

1 ASPECTOS TÉCNICOS

1.1 METODOLOGIA

1.1.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em 3 aspectos fundamentais:

- a) **Medidas extremo-a-extremo:** As medições são efectuadas entre um ponto terminal de uma rede móvel e um ponto terminal de uma rede fixa;
- b) **Imparcialidade:** As medições são efectuadas em simultâneo, no tempo e no espaço, para os três operadores (OPTIMUS, VODAFONE e TMN), garantindo-se assim igualdade de condições de teste;
- c) **Objectividade:** Os testes são realizados de uma forma totalmente automática, eliminando-se a subjectividade inerente à intervenção ou decisão humana.

1.1.2 INDICADORES DE QUALIDADE DE SERVIÇO

Com este estudo são analisados três indicadores de uma rede móvel, de importância fundamental, considerando a perspectiva de qualidade na óptica do utilizador, a saber:

- a) **Cobertura:** Verificação dos níveis de sinal.

O equipamento de teste e medida utilizado permite medir o nível de sinal recebido pelo terminal móvel. Todas estas medidas são georeferenciadas, permitindo, à *posteriori*, efectuar a sua representação num mapa, facilitando a visualização dos níveis de cobertura de cada operador nos vários trajectos objecto de estudo.

Tabela 1 – Nível de sinal

Nível de Sinal (dBm)	
> -100	Cobertura
> -110 \wedge \leq -100	Má Cobertura
\leq -110	Ausência de Cobertura

b) **Acessibilidade:** Consiste em verificar a capacidade de estabelecimento e manutenção de chamadas, de uma rede móvel.

É analisada a capacidade de estabelecimento com sucesso de comunicações de voz entre dois extremos, um terminal de uma rede móvel e um terminal de uma rede fixa, bem como a capacidade das redes manterem essa chamada durante um período pré-estabelecido.

Nos casos em que não foi possível estabelecer a comunicação ou esta foi abandonada já na fase de conversação, é identificada a causa desse insucesso ou abandono.

c) **Qualidade Áudio:** Consiste em verificar a perceptividade das conversações mediante o estabelecimento de uma ligação com sucesso e durante um período de tempo.

Para avaliação deste indicador é simulada, pelo sistema, uma conversação telefónica entre dois utilizadores.

O método de avaliação da qualidade áudio, tal como é sentida pelos utilizadores, tem por base o modelo "E-Model", que é recomendado por organismos internacionais como o ETSI¹ (ETR 250) e o ITU² (ITU-T *Recommendation* G.107). Com base neste modelo é calculado o índice MOS (*Mean Opinion Score*).

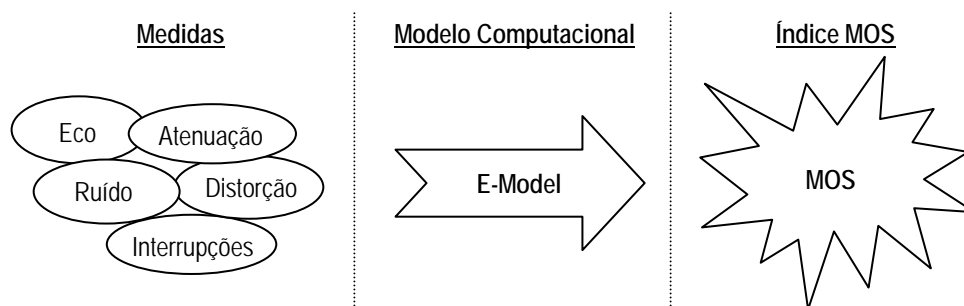


Figura 5 – Metodologia utilizada para aferição da qualidade áudio.

A escala MOS quantifica o esforço necessário para se perceber uma conversação. Tem o valor 0 quando não há comunicação e 5 quando a comunicação é perfeita. Os valores 0 e 5 são apenas teóricos e, por isso, nunca aparecem nos resultados das medidas.

¹ European Telecommunications Standards Institute.

² International Telecommunications Union.

Tabela 2 - Escala MOS

MOS	Qualidade
5	Excelente
4	Boa
3	Aceitável
2	Pobre
1	Má

1.1.3 PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO DAS MEDIDAS

Os testes consistem no estabelecimento e manutenção de chamadas de voz nas seguintes condições:

1. Entre terminais das Redes Móveis GSM e terminais de uma Rede Telefónica Fixa (Móvel-Fixo);

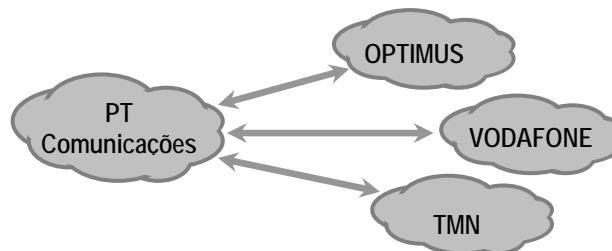


Figura 6 – Origem e Destino das chamadas de teste.

2. Durante a recolha de medidas os equipamentos terminais móveis (1 por operador) deslocam-se ao longo do trajecto em estudo;
3. As chamadas são inicializadas alternadamente pelos terminais móveis e fixos;
4. O espaçamento temporal entre chamadas consecutivas é de 160 segundos;

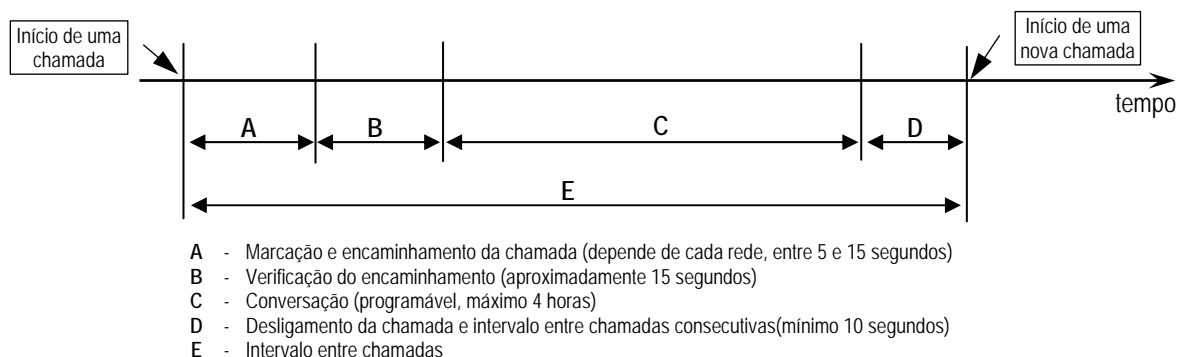


Figura 7 – Estrutura temporal de uma chamada de voz, realizada com o equipamento Datamat M366plus.

5. Após o estabelecimento com sucesso da chamada, segue-se uma fase de conversação (é

simulada uma conversação real) com duração máxima de 110 segundos³ (inferior se a chamada foi abandonada ou o tempo de estabelecimento tiver sido longo);

6. Durante a fase de conversação são feitas medidas de qualidade áudio (MOS) em cada um dos extremos intervenientes na chamada.

1.2 LOCAIS VISADOS

Sendo o objectivo deste estudo aferir a qualidade do serviço móvel GSM, tal como ela é sentida pelos consumidores, seria desejável que fossem efectuadas medições em todos os locais em que este tipo de telecomunicações são ou poderiam ser utilizadas. No limite, deveríamos considerar toda a área geográfica de Portugal, não esquecendo o interior dos edifícios. Como se depreende, a realização de testes em todos estes locais é impraticável.

Todavia o objectivo 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. Neste sentido, foram escolhidos os locais que reflectem uma utilização mais intensiva do serviço, ou seja, os maiores aglomerados urbanos e os principais eixos rodoviários.

Tabela 3 – Eixos Rodoviários

Eixos Rodoviários	Distância Aproximada (Km)
Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	60
Lisboa-Porto (A1)	320
Lisboa-Castelo Branco-Guarda (A1 / A23)	300
Lisboa-Vila Real de S ^{lo} . António (A2 / A22)	337
Vila Real de S ^{lo} . António-Faro-Lagos (EN 125)	138
Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	223
Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	240
Porto-Bragança (A4 / IP4)	270
Aveiro-Viseu-Vilar Formoso (IP5 / A25)	211
Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	230
Lisboa-Leiria (A8)	137
Total	2.466

No entanto, a adopção exclusiva deste critério conduziria a uma excessiva concentração das medidas nas zonas mais densamente povoadas do litoral, pelo que se optou por considerar, além deste critério,

³ Valor próximo do tempo médio de conversação das comunicações efectuadas, através das redes em estudo, no 2.º trimestre de 2005.

uma distribuição geográfica dos locais por forma a contemplar as regiões do interior.

Assim, foram efectuados testes em todas as capitais de distrito do país (continente), alargando a área de recolha nas regiões metropolitanas de Lisboa e Porto, bem como nos principais eixos rodoviários.

Tabela 4 – Localidades e respectiva população.

Unidade Territorial	População Residente	População Presente
Aveiro	73.136	76.415
Beja	35.659	37.001
Braga	163.981	165.048
Bragança	34.689	37.170
Castelo Branco	55.909	56.280
Coimbra	148.122	159.039
Évora	56.359	58.564
Faro	57.151	59.527
Guarda	43.759	44.593
Leiria	119.319	119.065
Portalegre	25.814	26.511
Santarém	63.418	63.106
Setúbal	113.480	112.227
Viana do Castelo	88.409	86.355
Vila Real	49.928	52.129
Viseu	93.259	93.041
Total	1.222.392	1.246.071
Grande Porto		
Porto	262.928	266.790
Gondomar	163.462	159.547
Maia	119.718	117.539
Matosinhos	166.275	162.671
Vila Nova de Gaia	287.597	280.466
Total	999.980	987.013
Grande Lisboa		
Lisboa	556.797	559.248
Amadora	174.788	169.507
Cascais	168.827	166.539
Loures	198.685	193.320
Oeiras	160.147	157.152
Sintra	363.556	351.976
Almada	159.550	156.746
Seixal	150.095	146.843
Odivelas	132.971	130.569
Total	2.065.416	2.031.900
Total Global	4.287.788	4.264.984

Fonte: INE - Instituto Nacional de Estatística

A população presente nos aglomerados urbanos, que constituem as localidades seleccionadas, representa 41,7% da população portuguesa, de acordo com os resultados dos últimos Censos (2001).

1.3 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Recorrendo aos resultados do estudo de aferição da qualidade de serviço das redes móveis GSM realizado em 2004, estimou-se a variância dos indicadores “*Acessibilidade*” e “*Qualidade Áudio*”, para os aglomerados urbanos e eixos rodoviários, por operador móvel.

O Universo considerado foi o “Número de Chamadas GSM” por ano em Portugal Continental que, para os efeitos práticos deste cálculo, é considerado “*infinito*” e é utilizada uma aproximação à distribuição Normal. As variâncias foram depois utilizadas para estimar a dimensão mínima da amostra (número de chamadas de teste) necessária para garantir a precisão E , com um nível de confiança de 95%, para os aglomerados urbanos e eixos rodoviários e por operador.

$$n = \left[\frac{Z(\alpha/2) * \sigma}{E} \right]^2$$

Foram testados vários valores de precisão E , para os indicadores “*Acessibilidade*” e “*Qualidade Áudio*”, até obter o melhor compromisso precisão vs. dimensão da amostra. O valor encontrado para E foi +/-3%. De notar que a partir de um determinado ponto os ganhos marginais de aumentar a dimensão da amostra são quase nulos.

Depois de converter o número de chamadas amostrais necessárias nos aglomerados urbanos para valores de tempo e considerando a necessidade de se analisar também o indicador “*Cobertura*”, optou-se pela realização de um dia inteiro de medidas em cada aglomerado urbano. Na Grande Lisboa e Grande Porto, tendo em consideração as áreas em análise e a população residente, optou-se por alargar o tempo de recolha de medidas para 5 e 2,5 dias, respectivamente. Nos eixos rodoviários optou-se pela recolha das medidas em duas passagens.

Conseguiu-se assim, otimizar a dimensão da amostra do estudo e o conseqüente tempo de recolha de dados.

1.4 CONDIÇÕES DE RECOLHA DAS MEDIDAS

A recolha de dados decorreu durante as horas normais de trabalho nos dias úteis.

Nas regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto foram efectuadas duas sessões de medidas em cada dia: das 8h00 às 11h30 e das 16h30 às 20h00. Nos restantes aglomerados urbanos as sessões de

medida tiveram duração de 3h00, sendo efectuadas durante os períodos da manhã e da tarde.

No que respeita aos eixos rodoviários, a recolha de dados foi feita em 2 passagens.

Tabela 5 – Duração da recolha de medidas.

		Horas em Medidas	
		Previstas	Realizadas
Aglomerados Urbanos	Aveiro	6 h 00	6 h 15
	Beja	6 h 00	6 h 10
	Braga	6 h 00	6 h 13
	Bragança	6 h 00	6 h 06
	Castelo Branco	6 h 00	6 h 14
	Coimbra	6 h 00	6 h 10
	Évora	6 h 00	6 h 09
	Faro	6 h 00	6 h 28
	Guarda	6 h 00	6 h 15
	Leiria	6 h 00	6 h 04
	Portalegre	6 h 00	6 h 06
	Santarém	6 h 00	6 h 11
	Setúbal	6 h 00	6 h 07
	Viana do Castelo	6 h 00	6 h 11
	Vila Real	6 h 00	6 h 09
	Viseu	6 h 00	6 h 16
Grande Porto	17 h 30	18 h 00	
Grande Lisboa	35 h 00	36 h 49	
Eixos Rodoviários	Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	7 h 00	7 h 11
	Lisboa-Porto (A1)	6 h 00	5 h 35
	Lisboa-Castelo Branco-Guarda (A1 / A23)	6 h 00	6 h 27
	Lisboa-Vila Real de Sto. António (A2 / A22)	6 h 00	6 h 05
	Vila Real de Sto. António-Faro-Lagos (EN125)	5 h 00	4 h 48
	Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	4 h 00	4 h 24
	Lisboa-Leiria (A8)	4 h 00	3 h 01
	Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	5 h 30	6 h 01
	Porto-Bragança (A4 / IP4)	6 h 00	5 h 47
	Aveiro-Vilar Formoso (IP5 / A25)	5 h 30	4 h 46
	Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	5 h 00	4 h 58
	Total	208 h 30	212 h 56

1.5 EQUIPAMENTO DE TESTE E MEDIDA

Para a realização destes testes a ANACOM utilizou o equipamento de teste e medida *DATAMAT M366plus* que é um analisador de Qualidade de Serviço para redes GSM.

1.6 FERRAMENTAS DE PÓS-PROCESSAMENTO

Associada ao equipamento M366plus existe uma ferramenta de *software*, denominada "Report", que permite armazenar, organizar e gerar estatísticas da informação recolhida pelas unidades de medida.

O equipamento M366plus incorpora um receptor de GPS que permite georeferenciar todas as medidas que são efectuadas. Esta informação é explorada pela ferramenta “GeoReport” que, em paralelo com uma terceira ferramenta – “MAPINFO” – permite visualizar a informação estatística, gerada pelo “Report”, em mapas geográficos digitais.