Avaliação do Desempenho de Serviços Móveis e de Cobertura GSM, UMTS, LTE nos principais Aglomerados Urbanos da Cidade de Espargos, Santa Maria e Eixos Rodoviários da Ilha do Sal – Cabo Verde

Julho de 2023

NOTA PRÉVIA

A ARME NÃO SE RESPONSABILIZA POR QUALQUER ANÁLISE, ESTUDO OU COMENTÁRIOS FEITOS PELOS TERCEIROS A PARTIR DOS RESULTADOS CONSTANTES NO PRESENTE RELATÓRIO.

Siglas e Acrónimos

ARME	Agência Reguladora Multissectorial da Economia.
ETSI	*EuropeanTelecommunications Standards Institute*– Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.
GSM	*Global System for Mobile Communications*– Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração(2G).
ITU	*International Telecommunications Union*– União Internacional de Telecomunicações.
kbps	kilo*bit* por segundo.
ms	*Milissegundo* – milésima parte do segundo.
s	*Segundo* – unidade de tempo.
SMT	Serviço Móvel Terrestre
UMTS	*Universal Mobile Telecommunications System* – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração(3G).
USIM	*UMTS Subscriber Identity Module* – Cartão USIM.

Lista de Figuras

Figura 1 – Percurso realizado 11
Figura 2 – Cobertura Rede Móvel por Operador 12
Figura 3 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador 12
Figura 4 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador 13
Figura 5 – Mapa de chamadas de voz por Operador 14
Figura 6 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas Concluídas – CVMóvel e Unitel T+ 15
Figura 7 – Serviço de voz por Operador 15
Figura 8 – Mapa de testes de dados por Operador 16
Figura 9 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados 17
Figura 10 - Taxa de Terminação de Dados por Operador 17
Figura 11- Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador 18
Figura 12 - Latência por Operador 18
Figura 13 – Percurso realizado 19
Figura 14 – Cobertura Rede Móvel por Operador 20
Figura 15 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador 21
Figura 16 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador 21
Figura 17 – Mapa de chamadas de voz por Operador 22
Figura 18 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas Concluídas – CVMóvel e Unitel T+ 23
Figura 19 – Serviço de voz por Operador 23
Figura 20 – Mapa de testes de dados por Operador 24
Figura 21 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados 25
Figura 22- Taxa de Terminação de Dados por Operador 25
Figura 23- Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador 26
Figura 24 - Latência por Operador 26
Figura 25 – Percurso realizado 27
Figura 26 – Cobertura Rede Móvel por Operador 28
Figura 27 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador 28
Figura 28 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador 29
Figura 29 – Mapa de chamadas de voz por Operador 30
Figura 30 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas concluídas 31
Figura 31 – Serviço de voz por Operador 31
Figura 32 – Mapa de testes de dados por Operador 32
Figura 33 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados 33
Figura 34- Taxa de Terminação de Dados por Operador 33
Figura 35 - Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador 34
Figura 36- Latência por Operador 34
Figura 37- Desempenho Global dos Operadores 35

Lista de Tabelas

Tabela 1-Tabela de classificação de Qualidade de Sinal 8
Tabela 2- Cobertura Rádio (Sinal de rede) 11
Tabela 3 - Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia 13
Tabela 4-Estatísticas das Chamadas 14
Tabela 5 - Serviços de dados por Operador 16
Tabela 6 - Cobertura Rádio (Sinal de rede) 19
Tabela 7-Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia 21
Tabela 8 - Estatísticas das Chamadas 22
Tabela 9 - Serviços de dados por Operador 24
Tabela 10 - Cobertura Rádio (Sinal de rede) 27
Tabela 11-Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia 29
Tabela 12-Estatísticas das Chamadas 30
Tabela 13 - Serviços de dados por Operador 32

Índice

Siglas e Acrónimos 3
Lista de Figuras 4
Lista de Tabelas 5
1 AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO 7
1.1 Objetivo 7
2 ENQUADRAMENTO 7
3 SERVIÇOS ANALISADOS 8
4 METODOLOGIA 9
4.1 Aspetos Fundamentais 9
5 AMOSTRA DO ESTUDO 9
5.1 Zonas de Teste 9
6 RESULTADOS 11
6.1 Cidade de Espargos 11
6.1.1 Percurso 11
6.1.2 Cobertura Rádio – Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia 11
6.1.3 Serviço de Voz 14
6.1.4 Serviço de Dados 16
6.2 Cidade de Santa Maria 19
6.2.1 Percurso 19
6.2.2 Cobertura Rádio – Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia 19
6.2.3 Serviço de Voz 22
6.2.4 Serviço de Dados 24
6.3 Global 27
6.3.1 Percurso 27
6.3.2 Cobertura Rádio - Disponibilidade de Sinal de Rede de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia 27
6.1.1 Serviço de Voz 30
6.1.2 Serviço de Dados 31
7 CONCLUSÕES 35

1 AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO

1.1 Objetivo

Com este estudo pretende-se analisar, numa *perspetiva do utilizador*, o desempenho dos serviços de comunicações eletrónicas, que se suportam nas redes móveis GSM/UMTS e LTE, através da realização de testes de campo, com recurso à equipa de técnicos e sistemas automáticos de teste nos principais aglomerados urbanos e eixos rodoviários da ilha do Sal.

Assim sendo, a Agência Reguladora Multissectorial da Economia (ARME) realizou no mês de junho de 2023, um estudo que avalia o desempenho de serviços móveis, de voz e de dados, e a cobertura rádio das interfaces GSM, UMTS e LTE, disponibilizados pelos operadores CVMóvel, S.A e Unitel T+, SA., através da análise de parâmetros técnicos que traduzem a perceção de qualidade na ótica do utilizador.

2 ENQUADRAMENTO

Nos Sistemas de comunicações móveis GSM, UMTS e LTE, a qualidade de serviço na perspetiva do utilizador assume uma importância fundamental, em particular pela natureza do acesso rádio, pela mobilidade que possibilitam e pela elevada penetração e utilização que apresentam.

A ARME, no âmbito das suas atribuições e fazendo uso dos poderes previstos nos seus estatutos, efetua estudos de avaliação da qualidade de serviço na perspetiva do utilizador em Cabo Verde.

Neste documento apresentam-se os resultados do estudo na ilha da Sal, cujo trabalho de campo decorreu no período de 16 a 22 de junho entre as 08h00 e as 19h00.

Realizaram-se no total, 1222 chamadas de voz, 1202 sessões de dados, e 105 136 registos de sinal rádio, em cerca de 414 quilómetros em testes.

3 SERVIÇOS ANALISADOS

Na avaliação da qualidade de serviço, na perspetiva do utilizador, devem ser considerados os serviços que, em cada tecnologia, apresentem maior relevância para os utilizadores finais e que sejam disponibilizados por todos os operadores alvo de estudo.
Assim, orientando-se nesse princípio e considerando a realidade atual do mercado nacional de comunicações eletrónicas, foram incluídos neste estudo os seguintes serviços:

1. Cobertura

   - Para a avaliação da cobertura das redes, são efetuadas medições dos níveis de sinal recebidos pelos equipamentos terminais móveis (*downlink*), RSSI (*Received Signal Strength Indicador)* para GSM, RSCP (*Received Signal Code Power*) para UMTS e RSRP (*Reference Signal Received Power*) para LTE, ao longo de cada trajeto em estudo. Considera-se que os serviços móveis estão disponíveis quando os níveis de sinal rádio apresentam valores acima de limiares mínimos que permitam a sua avaliação. Estes limiares normalmente apresentam valores diferenciados para GSM, UMTS e LTE.

Tabela 1-Tabela de classificação de Qualidade de Sinal

Cobertura	GSM	UMTS	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	RSSI < -105 dBm	RSCP < -115 dBm	RSRP < -125 dBm
Inexistente	Sem sinal de rede		

*(*) RSSI – Received Signal Strength Indicador,** RSCP – Received Signal Code Power, ***RSRP - Reference Signal Received Power*

2. Serviços de Voz:

   - Para a avaliação do serviço de voz, são verificadas as capacidades de estabelecimento e terminação de chamadas.

3. Serviços de Dados:

   - Na avaliação do serviço de dados, são objeto de análise as velocidades de transferência de ficheiros (upload/download) e a latência de transmissão de dados (*ping*). Foram utilizados pacotes sem limites de débitos, assim teve como referência os débitos nominais do 4G: 150 Mbps *downlink* e 75 Mbps *uplink* para os dois operadores.

4 METODOLOGIA

A metodologia seguida nesse estudo assenta – se na realização de testes de campo em locais públicos e em movimento (*drive test*) com recurso a um sistema automático de medida, refletindo os vários aspetos que afetam a qualidade dos serviços (medições extremo-a-extremo), permitindo deste modo identificar no terreno a qualidade de serviço, prestada por um determinado operador de comunicações eletrónicas, dando uma perspetiva tão realista quanto possível do desempenho da rede, do ponto de vista do utilizador.

As medições foram efetuadas em igualdade de condições para os dois operadores: em simultâneo, nos mesmos locais, com os mesmos equipamentos e com as mesmas parametrizações, permitindo dessa forma, uma análise comparativa justa e precisa dos desempenhos da rede bem como dos serviços prestados pelos respetivos operadores em estudo.

Na seleção das zonas objeto de estudo, considerou-se o critério da densidade populacional como também uma distribuição geográfica dos locais, de forma a contemplar os principais aglomerados urbanos da ilha.

4.1 Aspetos Fundamentais

A metodologia seguida nos *drive-tests* rege-se segundo os seguintes aspetos fundamentais:

- **Medidas extremo-a-extremo** – de modo a refletir todos os aspetos que influenciam a qualidade de serviço percecionada pelo utilizador. As medições referentes ao serviço de voz foram efetuadas entre pontos terminais de uma rede móvel;
- **Imparcialidade** – as medições foram realizadas em igualdade de condições para os dois operadores (CVMóvel e Unitel T+);
- **Objetividade** – os testes foram executados de forma automática, não havendo qualquer subjetividade inerente à intervenção ou decisão humana.

5 AMOSTRA DO ESTUDO

5.1 Zonas de Teste

Sendo o objetivo deste estudo aferir a qualidade do serviço móvel das tecnologias GSM, UMTS e LTE, tal como ela é sentida pelos utilizadores, teria sido desejável que fossem efetuadas medições em todos os locais em que os serviços são ou poderiam ser utilizados. Nessa perspetiva, deveria ter sido considerada toda a área geográfica da ilha do Sal, não esquecendo o interior dos edifícios. Como se percebe, a realização de testes em todos estes locais é impraticável. Assim, considerando que o objetivo não é a realização exaustiva de medidas, mas

sim a escolha de uma amostra adequada que sirva de indicador do comportamento global das redes móveis, foram escolhidos os locais que refletem uma utilização mais intensiva do serviço, ou seja, os maiores aglomerados urbanos da Cidade de Espargos e Santa Maria, zonas de Buracona, Palmeira, Fontona, Murdeira, Pedra de Lume, Salina, Aeroporto e os principais eixos rodoviários da ilha do Sal. Através da ferramenta *Google Earth*, foram definidos os trajetos de modo a dar uma cobertura geral da ilha.

6 RESULTADOS

6.1 Cidade de Espargos

6.1.1 Percurso

Na Figura 1é apresentado o percurso efetuado na cidade de Espargos.



Figura 1 – Percurso realizado

6.1.2 Cobertura Rádio – Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia

Do total de medidas efetuadas por cada operador, não se registou a indicação de rede inexistente.

Tabela 2- Cobertura Rádio (Sinal de rede)

Registos		
Operador	**Com Sinal de Rede**	**Sem Sinal de Rede**
CVMovel	100,0%	0,0%
UNITEL	100,0%	0,0%

Cobertura Rede Móvel

Na Figura 2 identificam-se as zonas onde foram efetuadas as medidas representando a qualidade da cobertura da rede, por operador.

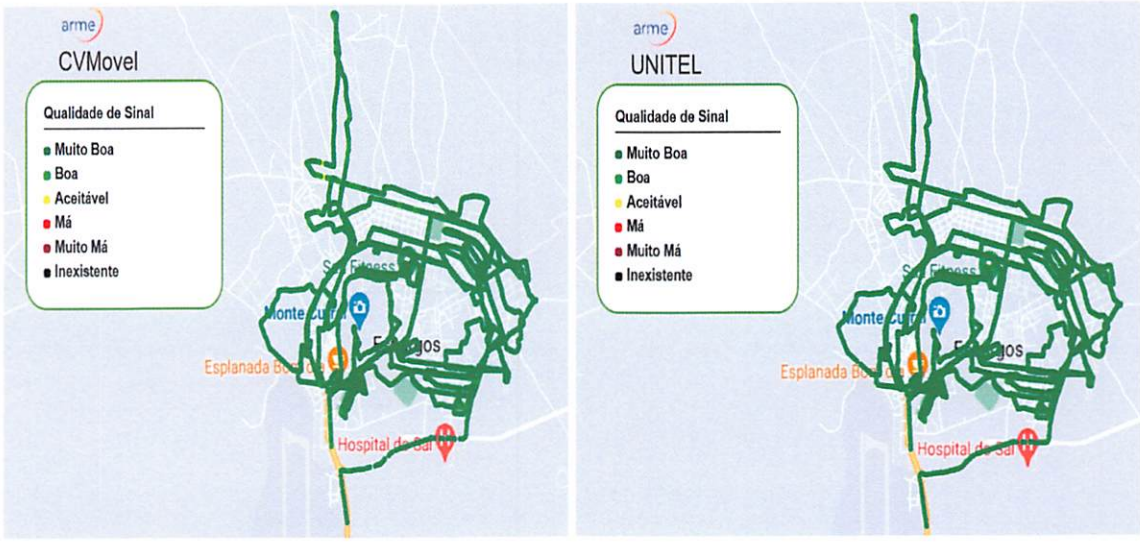


Figura 2 – Cobertura Rede Móvel por Operador

Na Figura 3 encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia registada em cada amostra medida, verificando-se que a tecnologia 4G é predominante na CVMóvel com 74,6%, enquanto a tecnologia 3G predomina no operador Unitel T+ com 93,5% do número total de amostras.

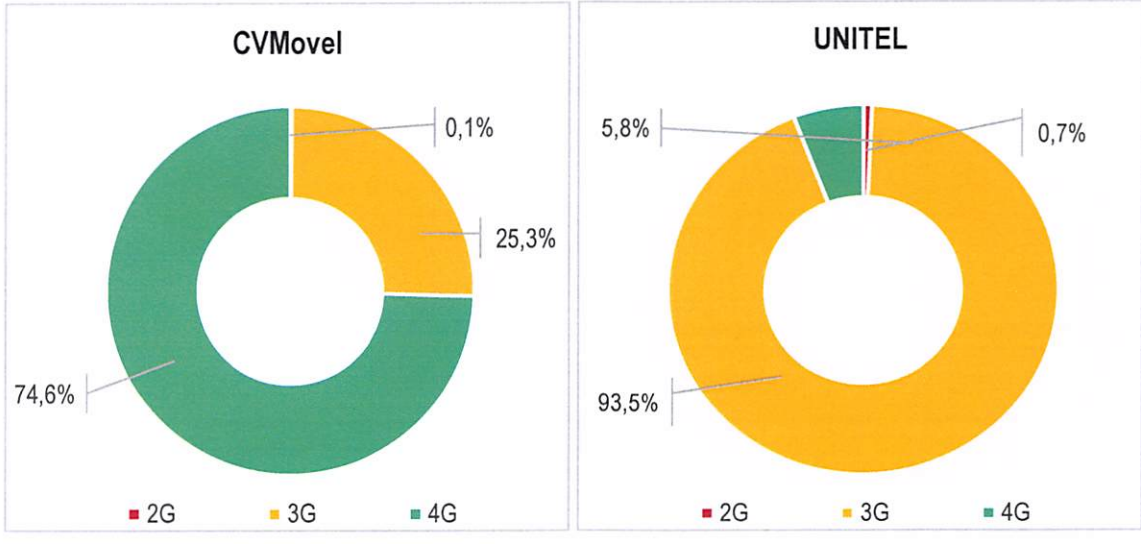


Figura 3 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador

Os resultados de sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia

	CVMovel			UNITEL		
	2G	3G	4G	2G	3G	4G
Nº Amostras	17	3791	11148	101	13984	868
Nível Médio (dBm)	-81	-71	-85	-75	-74	-93
Nível Máximo (dBm)	-71	-45	-59	-63	-47	-63
Nível Mínimo (dBm)	-87	-105	-119	-89	-107	-107
Desvio Padrão	4	9	9	7	9	7
Muito Boa	0,0%	23,8%	63,8%	0,4%	85,8%	3,4%
Boa	0,1%	1,4%	10,1%	0,3%	7,0%	2,4%
Aceitável	0,0%	0,2%	0,6%	0,0%	0,7%	0,0%
Má	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Muito Má	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Inexistente	0,0%			0,0%		

Na Figura 4 identifica-se que a qualidade englobada de "Muito Boa", "Boa" e "Aceitável" perfazem um total de 100% para a CVMóvel como para a Unitel T+.
Os sistemas de comunicações móveis estudados apresentam, excelente cobertura rádio para ambos os operadores (Figura 4).

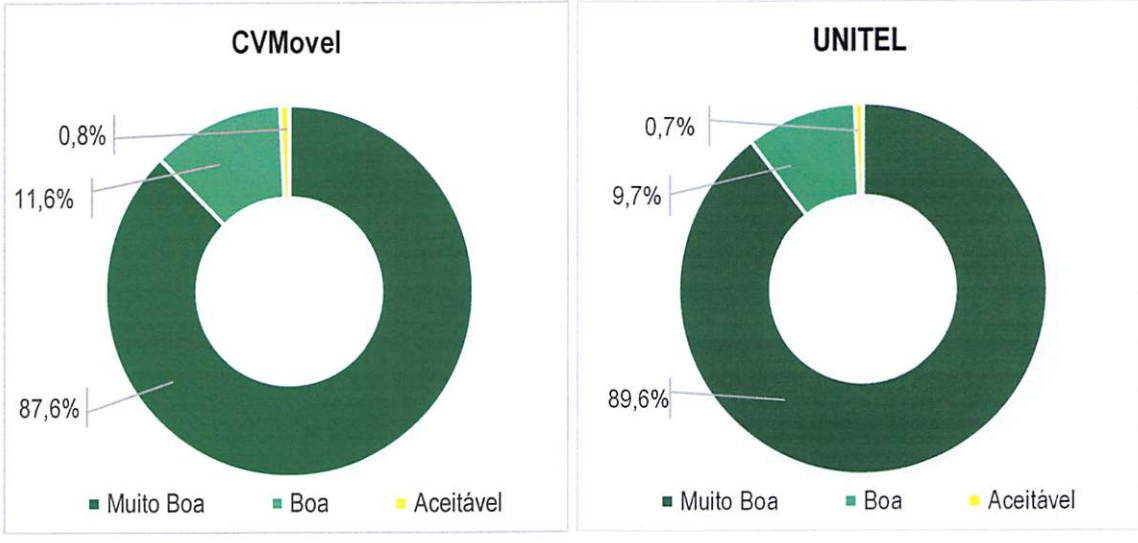


Figura 4 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador

6.1.3 Serviço de Voz

Nos indicadores analisados para o serviço de voz, ambos os operadores apresentam resultados de desempenho considerado muito satisfatório.

Tabela 4-Estatísticas das Chamadas

Chamadas Realizadas	CVMovel	UNITEL
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	176	176
Falhadas no Estabelecimento	0	0
Falhadas Durante a Chamada	1	1
Com Terminação Normal	175	175
Acessibilidade do Serviço	100%	100%
Rácio de Chamadas Concluídas	99,4%	99,4%

Mapa de Chamadas de Voz

Na Figura *5*, são visualizadas as chamadas efetuadas, constando que as falhadas durante a chamada ocorreram nos locais cuja qualidade de acesso era pior.

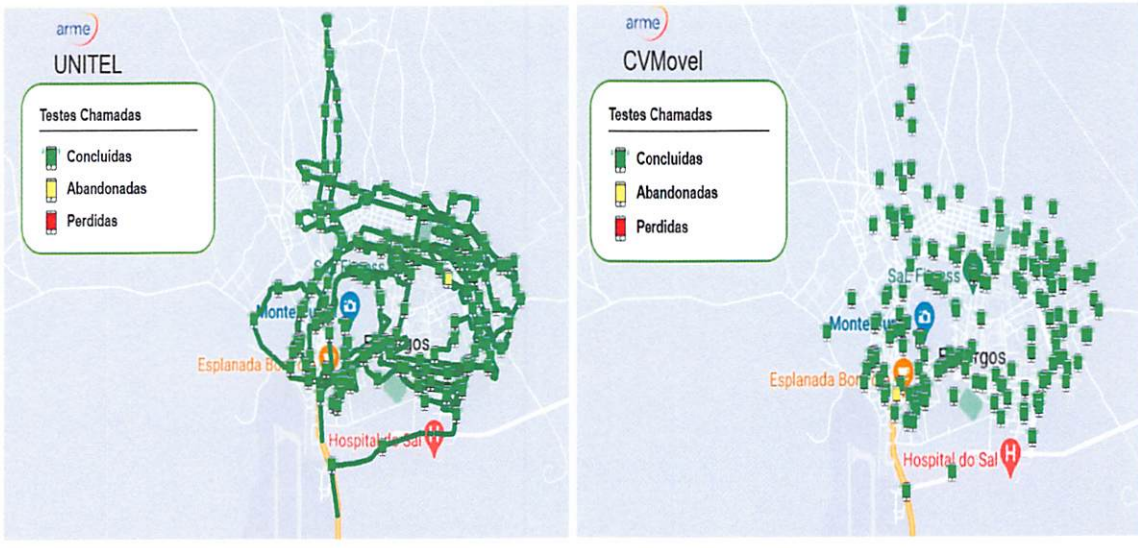


Figura 5 – Mapa de chamadas de voz por Operador

Indicadores Acessibilidade do Serviço

No que respeita à Acessibilidade do Serviço, a CVMóvel e a Unitel T+ apresentam níveis muito bons, com 100%, das chamadas de teste estabelecidas com sucesso, a permanecerem ativas durante o período predefinido de 60 segundos de conversação (Figura 6).

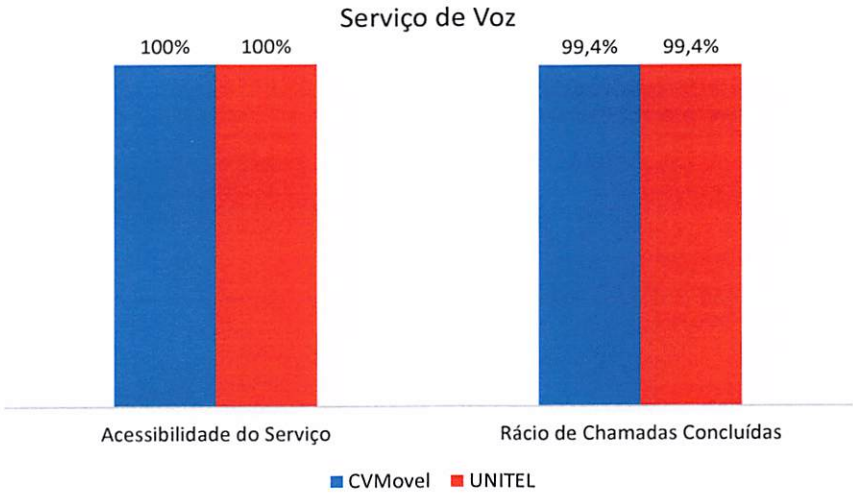


Figura 6 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas Concluídas – CVMóvel e Unitel T+

Para o Rácio de Chamadas concluídas os valores dos níveis são idênticos entre os operadores estudados, apresentando valores muito bons com 99,4% para CVMóvel e para Unitel T+, respetivamente (Figura 6 e Figura 7).

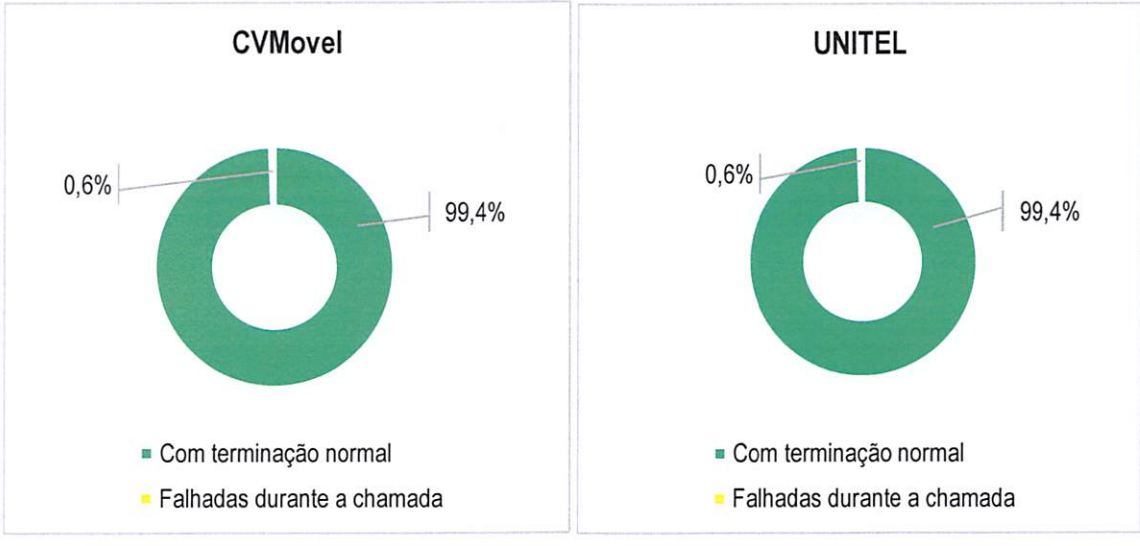


Figura 7 – Serviço de voz por Operador

6.1.4 Serviço de Dados

No que respeita ao desempenho do acesso à internet, os testes demostram que existem grandes variações muito dependentes da qualidade sinal e da tecnologia de acesso. Existem outros fatores relevantes que influenciam este desempenho, não controláveis neste estudo, como por exemplo, o número de utilizadores em simultâneo na mesta estação base e o número de utilizadores em simultâneo ao servidor que se está a consultar/aceder.

Mapa de Testes de Dados

Na Figura 8, são visualizados os testes do serviço de dados efetuados.

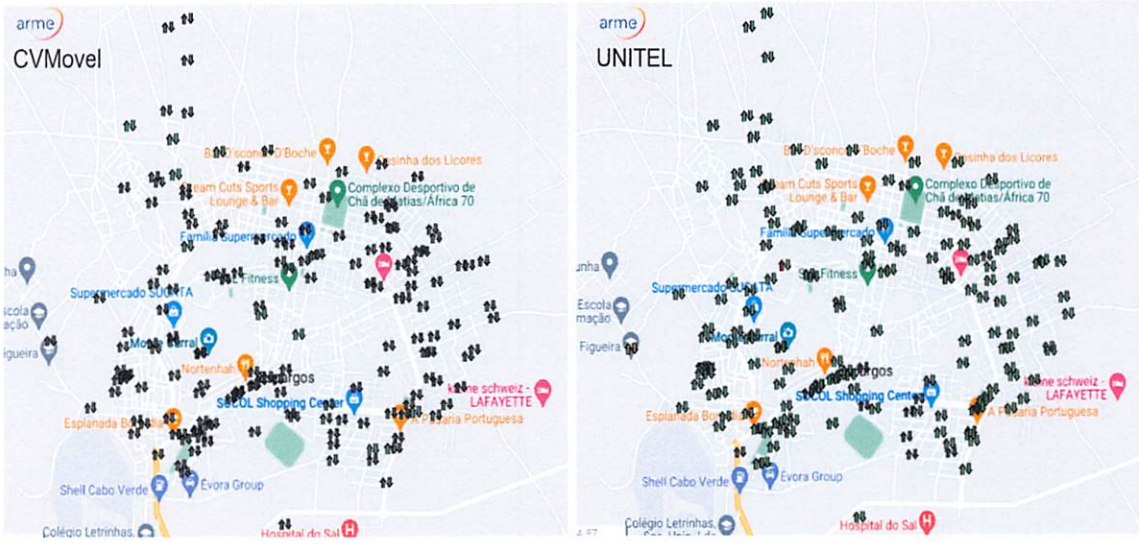


Figura 8 – Mapa de testes de dados por Operador

Testes de Dados e Velocidades de Transferênciade Ficheiros

Tabela 5 - Serviços de dados por Operador

Testes dados	CVMovel		UNITEL	
Lançados	177		177	
Concluídos	177		174	
Falha parcial	0		3	
Falha total	0		0	
Acesso ao serviço	100,0%		100,0%	
Rácio de concluídos	100,0%		98,3%	
Velocidade (Mbps)	**Download**	**Upload**	**Download**	**Upload**
Média	35,5	22,1	7,6	3,2
Máxima	120,0	43,0	42,0	20,0
Mínima	3,7	3,7	0,9	0,0

Indicador Taxa de Terminação de Dados

Na Figura 9 identifica-se que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes Fast.com com sucesso, é de 100% na CVMóvel e 98% na Unitel T+.

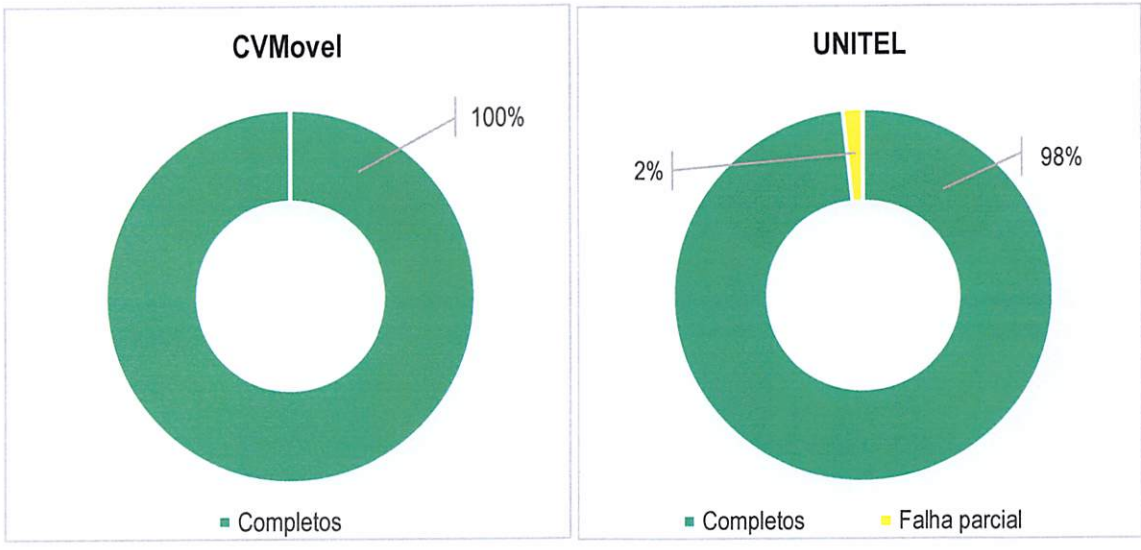


Figura 9 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados

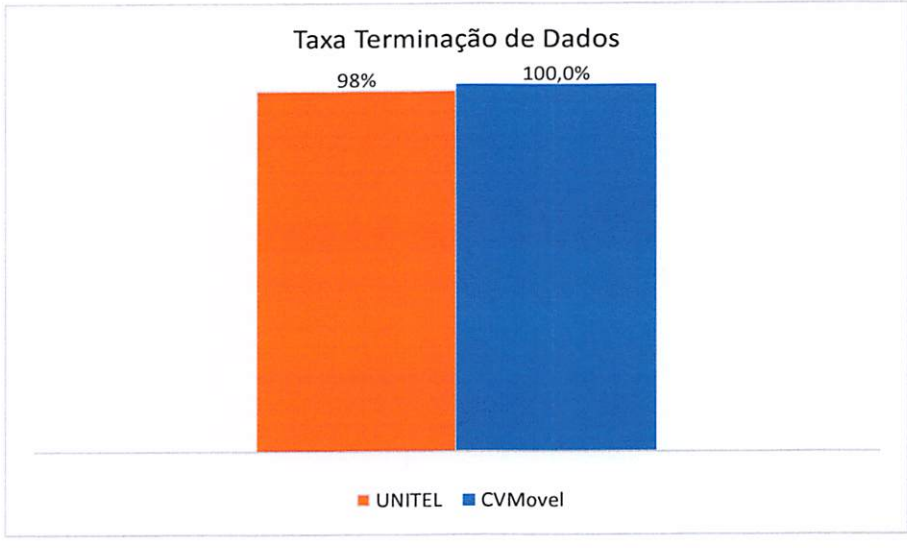


Figura 10 - Taxa de Terminação de Dados por Operador

Para a Taxa de Terminação de dados a CVMóvel e a Unitel T+ registam níveis satisfatórios de desempenhos com 100% e 98% dos testes estabelecidas com sucesso (Figura 10).

Indicador Velocidade de Transferência de Dados

No que toca à Velocidade Média de Transferência de Dados em *download*, a CVMóvel apresenta desempenho com um ritmo médio de 35 Mbps. Para o mesmo indicador a Unitel T+ regista um ritmo médio de 8 Mbps (Figura 11).

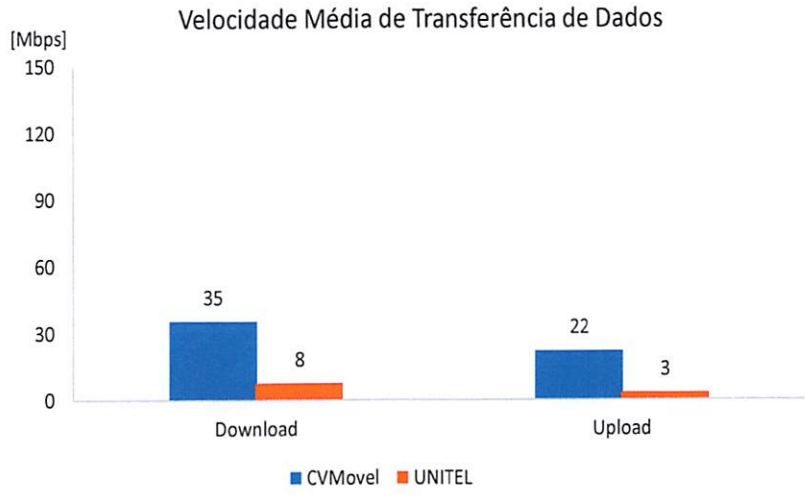


Figura 11- Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador

Relativamente à Velocidade Média de Transferência de Dados em *Upload*, a CVMóvel apresenta desempenho com um ritmo médio de 22 Mbps. Por sua vez a Unitel T+ regista um ritmo médio de 3 Mbps (Figura 11).

Latência da Transmissão de Dados

Quanto ao indicador Latência transmissão de dados, ambos os operadores apresentam bom desempenho. Nesse âmbito, a CVMóvel apresenta melhor desempenho com atraso médio de 27 milissegundos face à Unitel T+ que apresenta o valor de 42 milissegundos (Figura 12).

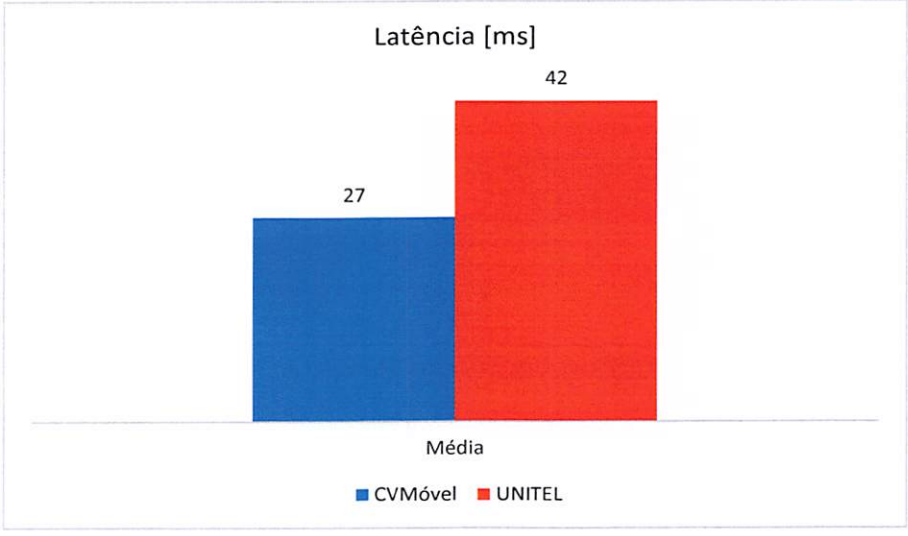


Figura 12 - Latência por Operador

6.2 Cidade de Santa Maria

6.2.1 Percurso

Na Figura 13 apresenta-se o percurso efetuado na cidade de Santa Maria.



Figura 13 – Percurso realizado

6.2.2 Cobertura Rádio – Disponibilidade de Sinal de Rede Móvel e Tipo de Tecnologia

Do total de medidas efetuadas por cada operador, não se registou a indicação de rede inexistente.

Tabela 6 - Cobertura Rádio (Sinal de rede)

Registos		
Operador	Com Sinal de Rede	Sem Sinal de Rede
CVMovel	100,0%	0,0%
UNITEL	100,0%	0,0%

COBERTURA REDE MÓVEL

Na Figura 14 identificam-se as zonas onde foram efetuadas as medidas representando a qualidade da cobertura da rede, por operador.

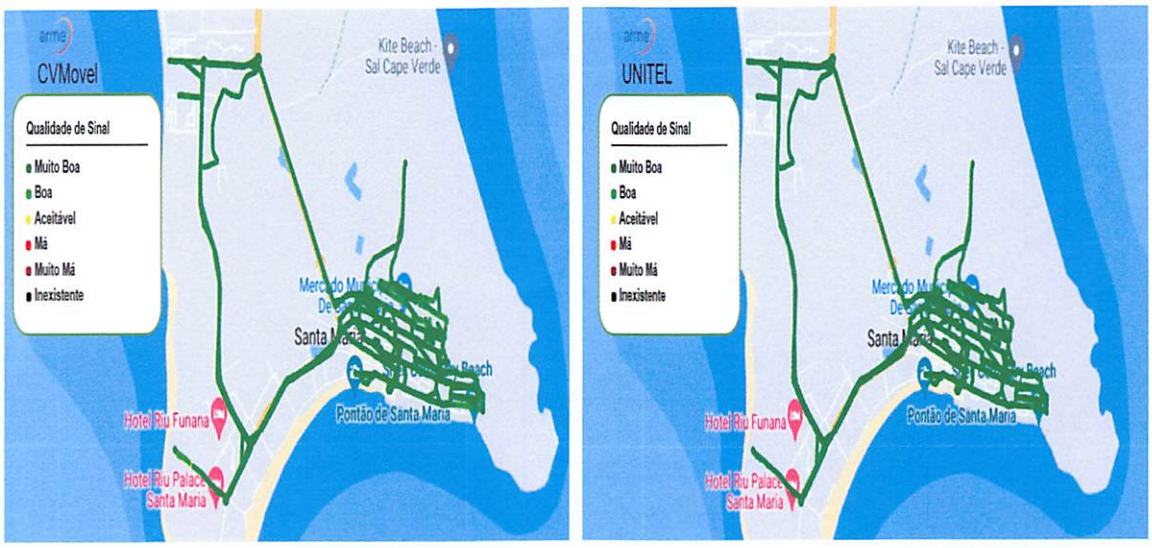


Figura 14 – Cobertura Rede Móvel por Operador

Na

Figura ***15*** encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia registada em cada amostra medida, verificando-se que a tecnologia 4G é predominante na CVMóvel com 73,7%. Enquanto, para a Unitel T+ verifica-se valores aproximados entre a tecnologia 4G com 49,7% e 3G com 50,1%.

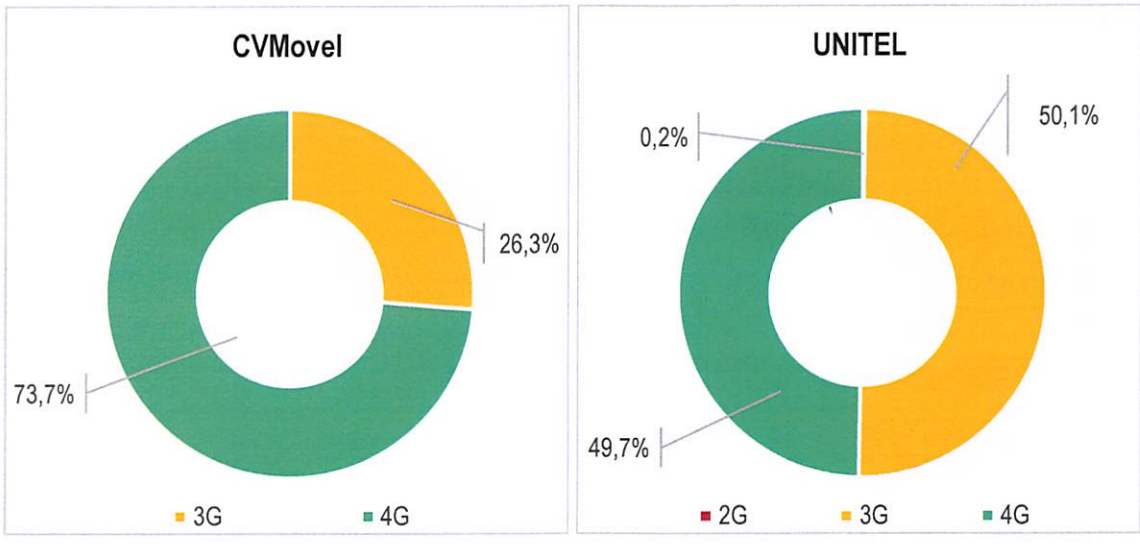


Figura 15 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador

Os resultados de sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7-Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia

	CVMovel			UNITEL		
	2G	3G	4G	2G	3G	4G
Nº Amostras	0	3688	10360	31	7009	6960
Nível Médio (dBm)	0	-70	-86	-69	-70	-86
Nível Máximo (dBm)	-114	-39	-60	-50	-44	-57
Nível Mínimo (dBm)	-50	-106	-118	-85	-100	-115
Desvio Padrão	0	10	10	9	10	11
Muito Boa	0,0%	24,0%	59,9%	0,2%	45,4%	39,4%
Boa	0,0%	1,9%	10,2%	0,0%	4,5%	8,9%
Aceitável	0,0%	0,4%	3,5%	0,0%	0,2%	1,4%
Má	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Muito Má	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Inexistente	0,0%			0,0%		

Na Figura 16 identifica-se que a qualidade englobada de "Muito Boa", "Boa" e "Aceitável" perfazem um total de 100% para a CVMóvel como para a Unitel T+.
Os sistemas de comunicações móveis estudados apresentam, excelente cobertura rádio para ambos os operadores (Figura 16).

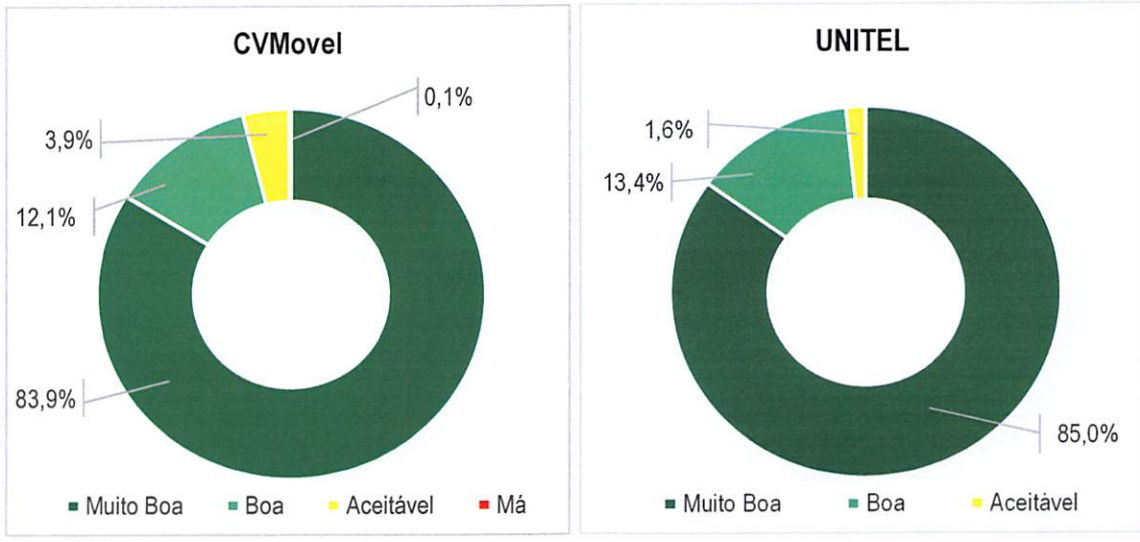


Figura 16 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador

6.2.3 Serviço de Voz

Tabela 8 - Estatísticas das Chamadas

Chamadas Realizadas	CVMovel	UNITEL
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	166	166
Falhadas no Estabelecimento	0	0
Falhadas Durante a Chamada	0	0
Com Terminação Normal	166	166
Acessibilidade do Serviço	100%	100%
Rácio de Chamadas Concluidas	100%	100%

MAPA DE CHAMADAS DE VOZ

Na Figura 17, são visualizadas as chamadas efetuadas.



Figura 17 – Mapa de chamadas de voz por Operador

Indicadores Acessibilidade do Serviço

No que respeita à Acessibilidade do Serviço, a CVMóvel e Unitel T+ apresentam níveis muito bons, com 100%, das chamadas de teste estabelecidas com sucesso, a permanecerem ativas durante o período predefinido de 60 segundos de conversação (Figura 18).

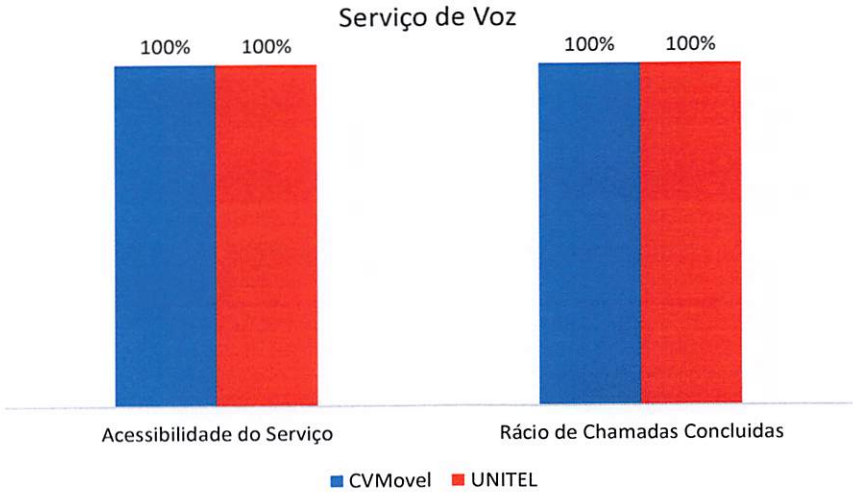


Figura 18 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas Concluídas – CVMóvel e Unitel T+

Para o Rácio de Chamadas Concluídas de Chamadas os valores dos níveis são idênticos entre os operadores estudados, apresentando valores com 100% para CVMóvel e para Unitel T+, respetivamente (Figura 18).

Na Figura 19 verifica-se que as chamadas concluídas com sucesso atingem os 100% na CVMóvel e na Unitel T+.

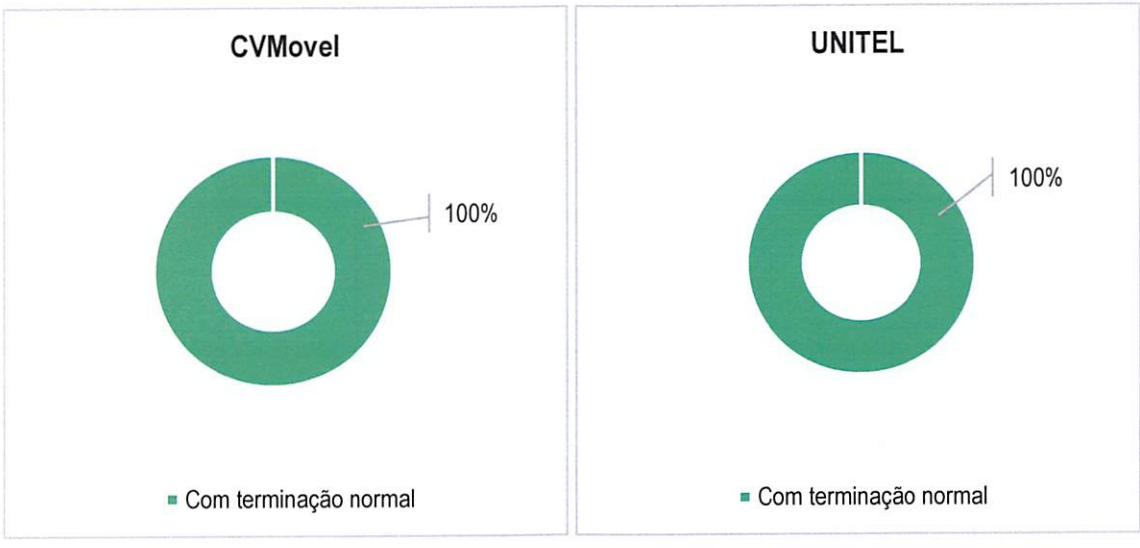


Figura 19 – Serviço de voz por Operador

6.2.4 Serviço de Dados

No que respeita ao desempenho do acesso à internet, os testes demostram que existem grandes variações muito dependentes da qualidade sinal e da tecnologia de acesso rádio. Existem outros fatores relevantes que influenciam este desempenho, não controláveis neste estudo, como por exemplo, o número de utilizadores em simultâneo na mesta estação base e o número de utilizadores em simultâneo ao servidor que se está a consultar/aceder.

Mapa de Testes de Dados

Na Figura 20, são visualizados os testes do serviço de dados efetuados.

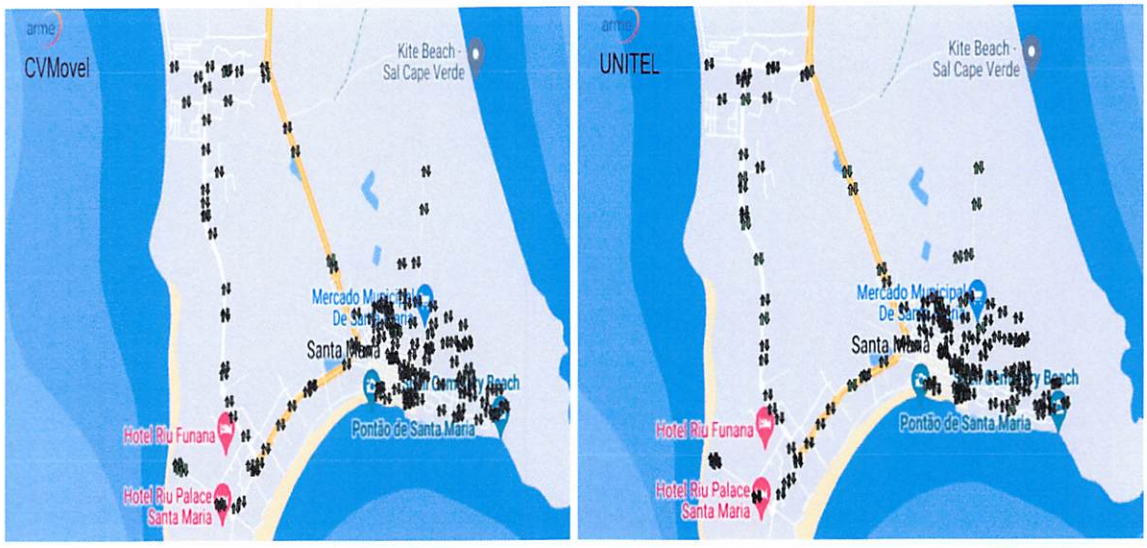


Figura 20 – Mapa de testes de dados por Operador

Testes de Dados e transferênciade Ficheiros

Tabela 9 - Serviços de dados por Operador

Testes dados	CVMovel		UNITEL	
Lançados	164		164	
Concluídos	164		163	
Falha parcial	0		1	
Falha total	0		0	
Acesso ao serviço	100,0%		100,0%	
Rácio de concluídos	100,0%		99,4%	
Velocidade (Mbps)	**Download**	**Upload**	**Download**	**Upload**
Média	48,0	24,4	29,8	15,8
Máxima	160,0	43,0	97,0	44,0
Mínima	2,6	2,6	4,3	0,2

Na Figura 21 identifica-se que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes Fast.com com sucesso, é de 100% na CVMóvel e 99% na Unitel T+.

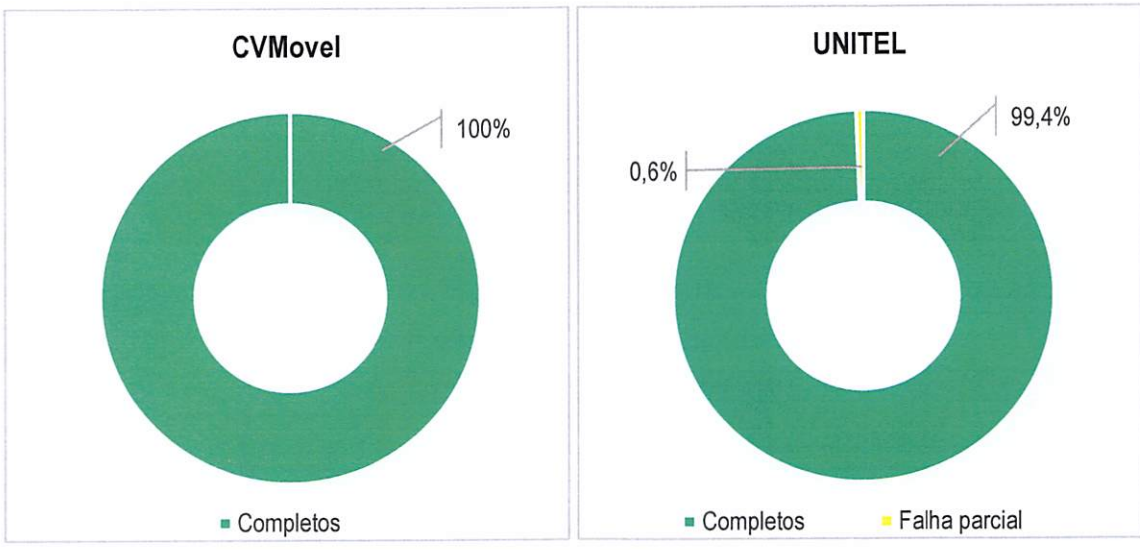


Figura 21 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados

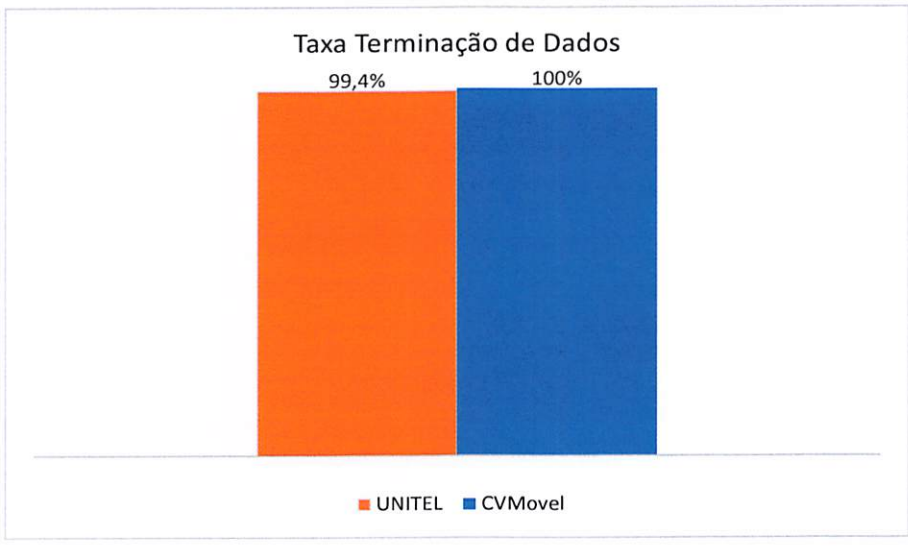


Figura 22- Taxa de Terminação de Dados por Operador

Para a Taxa de Terminação de dados a CVMóvel e a Unitel T+ registam níveis satisfatórios de desempenhos com 100% e 99,4% dos testes estabelecidas com sucesso (Figura 22).

Indicador Velocidade de Transferência de Dados

No que toca à Velocidade Média de Transferência de Dados em *download*, a CVMóvel apresenta desempenho com um ritmo médio de 48Mbps. Para o mesmo indicador a Unitel T+ regista um ritmo médio de 30Mbps (Figura 23).

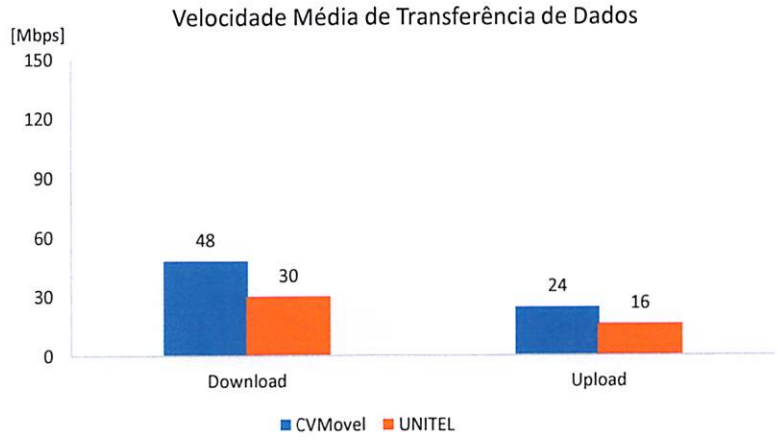


Figura 23- Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador

Relativamente à Velocidade Média de Transferência de Dados em *Upload*, a CVMóvel apresenta desempenho com um ritmo médio de 24Mbps. Por sua vez a Unitel T+ regista um ritmo médio de 16Mbps (Figura 23).

Latência de Transmissão de Dados

Quanto ao indicador Latência de transmissão de dados, ambos os operadores apresentam bom desempenho. Nesse âmbito, a CVMóvel apresenta melhor desempenho com atraso médio de transmissão de dados de 32 milissegundos face à Unitel T+ que apresenta o valor de 28 milissegundos (Figura 24).

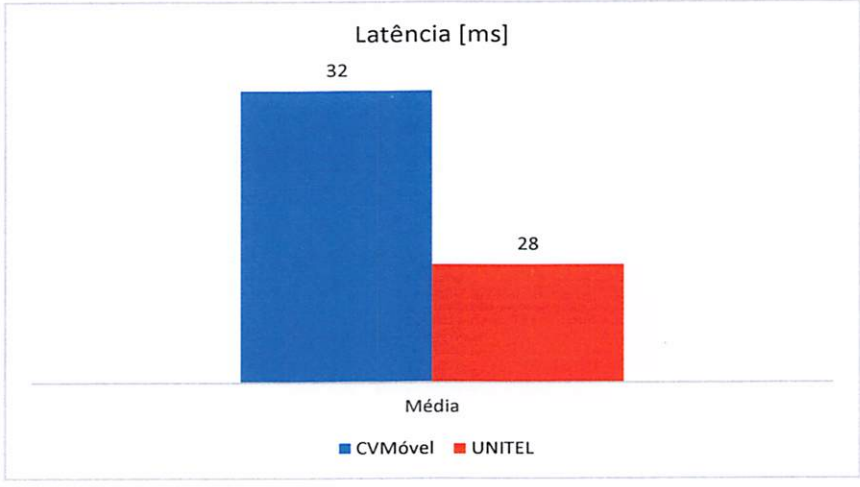


Figura 24 - Latência por Operador

6.3 Global

6.3.1 Percurso

Na Figura 25 apresenta-se o percurso realizado ao longo da ilha do Sal.

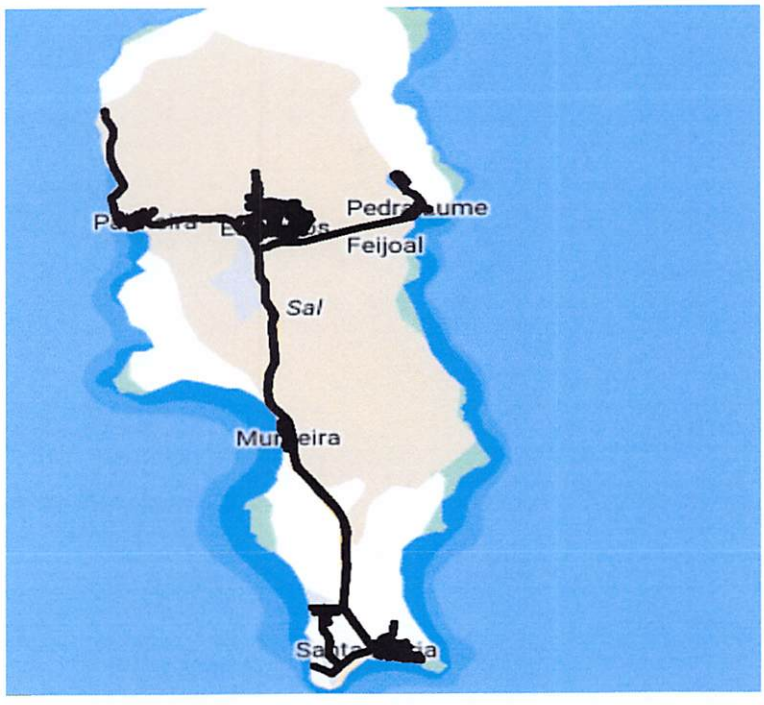


Figura 25 – Percurso realizado

6.3.2 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 3,1% da CVMóvel e 0,9% na Unitel T+.

Tabela 10 - Cobertura Rádio (Sinal de rede)

Registos		
Operador	**Com Sinal de Rede**	**Sem Sinal de Rede**
CVMovel	99,4%	0,6%
UNITEL	100,0%	0,0%

Cobertura Rede Móvel

Na Figura 26, identificam-se as zonas onde foram efetuadas as medidas representando a qualidade da cobertura de rede, por operador.

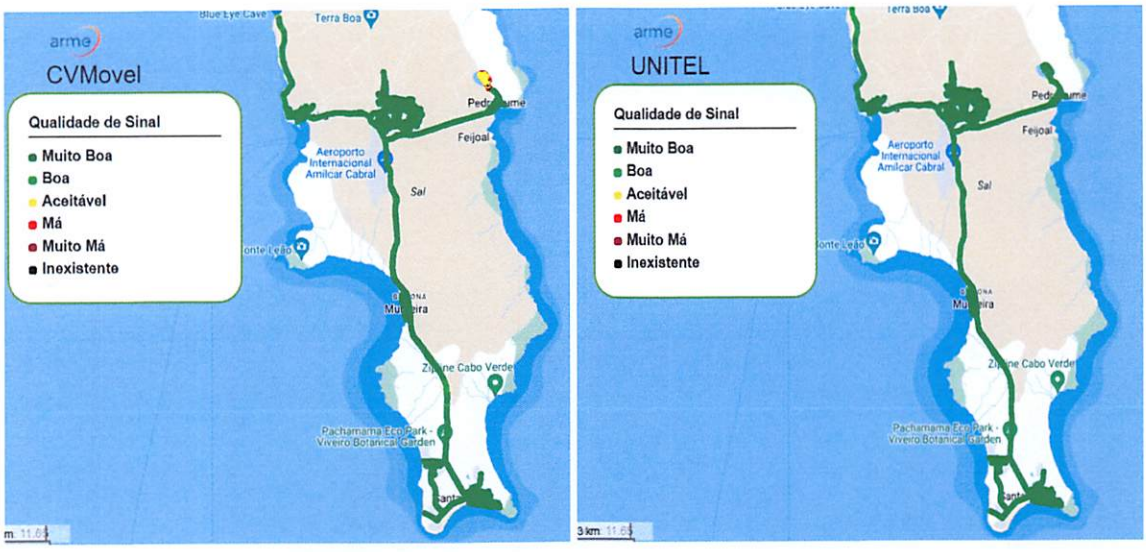


Figura 26 – Cobertura Rede Móvel por Operador

Na Figura 27 encontra-se a informação desagregada por operador e por tipo de tecnologia registada em cada amostra medida, verificando-se que em toda a ilha a tecnologia 4G é predominante na CVMóvel com 69,6%, enquanto a tecnologia 3G predomina no operador Unitel T+ com 75,1% do número total de amostras.

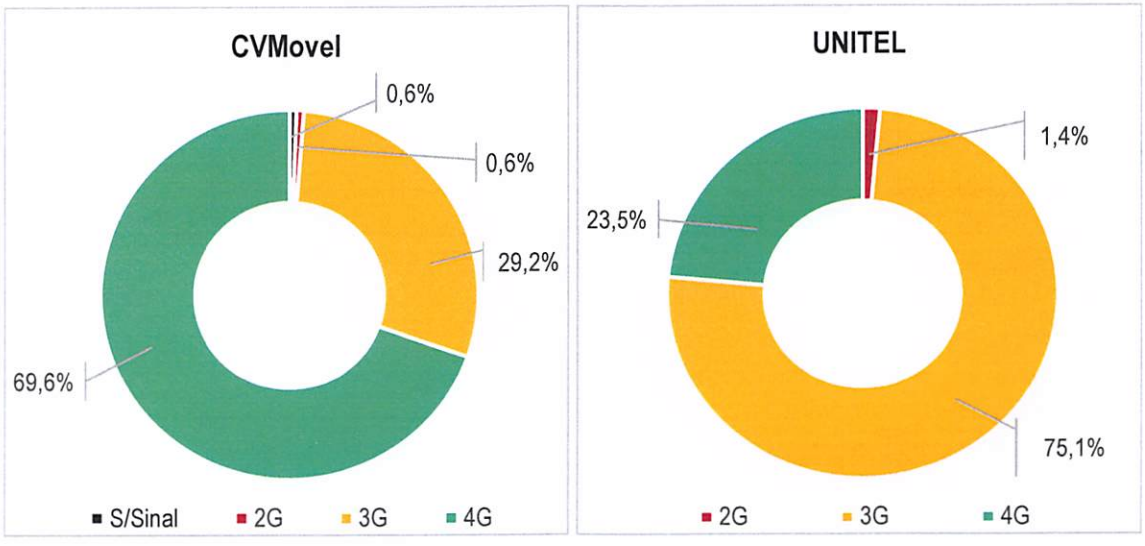


Figura 27 – Gráficos de Tipo de Tecnologia utilizada por Operador

Os resultados de sinal obtidos em função dos níveis de sinal recebidos nos dispositivos móveis, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11-Tabela de Qualidade de sinal por Operador e por Tecnologia

	CVMovel			UNITEL		
	2G	3G	4G	2G	3G	4G
Nº Amostras	300	15625	37233	746	38797	12137
Nível Médio (dBm)	-92	-75	-89	-89	-76	-91
Nível Máximo (dBm)	-71	-39	-59	-50	-37	-57
Nível Mínimo (dBm)	-113	-119	-140	-107	-119	-129
Desvio Padrão	11	14	12	10	12	12
Muito Boa	0,0%	23,9%	52,9%	0,2%	61,3%	14,8%
Boa	0,2%	2,4%	10,4%	0,2%	9,5%	5,4%
Aceitável	0,1%	1,5%	2,9%	0,6%	3,4%	2,9%
Má	0,1%	1,2%	1,8%	0,4%	0,7%	0,4%
Muito Má	0,1%	0,3%	1,6%	0,0%	0,2%	0,0%
Inexistente	0,6%			0,0%		

Na Figura 28 identifica-se que a qualidade englobada de "Muito Boa", "Boa" e "Aceitável" perfazem um total de 94,3% para a CVMóvel e 98,3% para a Unitel T+.

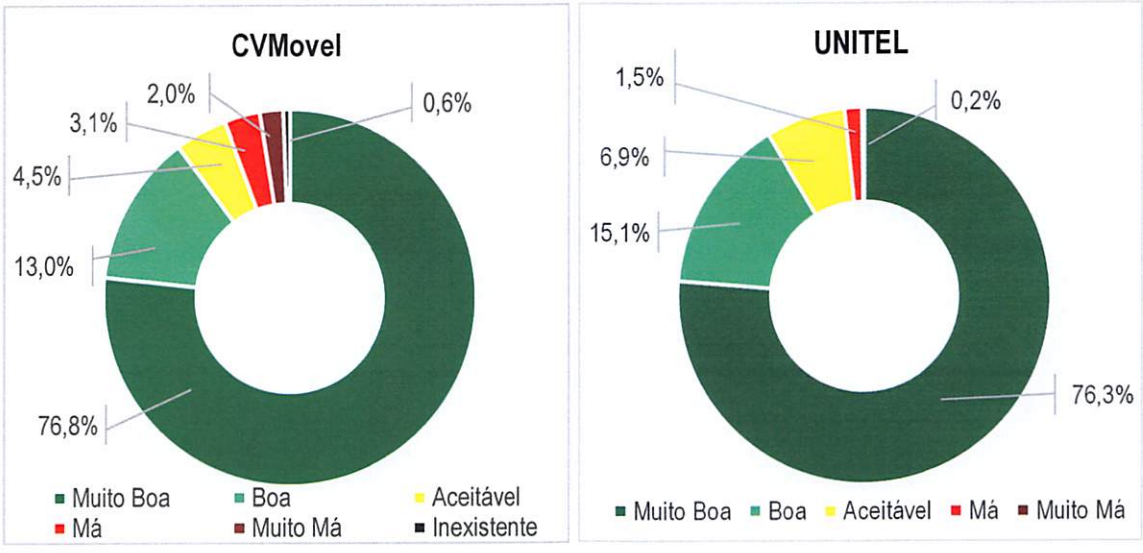


Figura 28 – Gráficos de Qualidade de Sinal por Operador

6.1.1 Serviço de Voz

Tabela 12-Estatísticas das Chamadas

Chamadas Realizadas	CVMovel	UNITEL
	Móvel↔ Móvel	Móvel↔ Móvel
Número de Chamadas Lançadas	611	611
Falhadas no Estabelecimento	6	2
Falhadas Durante a Chamada	11	1
Com Terminação Normal	594	608
Acessibilidade do Serviço	99,0%	99,7%
Rácio de chamadas concluidas	97,2%	99,5%

Mapa de Chamadas de Voz

Na Figura 29, são visualizadas as chamadas efetuadas constando que as falhadas no estabelecimento e durante a chamada ocorreram nos locais cuja qualidade de acesso era pior.

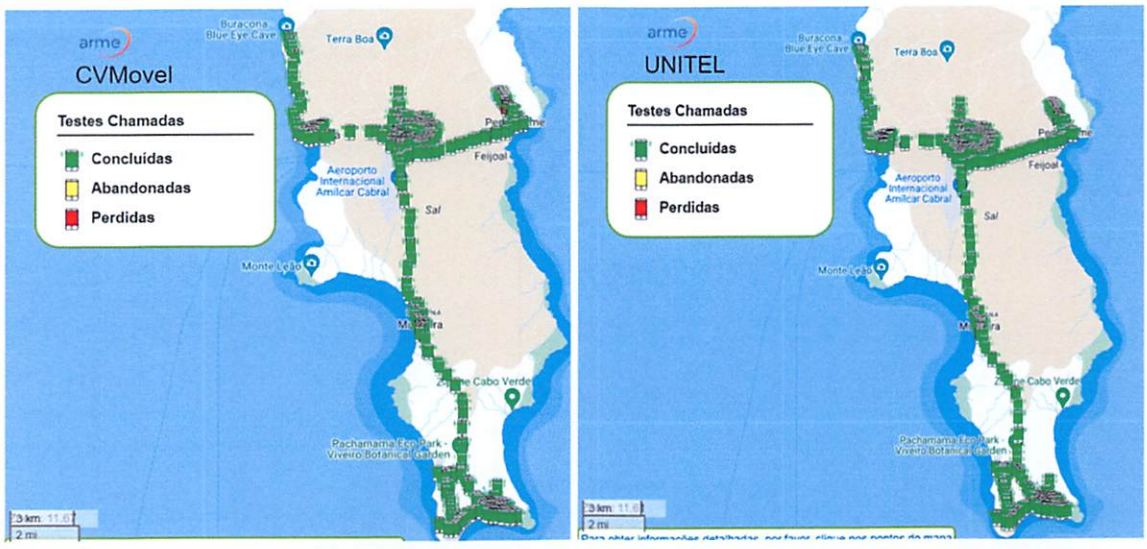


Figura 29 – Mapa de chamadas de voz por Operador

Indicadores Acessibilidade do Serviço

No que respeita à Acessibilidade do Serviço, ambos os operadores apresentam níveis muito bons, com 99% e 99,7% das chamadas de teste estabelecidas com sucesso, a permanecerem ativas durante o período predefinido de 60 segundos de conversação (Figura 30).

Quanto Rácio de Chamadas Concluídas, a Unitel T+ apresenta níveis muito bom com 99,5% e a CVMóvel apresenta níveis bom com 97,2% (Figura 30 e Figura 31).

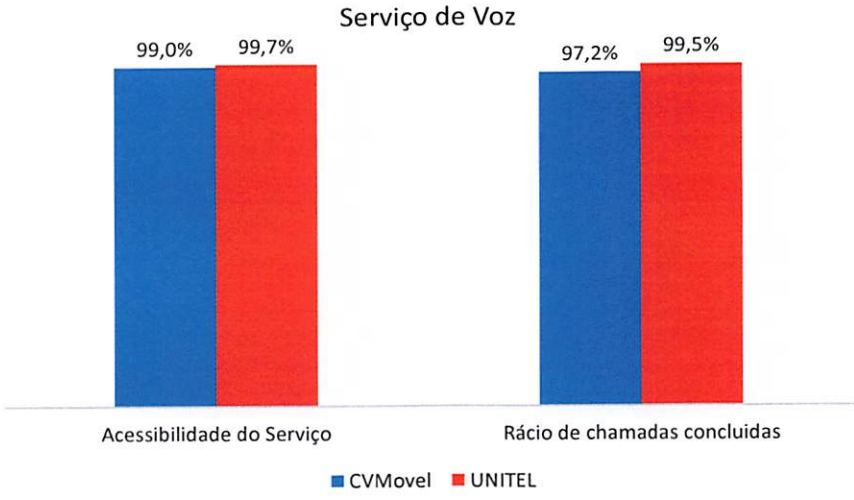


Figura 30 - Acessibilidade de Serviço e Rácio de Chamadas concluídas

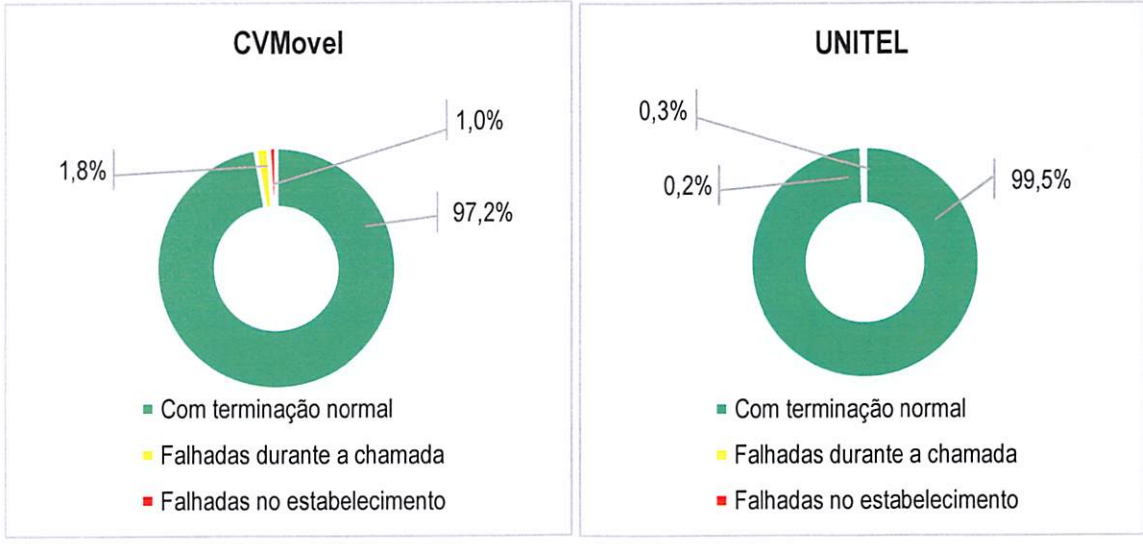


Figura 31 – Serviço de voz por Operador

6.1.2 Serviço de Dados

No que respeita ao desempenho do acesso à internet, os testes demostram que existem grandes variações muito dependentes da qualidade sinal e da tecnologia de acesso. Existem outros fatores relevantes que influenciam este desempenho, não controláveis neste estudo, como por exemplo, o número de utilizadores em simultâneo na mesta estação base e o número de utilizadores em simultâneo ao servidor que se está a consultar/aceder.

Mapa de Testes de Dados

Na Figura 32, são visualizados os testes do serviço de dados efetuados, constando que os falhados (não iniciados) ocorreram nos locais onde a qualidade da cobertura das respetivas redes era deficitária.

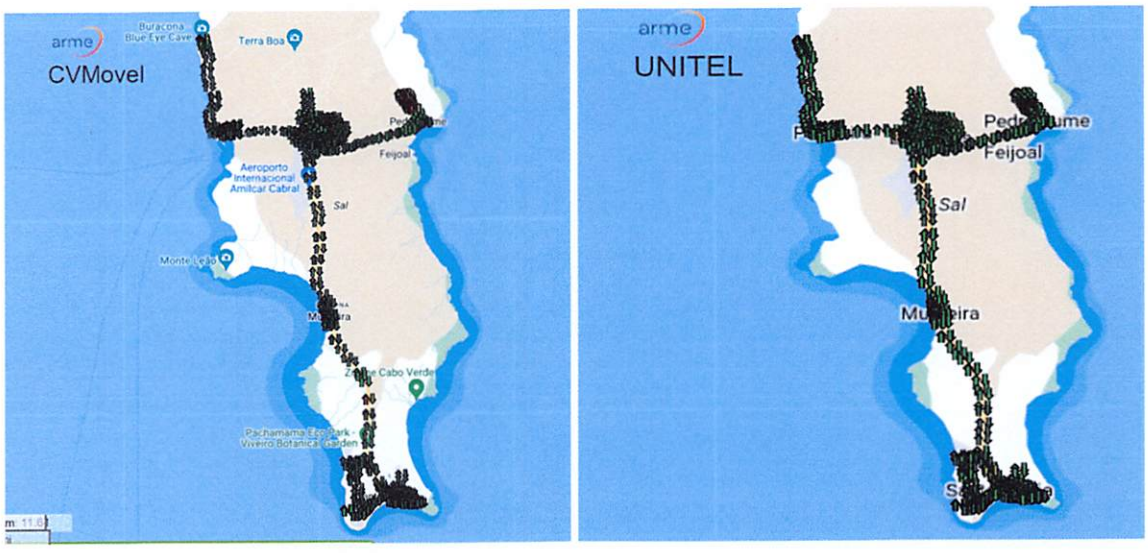


Figura 32 – Mapa de testes de dados por Operador

Transferênciade Ficheiros

Tabela 13 - Serviços de dados por Operador

Testes dados	CVMovel		UNITEL	
Lançados	601		601	
Concluidos	563		584	
Falha Parcial	18		11	
Falha total	20		20	
Acesso ao serviço	96,7%		99,0%	
Taxa de testes completos	93,7%		97,2%	
Velocidade	**Download**	**Upload**	**Download**	**Upload**
Velocidade Média [Mbps]	48,5	22,8	15,8	7,3
Velocidade Máxima [Mbps]	180,0	57,0	97,0	44,0
Velocidade Mínima [Mbps]	0,3	0,3	0,5	0,0

Na Figura 33 identifica-se que a disponibilidade do serviço, medida pela quantidade de testes Fast.com com sucesso, é de 97,2% na Unitel T+ e 93,7% na CVMóvel.

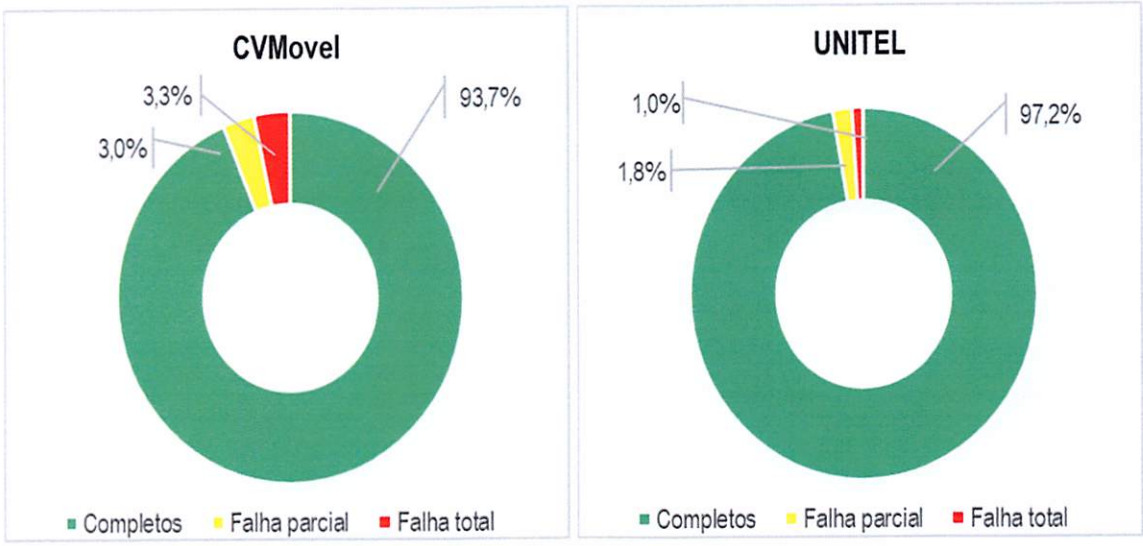


Figura 33 - Taxa de Terminação de Sessões de Dados

Indicador Taxa de Terminação de Dados

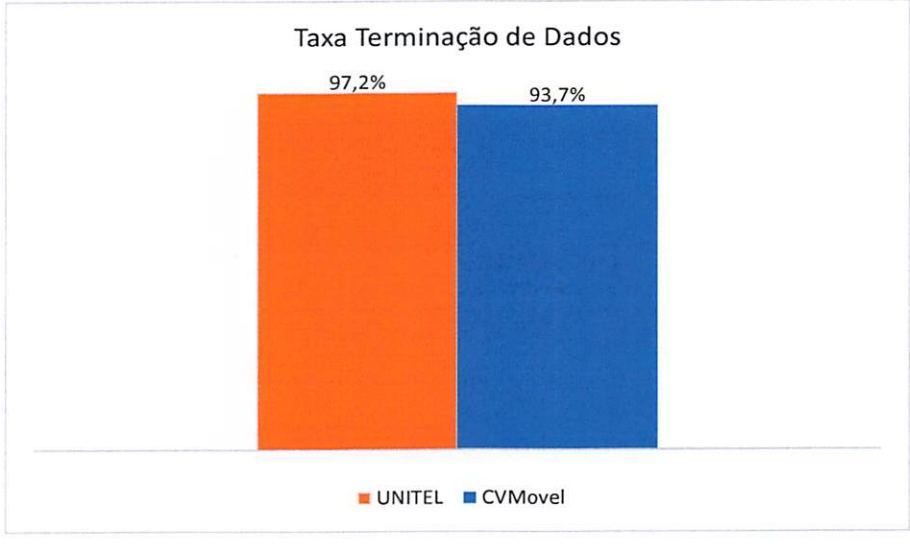


Figura 34- Taxa de Terminação de Dados por Operador

Para a Taxa de Terminação de dados a CVMóvel regista níveis pouco satisfatório de desempenho com 93,7% e Unitel T+ regista níveis satisfatório de desempenho com 97,2% dos testes estabelecidas com sucesso (Figura 34).

Indicador Velocidade de Transferência de Dados

No que toca à Velocidade Média de Transferência de Dados em *download*, a Unitel T+ apresenta desempenho com um ritmo médio de 16 Mbps. Para o mesmo indicador a CVMóvel regista um ritmo médio de 49 Mbps (Figura 35).

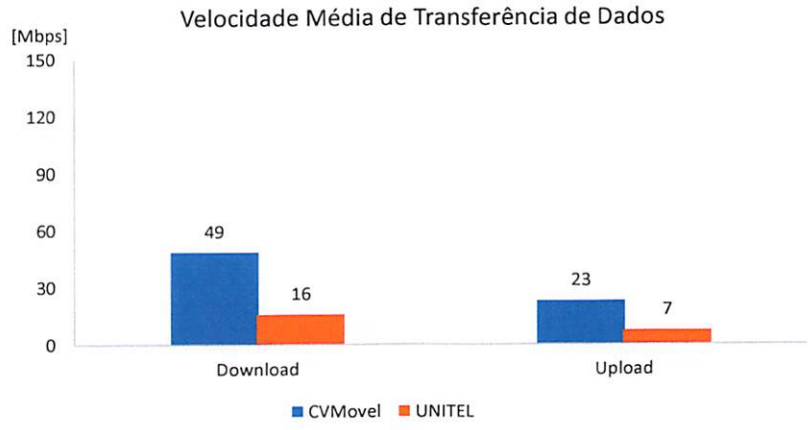


Figura 35 - Velocidade Média de Transferência de Dados download/upload por Operador

Relativamente à Velocidade Média de Transferência de Dados em *Upload*, a CVMóvel apresenta desempenho com um ritmo médio de 23 Mbps. Por sua vez a Unitel T+ regista um ritmo médio de 7 Mbps (Figura 35).

Latência de Transmissão de Dados

Quanto ao indicador Latência de transmissão de dados, ambos os operadores apresentam bom desempenho. Nesse âmbito, a CVMóvel apresenta melhor desempenho com atraso médio de transmissão de dados de 33 milissegundos face à Unitel T+ que apresenta o valor de 37 milissegundos (Figura 36).

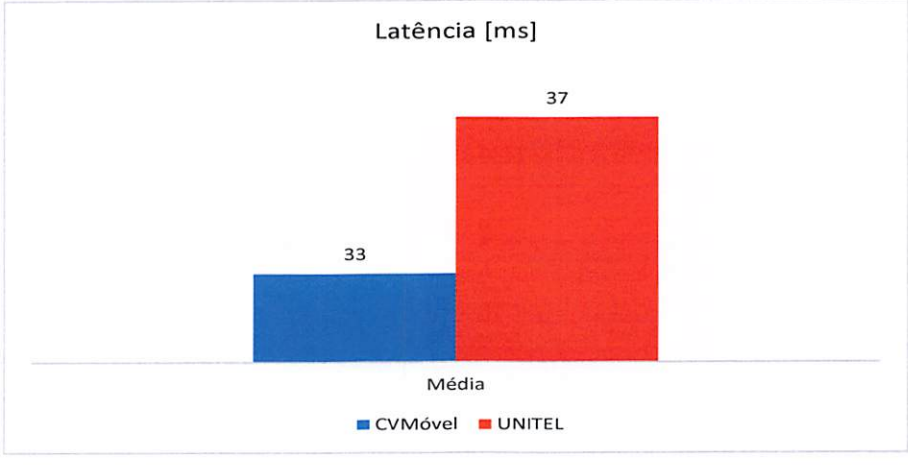


Figura 36- Latência por Operador

7 CONCLUSÕES

Na Figura 37 é indicada a classificação do desempenho global dos operadores para cada serviço, nas zonas objeto de estudo em toda a ilha de Sal

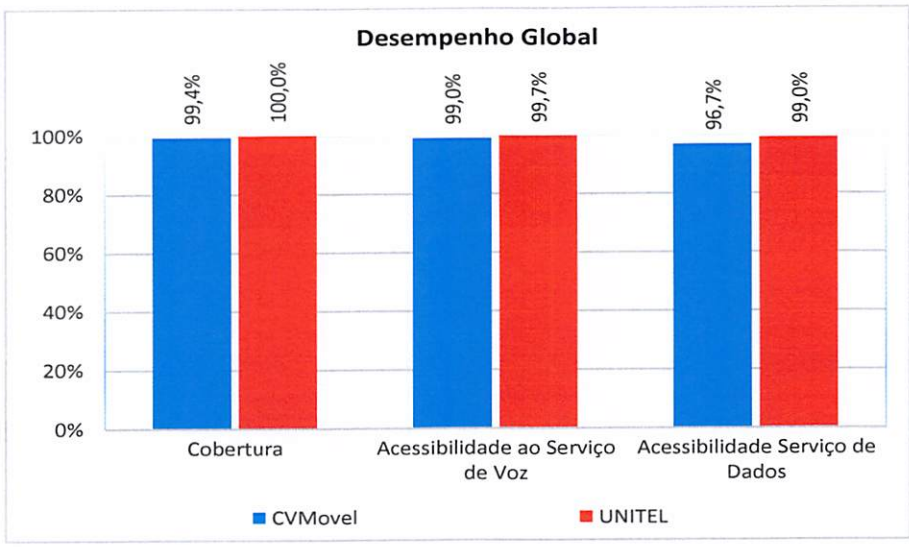


Figura 37- Desempenho Global dos Operadores

Nesse âmbito, face aos resultados observados, é possível concluir que:

- Em termos de cobertura do sinal de espetro radioelétrico, os sistemas de comunicações móveis apresentam:

  - ✓ Do total de medidas efetuadas por cada operador, registou-se a indicação de rede existente em 100% na Unitel T+ e 99,4% na CVMóvel,
  - ✓ Agregando os registos de qualidade do sinal "Inexistente", "Muito Má" e "Má", estes perfazem em total de 0,6% na CVMóvel e 0% na Unitel T+.
  - ✓ Quanto ao tipo de tecnologia utilizada por operador, verifica-se que:
    - a tecnologia 4G é predominante no operador CVMóvel com 69,6%;
    - a tecnologia 3G é predominante no operador Unitel T+ com 75,1%.
    - As zonas críticas em termos de cobertura em que a qualidade do sinal é "Muito Má", "Má" ou inexistente verificam-se na localidade de Pedra de Lume, concretamente em salina, para rede da CVMóvel (conforme a figura 26).

- Relativo ao serviço de voz:
  - ✓ Na Cidade Espargos e Santa Maria, tanto a CVMóvel como a Unitel T+ apresentam um desempenho adequado no que toca à capacidade de

estabelecimento e retenção das chamadas, pois observa-se nessa área excelente cobertura radioelétrica.

- ✓ Na globalidade, na ilha da Sal, os resultados apurados relativamente à Acessibilidade foram de 99,7% para Unitel T+ e 99% para CVMóvel,
  - o melhor desempenho foi da Unitel T+ com 99,5% de chamadas estabelecidas e concluídas com sucesso seguida da CVMóvel com 97,2%.

❖ Para a prestação do serviço de dados teve pior desempenho onde a qualidade de sinal das redes móveis dos dois operadores era deficitária. Assim sendo, identificaram-se falhas em zonas de pior nível de sinal, promovendo baixas velocidades de transparência de dados, sendo de destacar a existência de variações dos valores observados, dependente dos locais onde foram realizados os testes.

A nível de desempenho dos operadores referente ao serviço de dados, em termos globais:

- No que se refere a testes de dados iniciados e concluídos com sucesso (significa que foram realizados 3 testes, a latência, *download* e *upload*) o pior desempenho foi da CVMóvel que apenas conseguiu concluir 93,7% dos testes e a Unitel T+ obteve o melhor desempenho conseguindo concluir 97,2% dos testes.

- Relativamente a Velocidade média de transferência de dados em *Download* e *Upload* a CVMóvel apresenta melhor desempenho com 49 Mbps e 23 Mbps e a Unitel T+ 16 Mbps e 7 Mbps.

- No âmbito da latência de transmissão de dados, ambos os operadores apresentam bom desempenho. Por seu lado a Unitel T+ apresenta desempenho com atraso médio de transmissão de dados de 37 milissegundos, enquanto a CVMóvel regista o melhor desempenho com atraso médio de 33 milissegundos.