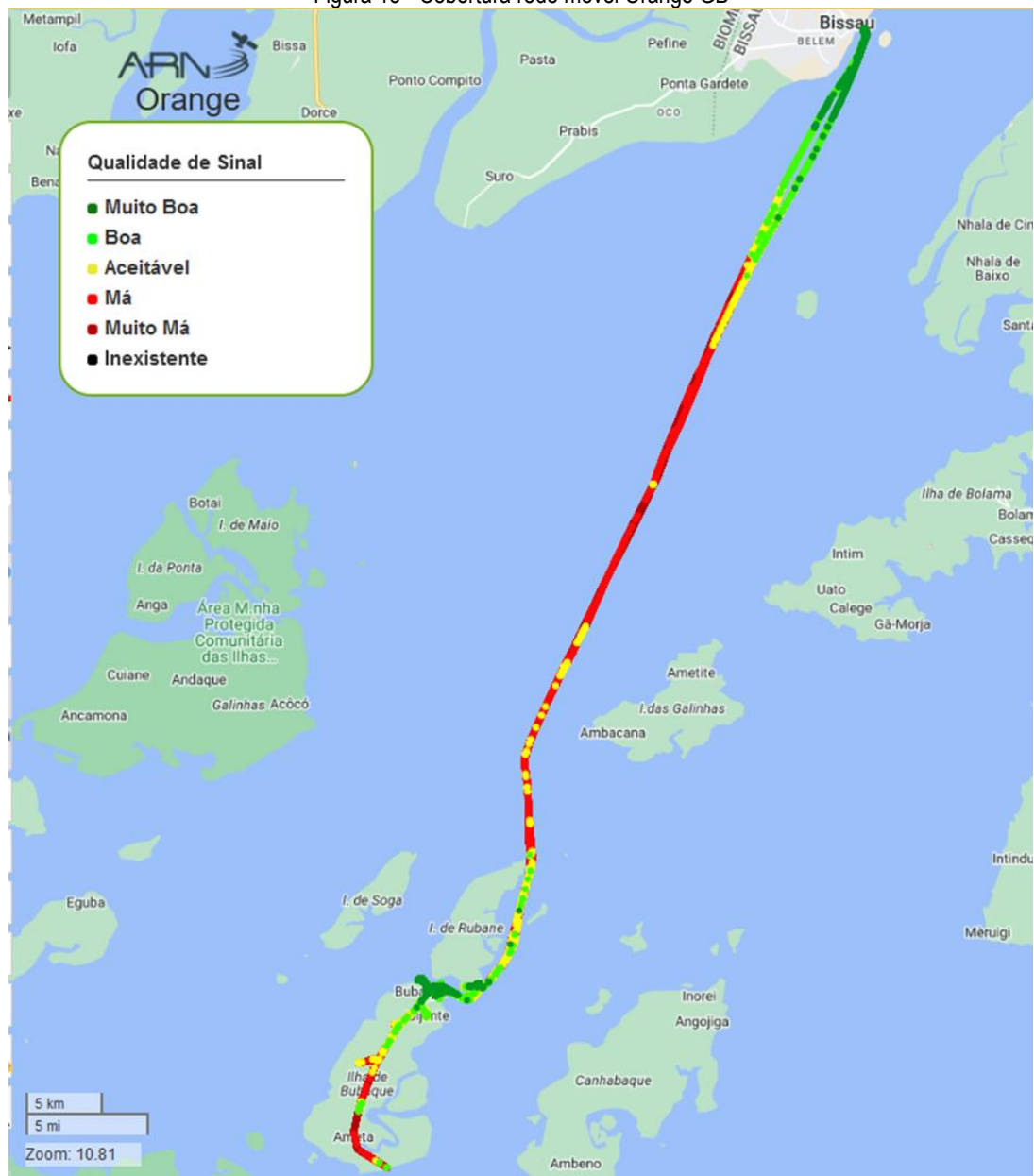
6.1 COBERTURA REDE MÓVEL

Nas Figura 12 e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**3 identificam-se as zonas onde foram efetuadas as medidas representando a qualidade da cobertura da rede, por operador.

Figura 12 - Cobertura rede móvel MTN



Figura 13 - Cobertura rede móvel Orange GB



6.2 SERVIÇO DE VOZ

Nas Figura 14 e **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**5 são visualizadas as chamadas efetuadas constatando-se que as “Perdidas” (não foi possível o estabelecimento da chamada) e “Abandonadas” (chamadas que não foram concluídas com sucesso) ocorreram nos locais onde os níveis de sinal de rede eram menores.

Figura 14 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede móvel MTN

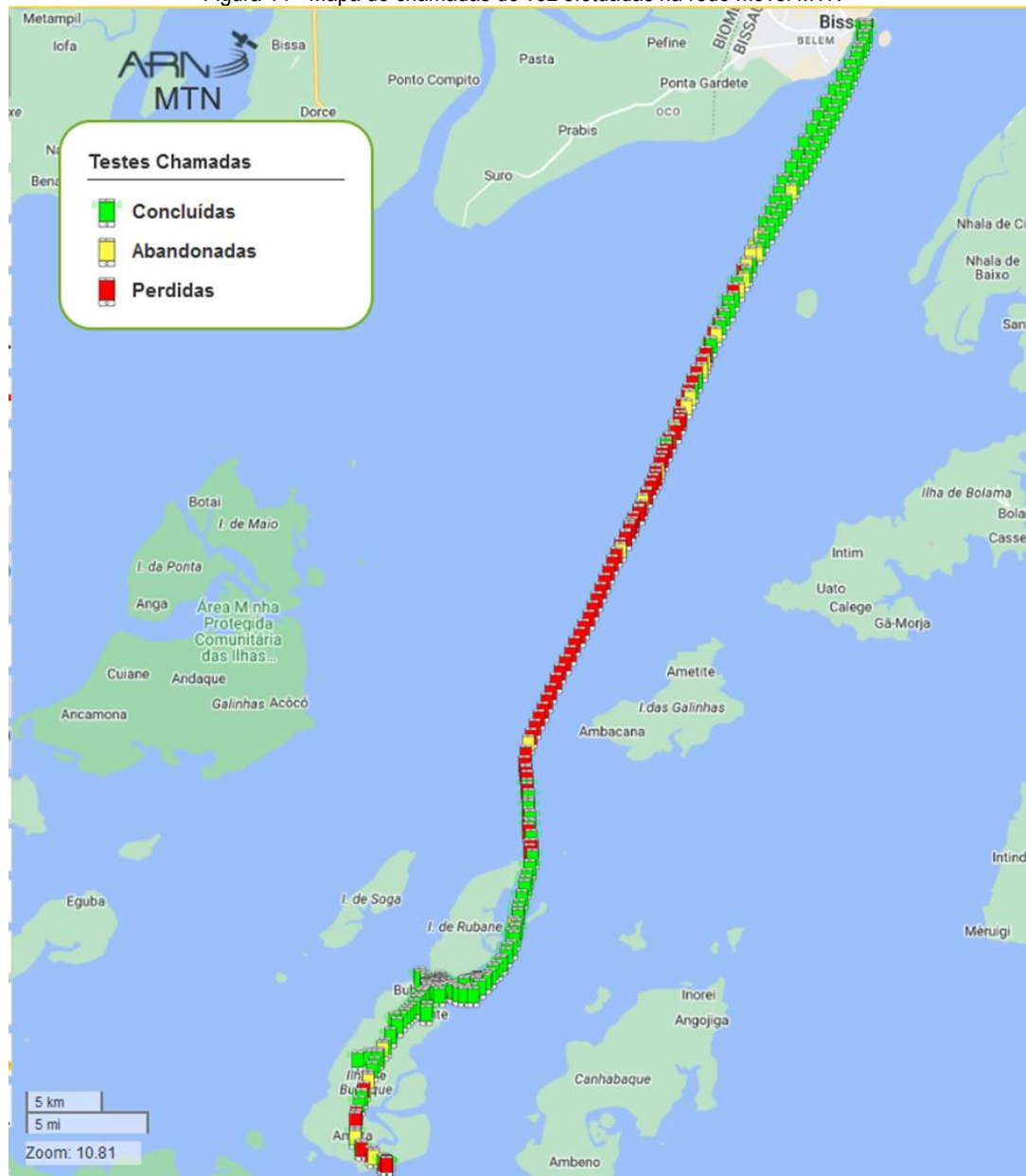
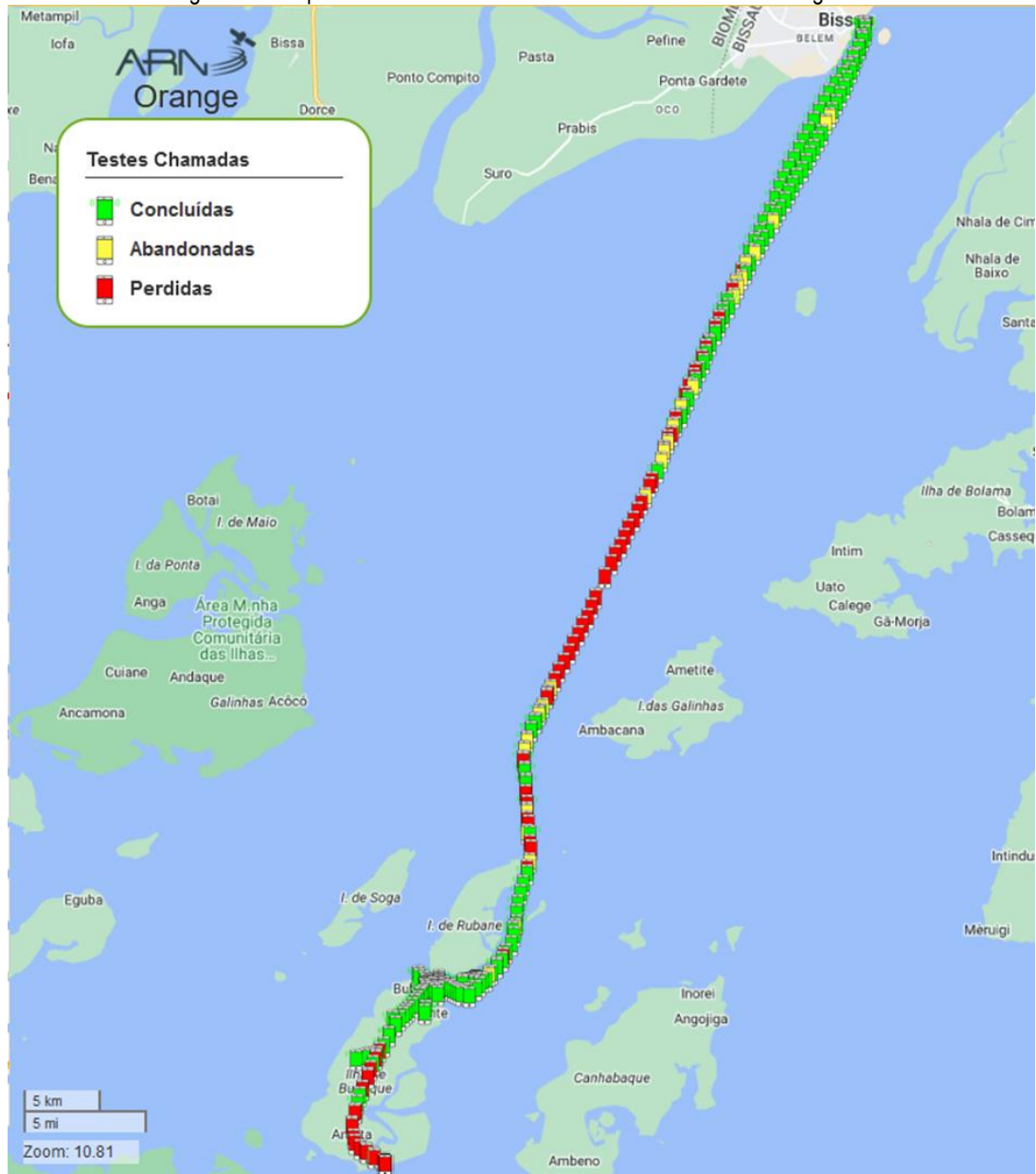


Figura 15 - Mapa de chamadas de voz efetuadas na rede móvel Orange GB



6.3 SERVIÇO DE DADOS

De forma análoga aos resultados do serviço de voz, os testes do serviço de dados efetuados obtiveram piores resultados nos locais onde os níveis de sinal de rede eram menores (**Erro! Autorreferência de marcador inválida.6** e 17).

Figura 16 - Mapa de testes de dados efetuados na rede móvel MTN

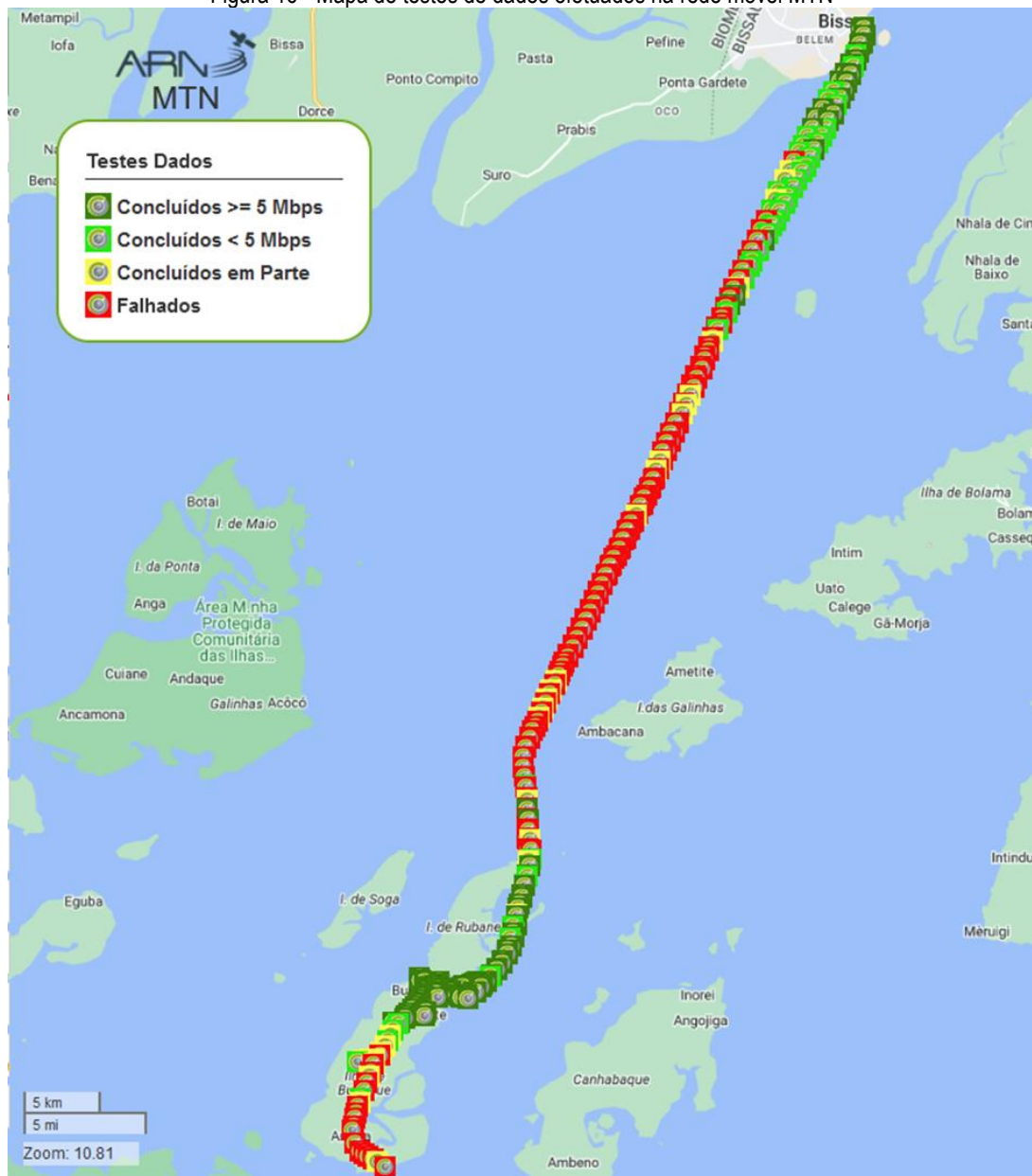
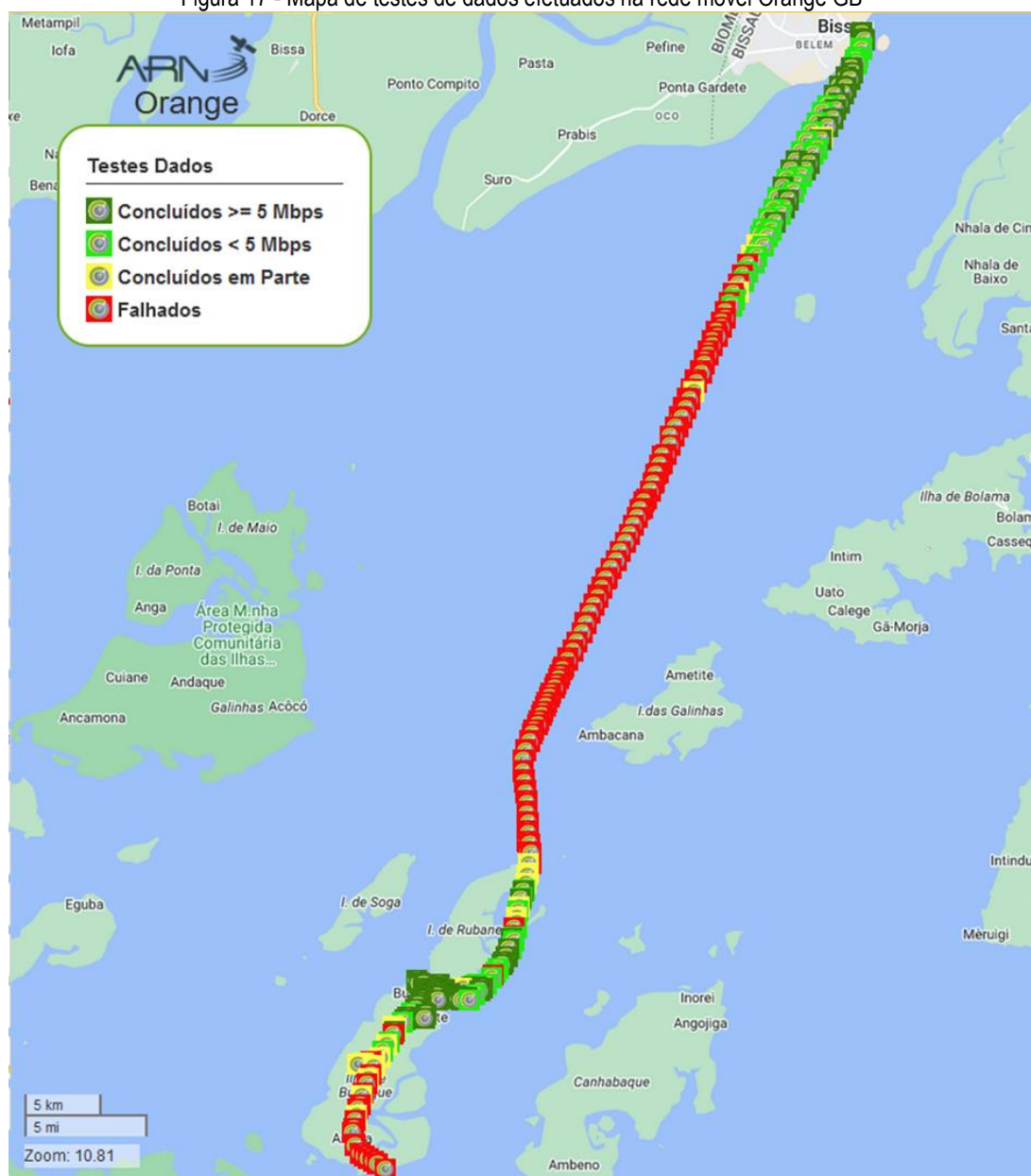


Figura 17 - Mapa de testes de dados efetuados na rede móvel Orange GB



7 CONCLUSÕES

- Tendo em consideração apenas a presença ou ausência de sinal de rede, a MTN e Orange GB atingiram, respetivamente, 81,4% e 73,8% de registos com sinal de rede no percurso de medições realizado.
- Em termos de qualidade global de nível de cobertura, os valores são maus, registando-se em muitos locais do Arquipélago de Bijagós/Bolama, valores de qualidade má/muito má/inexistente.
- Relativamente ao tipo de tecnologia utilizada no Arquipélago de Bijagós/Bolama, predomina o 4G para o operador MTN com uma percentagem de 71,1 %, já a tecnologia do 3G é a predominante para o operador Orange GB com um valor de 50,9%.
- Na generalidade, para as redes dos dois operadores, o desempenho no serviço de voz acompanhou (está muito concordante) com os níveis de qualidade de sinal de rede verificados.

Neste serviço, o melhor desempenho foi da Orange GB com um valor ligeiramente superior ao operador MTN. A quantidade de chamadas telefónicas não encaminhadas e abandonadas atingiu os 37,7% na rede da MTN e 37,4% para o operador Orange GB.

- A prestação do serviço de dados teve um desempenho mau:
 - Latência:
 - MTN, 100,0 % dos testes corresponderam a valores **superiores** a 60 ms, em média obteve o valor 183 ms;
 - Orange GB, 85,0% dos testes corresponderam a valores **inferiores** a 60 ms, em média obteve o valor 51 ms.
 - Velocidade média de *Download*:
 - MTN, atingiu os 21 Mbps;
 - Orange GB, 23 Mbps.
 - Velocidade média de *Upload*:
 - MTN, obteve 7 Mbps;
 - Orange GB, 9 Mbps.



BISSAU(SEDE)

ENTERRAMENTO, ATRÁS DO
HOSPITAL MILITAR
GUINÉ-BISSAU

CONTACTO

TEL: +245 956 763 154

TEL: +245 969 004 023

EMAIL: INFO@ARN.CW

SITE: WWW.ARN.CW

