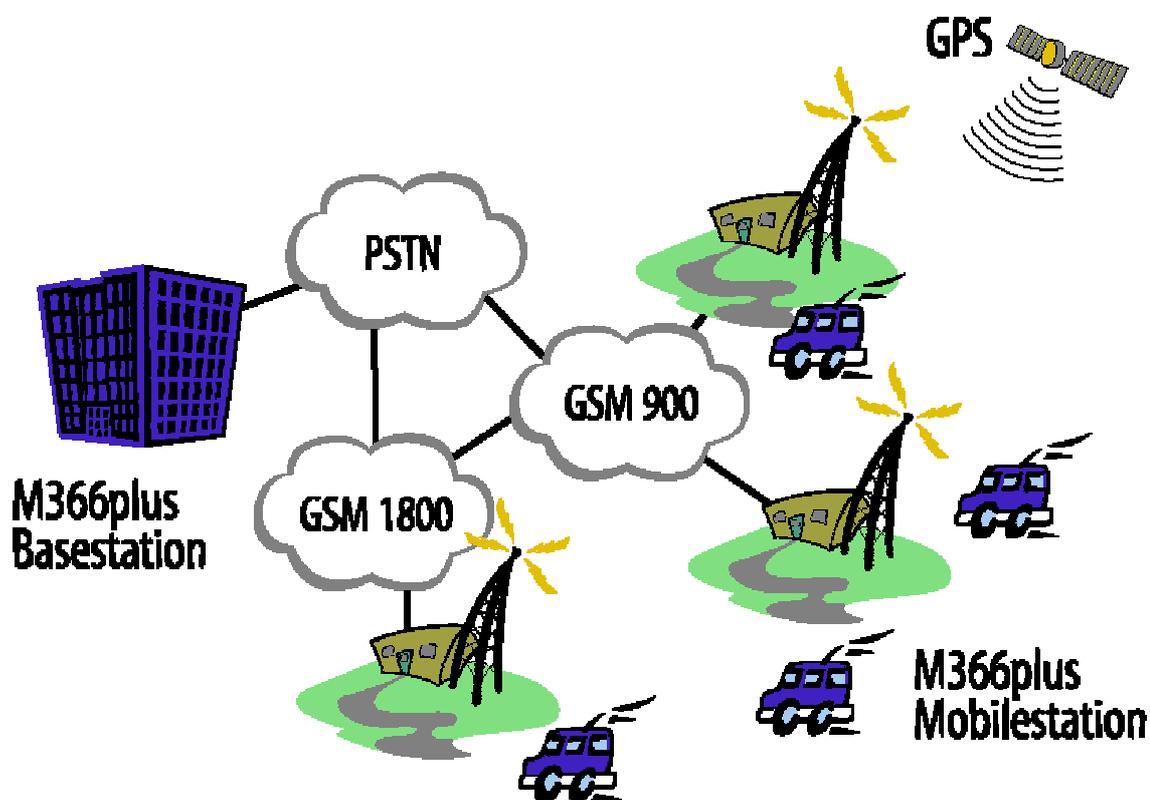


Redes Móveis GSM

Aferição da Qualidade de Serviço

Julho de 2002



Índice

I	SUMÁRIO EXECUTIVO	4
I. I	ENQUADRAMENTO GERAL	4
I. II	PRINCIPAIS CONCLUSÕES	8
1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ESTUDO	12
1. 1	INDICADORES DE QUALIDADE DE SERVIÇO	12
1. 2	METODOLOGIA	14
1. 3	DADOS RECOLHIDOS DURANTE AS MEDIDAS NO TERRENO	15
1. 4	LOCAIS VISADOS	16
1. 5	CONDIÇÕES DE RECOLHA DAS MEDIDAS	18
1. 6	EQUIPAMENTO DE TESTE E MEDIDA	19
1. 7	FERRAMENTAS DE PÓS-PROCESSAMENTO	20
2	RESULTADOS AGREGADOS	21
2. 1	DEFINIÇÕES	21
2. 2	AGLOMERADOS URBANOS DO CONTINENTE	22
2. 2. 1	ACESSIBILIDADE	22
2. 2. 2	QUALIDADE ÁUDIO	22
2. 3	EIXOS RODOVIÁRIOS DO CONTINENTE	23
2. 3. 1	ACESSIBILIDADE	23
2. 3. 2	QUALIDADE ÁUDIO	23
2. 4	REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES	24
2. 4. 1	ACESSIBILIDADE	24
2. 4. 2	QUALIDADE ÁUDIO	24
2. 5	REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA	25
2. 5. 1	ACESSIBILIDADE	25
2. 5. 2	QUALIDADE ÁUDIO	25
2. 6	GLOBAL: CONTINENTE, AÇORES E MADEIRA	26
2. 6. 1	ACESSIBILIDADE	26
2. 6. 2	QUALIDADE ÁUDIO	26
2. 6. 3	COBERTURA	26

APÊNDICE A - Resultados individuais por aglomerado urbano e eixo rodoviário.

I SUMÁRIO EXECUTIVO

I. I ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou, pelo terceiro ano consecutivo, um Estudo de Aferição da Qualidade de Serviço das Redes Móveis GSM. Tal como nos anos anteriores, foi feita uma abordagem na perspectiva do consumidor por forma a que os resultados obtidos reflectissem a percepção destes relativamente ao desempenho das redes móveis.

A metodologia do estudo é idêntica à utilizada no ano anterior. No entanto, foram introduzidas algumas alterações, nomeadamente:

- O tempo de recolha de medidas, em cada aglomerado urbano, foi ponderado pelo número de habitantes presente no respectivo concelho;
- A recolha de medidas nas regiões autónomas dos Açores e da Madeira foi estendida a todas as ilhas.

Contudo, não podemos deixar de referir que, devido à maior abrangência territorial e demográfica, à ponderação da amostra, bem como ao substancial incremento do número de chamadas de teste efectuadas, os resultados do estudo realizado no corrente ano são mais representativos do comportamento global das redes móveis GSM numa óptica de utilizador.

A recolha de medidas no terreno decorreu entre 18 de Fevereiro e 20 de Junho de 2002. Foram efectuadas 49.999 chamadas de teste em 30 cidades e 10 eixos rodoviários principais do Continente e em 3 cidades e eixos rodoviários principais de **todas** as ilhas dos arquipélagos da Madeira e dos Açores. Foram despendidas 704 horas e percorridos 22.722 quilómetros. O número de amostras recolhidas sofreu um acréscimo de 25% relativamente ao estudo efectuado no ano anterior e de 113% relativamente ao estudo realizado em 2000.

Foram convidados a participar na definição metodológica dos testes os operadores cujas redes foram objecto de estudo – OPTIMUS, VODAFONE e TMN – e a Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor – DECO. É de relevar o clima construtivo, materializado num acentuado espírito de

colaboração evidenciado por todos, o que facilitou, em boa medida, a concretização dos objectivos propostos pela ANACOM para a preparação e posterior realização dos trabalhos.

Foram analisados três indicadores de uma rede móvel, de importância fundamental, considerando a perspectiva de qualidade na óptica do consumidor:

- a. **Cobertura;**
- b. **Acessibilidade;**
- c. **Qualidade Áudio.**

A metodologia seguida assenta na realização de testes automáticos extremo-a-extremo que, embora onerosos e demorados, permitem identificar no terreno a qualidade de serviço (QoS), prestada por um determinado operador de telecomunicações, dando uma perspectiva tão realista quanto possível do desempenho da rede, do ponto de vista do utilizador.

Sendo impraticável a realização exaustiva de medidas em todos os locais, foi escolhida uma amostra considerada representativa, permitindo que os resultados obtidos sirvam de indicador do comportamento global das redes móveis. Neste sentido, a selecção dos locais objecto de estudo, obedeceu a critérios relacionados, nomeadamente com índices de utilização mais elevados dos serviços, ou seja, os eixos rodoviários e os maiores aglomerados urbanos.

Outro critério igualmente importante consistiu em considerar uma distribuição geográfica dos locais, por forma a contemplar as regiões do interior e as regiões autónomas da Madeira e dos Açores. Esta abordagem traduz-se numa maior riqueza da amostra, evitando o efeito de resultados exclusivamente baseados em medidas concentradas nas zonas mais densamente povoadas de Lisboa e do litoral norte.

Assim, foram efectuados testes em todas as capitais de distrito do país, alargando a área de recolha às regiões metropolitanas de Lisboa e Porto, bem como aos principais eixos rodoviários do continente e de todas as ilhas das regiões autónomas dos Açores e da Madeira.

A população presente, nos aglomerados urbanos que constituem a amostra seleccionada, representa 45% da população total portuguesa, de acordo com os resultados preliminares dos últimos Censos (Censos 2001).

Tendo em conta a densidade populacional das regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto, e por forma a melhorar a representatividade da amostra, os testes nestas áreas tiveram duração de 215 e

107 horas, respectivamente. A recolha de dados ocorreu durante as horas normais de trabalho nos dias úteis sendo efectuadas, por dia, duas sessões de medidas: das 8h00 às 11h30 e das 16h30 às 20h00.

Nos restantes aglomerados urbanos, o tempo em medidas foi ponderado pelo número de habitantes presentes nos respectivos concelhos:

- Até 50 000 habitantes: 7 horas;
- De 50 000 a 100 000 habitantes: 10 horas;
- Mais de 100 000 habitantes: 14 horas.

As sessões de medida, nestes aglomerados urbanos, decorreram durante os períodos normais de trabalho dos dias úteis.

No que respeita aos eixos rodoviários, foram feitas 4 passagens por eixo de modo a reforçar a representatividade da amostra

De acordo com os mais recentes dados estatísticos de que a ANACOM dispõe, são mais de 8 milhões os assinantes das redes móveis. Se considerarmos ainda a diversidade de equipamentos terminais disponíveis no mercado e a própria subjectividade inerente a cada utente, torna-se impossível a reprodução rigorosa das condições de interacção de cada consumidor com as redes. Neste contexto, os resultados deste estudo devem ser encarados como um indicador do comportamento global das redes. A sua transposição/extrapolação para situações específicas requer alguma prudência, sob risco de serem tomadas conclusões enviesadas da realidade.

As opções técnicas e metodológicas tomadas neste estudo influenciaram directamente os resultados obtidos e devem ser tidas em consideração na análise dos resultados, designadamente as seguintes:

- Foram utilizados **equipamentos terminais Dual-Band com EFR**. É expectável que utilizadores com equipamentos sem estas características obtenham desempenhos diferentes dos obtidos neste estudo;
- A realização de testes foi suportada exclusivamente numa **solução técnica** (equipamento + *software*), processando-se de forma totalmente **automática**, permitindo o estabelecimento homogéneo das condições de aferição para os 3 operadores e a eliminação de subjectividade inerente ao utilizador humano;

- Os testes foram realizados com **viaturas em movimento e com antenas exteriores**;
- Para se analisar simultaneamente a acessibilidade e a qualidade áudio das conversações foi utilizado um **tempo de conversação** de compromisso - **100 segundos**. Este valor aproxima-se ao tempo médio de conversação das comunicações efectuadas, através das redes em estudo, no 1.º trimestre de 2002, critério que foi considerado na sua escolha;
- Os resultados do estudo reflectem apenas o comportamento das redes nos locais e momentos em que foram efectuadas as medidas;
- Por outro lado, os operadores estão em permanente melhoramento das suas redes. As intervenções técnicas necessárias a esses melhoramentos podem provocar, na área geográfica de intervenção, degradações momentâneas do serviço.

I. II PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A análise dos resultados do estudo realizado permitem concluir que as redes móveis GSM apresentam um muito bom nível de cobertura e desempenho, o que as coloca a um nível igual ou superior ao das suas congéneres estrangeiras.

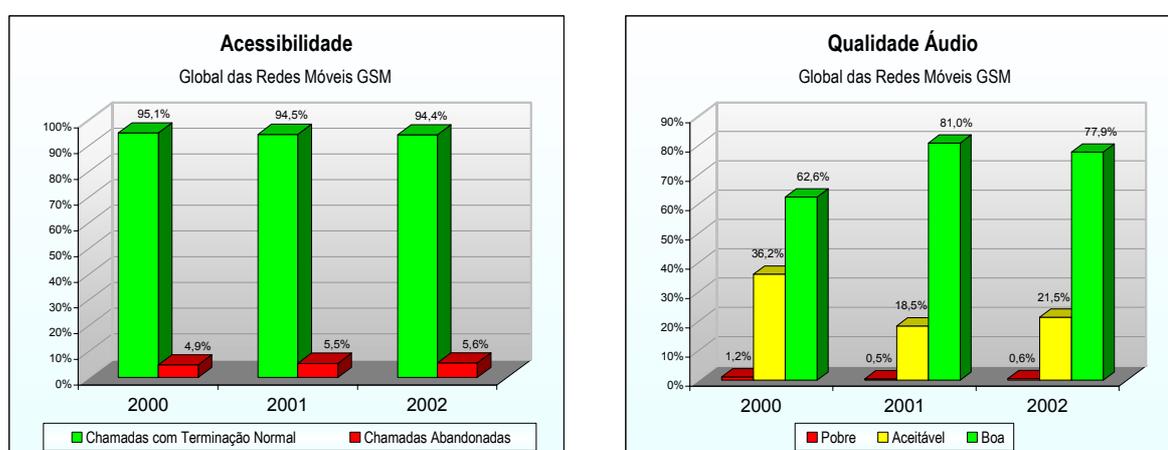


Figura 1 – Desempenho das Redes Móveis GSM.

Cerca de 95% das chamadas de teste efectuadas foram estabelecidas com sucesso e a fase de conversação decorreu de forma adequada terminando de forma normal (por desligamento) ao fim do tempo pré-definido. É também de realçar que 99,4% das chamadas de teste apresentaram valores médios de qualidade áudio bons ou aceitáveis. Apenas 0,6% apresentaram níveis pobres ou maus. Assim, podemos concluir que os indicadores **Acessibilidade** e **Qualidade Áudio** mantêm-se em níveis muito bons para este tipo de redes, não obstante o número de utilizadores ter sofrido um acréscimo de mais de 3 milhões nos últimos dois anos.

O indicador **Qualidade Áudio** não apresenta diferenças significativas entre os resultados obtidos nos eixos rodoviários e nos aglomerados urbanos, tanto no Continente como na região autónoma dos Açores. Na região autónoma da Madeira verifica-se que, nos eixos rodoviários, este indicador apresenta valores mais elevados, ou seja, o número de chamadas com qualidade média “boa” aproxima-se dos 90%.

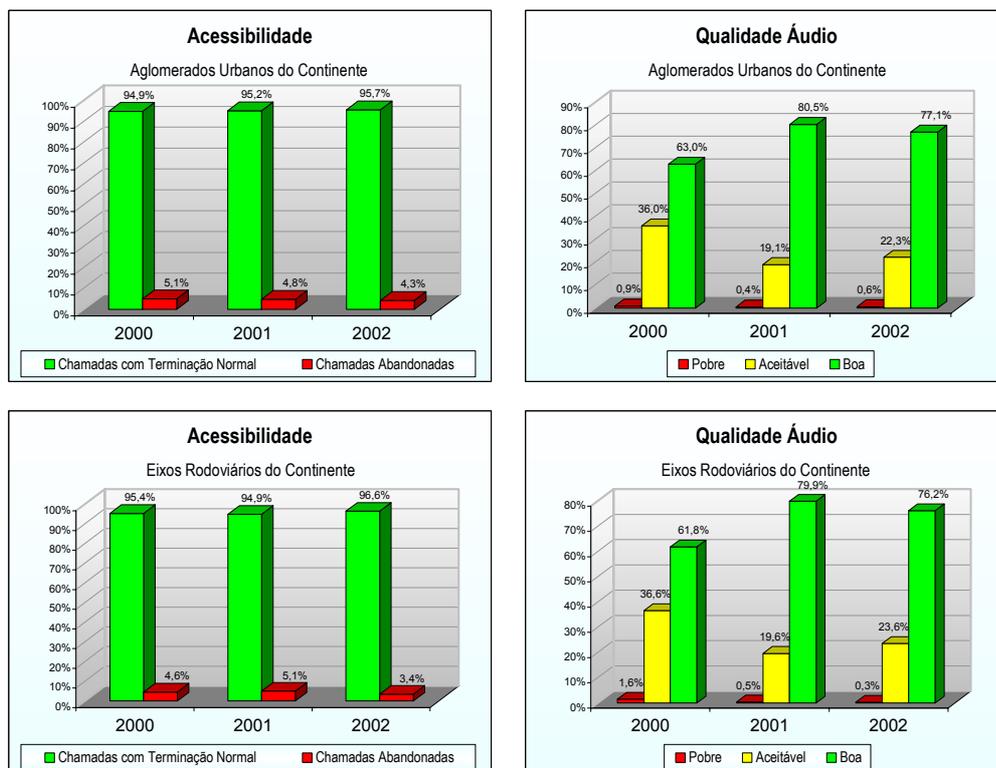


Figura 2 – Resultados obtidos no Continente.

No que respeita à **Acessibilidade**, os resultados, embora globalmente bons, apresentam diferenças significativas entre o Continente e as regiões autónomas. No Continente, as redes apresentam índices de chamadas com terminação normal superiores a 95%, não sendo significativas as diferenças entre os eixos rodoviários e as zonas urbanas.

Nos Açores e na Madeira, a **Acessibilidade** apresenta índices bem diferenciados entre as zonas urbanas e os eixos rodoviários. Nas zonas urbanas os índices de chamadas com terminação normal verificados são muito bons, 97% na Madeira e quase 99% nos Açores. Nos eixos rodoviários da Madeira este indicador apresenta um valor bom, sendo de salientar a evolução positiva que ocorreu no último ano com um substancial aumento da taxa de chamadas bem sucedidas e terminadas de forma adequada de 81% para 93%.

Na região autónoma dos Açores a acessibilidade situa-se em níveis muito fracos, mais de 28% das chamadas foram abandonadas. Esta situação deve-se à existência de zonas não cobertas pelas redes de alguns operadores, evidenciando a necessidade de esforço adicional de investimento, numa perspectiva de suprimento das deficiências.

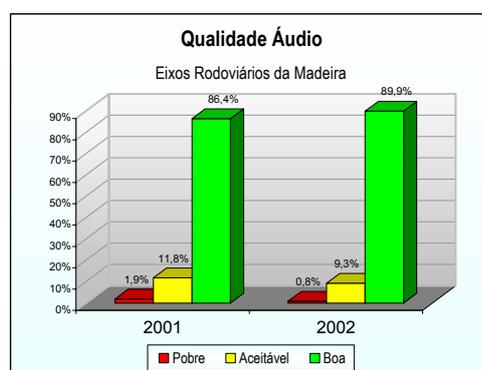
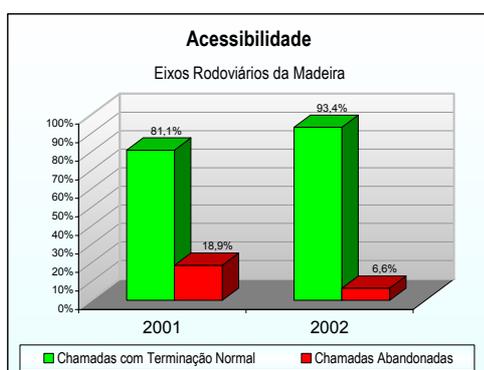
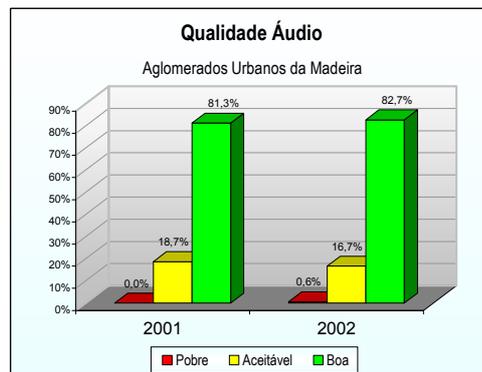
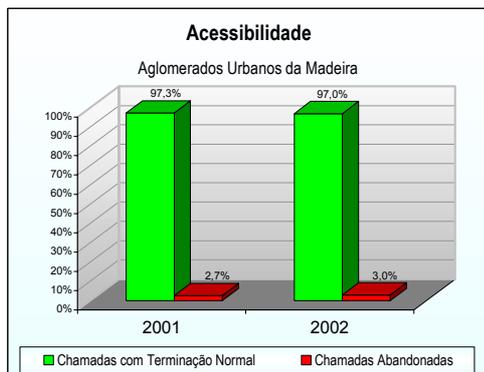


Figura 3 – Resultados obtidos na Madeira.

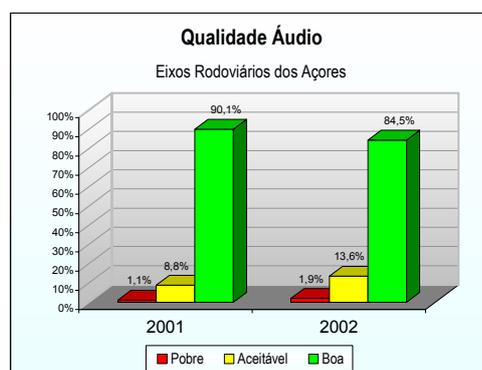
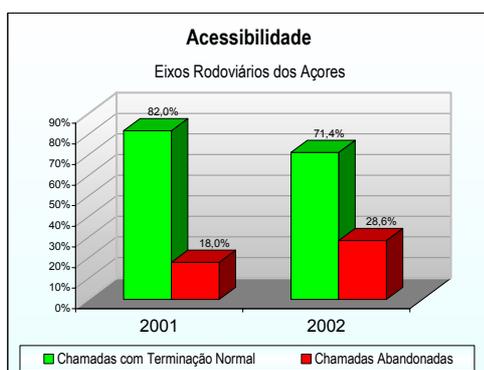
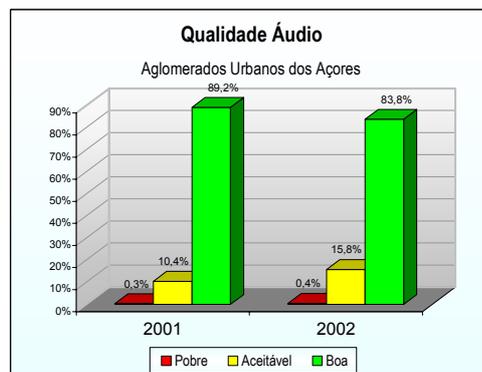
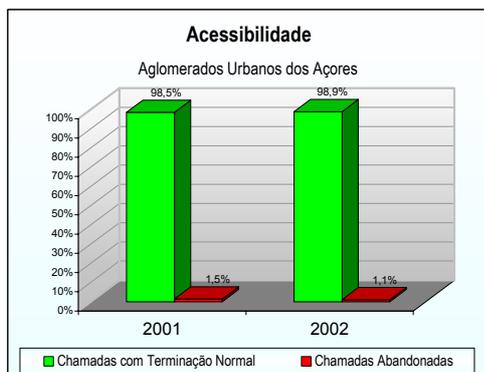


Figura 4 – Resultados obtidos nos Açores.

No que toca ao indicador **cobertura**, o estudo permite-nos detectar duas situações distintas:

- no continente e na região autónoma da Madeira este indicador apresenta bons níveis, tanto nas zonas urbanas como nos eixos rodoviários analisados;
- na região autónoma dos Açores temos boa cobertura nas zonas urbanas analisadas e cobertura insuficiente ou inexistente nas zonas menos densamente povoadas e nos eixos rodoviários. Verificou-se também que o operador OPTIMUS não estava presente nas ilhas Flores, Corvo, S.^{ta} Maria e Graciosa.

1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ESTUDO

1.1 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) **Cobertura:** Verificação dos níveis de sinal.

O equipamento de teste utilizado permite efectuar medidas do nível de sinal recebido pelo terminal móvel. Estas medidas são efectuadas no canal de controlo BCCH¹, pelo que não são afectadas por algoritmos de *frequency hopping* e *downlink power control*.

Todas as medidas são georeferenciadas, permitindo efectuar a sua representação gráfica num mapa à posteriori, o que facilita a visualização dos níveis de cobertura de cada operador nos trajectos analisados.

Tabela 1 – Nível de sinal no canal de controlo

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 de chamadas, de uma rede móvel.

É verificada 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.

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

¹ *Broadcast Control Channel* – Transporta informação a todos os terminais móveis (MS's) servidos por uma determinada BTS (*Base Transceiver Station*). É transmitido no modo *downlink* e transporta numerosos parâmetros, tais como: CI (*Cell Identity*), LAC (*Local Area Code*), MCC (*Mobile Country Code*), MNC (*Mobile Network Code*), Algoritmo de FH (*Frequency Hopping*).

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

Para se fazerem as medidas 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 ETSI² (ETR 250) e o ITU³ (ITU-T *Recommendation* G.107). Com base neste modelo é calculado o índice MOS (*Mean Opinion Score*).

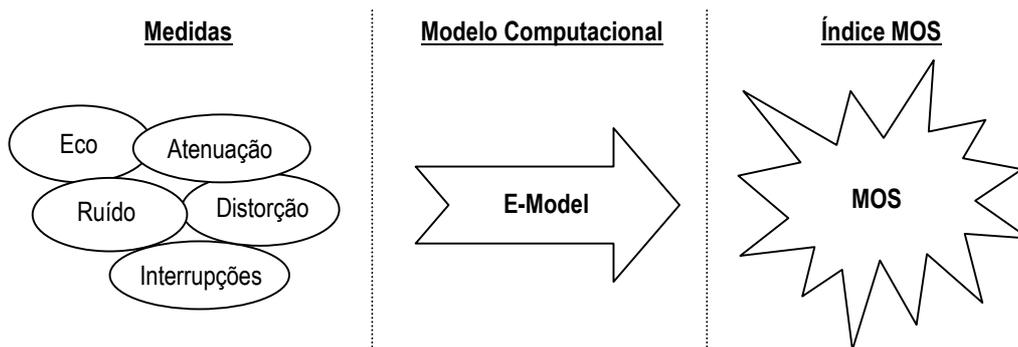


Figura 5 – Metodologia utilizada para aferição da qualidade áudio.

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.

Tabela 2 - Escala MOS

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

² European Telecommunications Standards Institute.
³ International Telecommunications Union.

1.2 METODOLOGIA

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**.

Os testes extremo-a-extremo apresentam como benefícios:

- O mesmo ponto-de-vista do consumidor;
- Reflectem os problemas da interligação que ocorrem, da forma como estes são sentidos pelos consumidores;
- Possibilita a selecção de amostras por forma a que os resultados reflectam a realidade sentida pela generalidade dos consumidores (selecção de percursos, número e duração das chamadas, período horário de realização de medidas, etc.);
- Permitem conhecer e localizar os problemas que afectam as redes;
- Permitem ainda analisar e comparar o desempenho de várias redes.

- b) **Imparcialidade:** As medições são efectuadas em simultâneo 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 pelo sistema. Consegue-se assim eliminar a subjectividade inerente à intervenção ou decisão humana.

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

1. Foram efectuados testes entre terminais das redes móveis e do SFT (Serviço Fixo de Telefone), que neste documento são designados “Móvel-Fixo”.

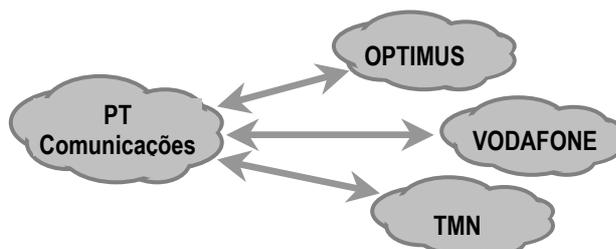


Figura 6 – Origem e Destino das chamadas de teste.

2. Durante a recolha de medidas os equipamentos terminais móveis (1 por operador)

deslocaram-se ao longo do trajecto em estudo.

3. As chamadas foram inicializadas alternadamente pelos dois terminais, móvel e fixo.
4. O espaçamento temporal entre chamadas consecutivas foi de 150 segundos.

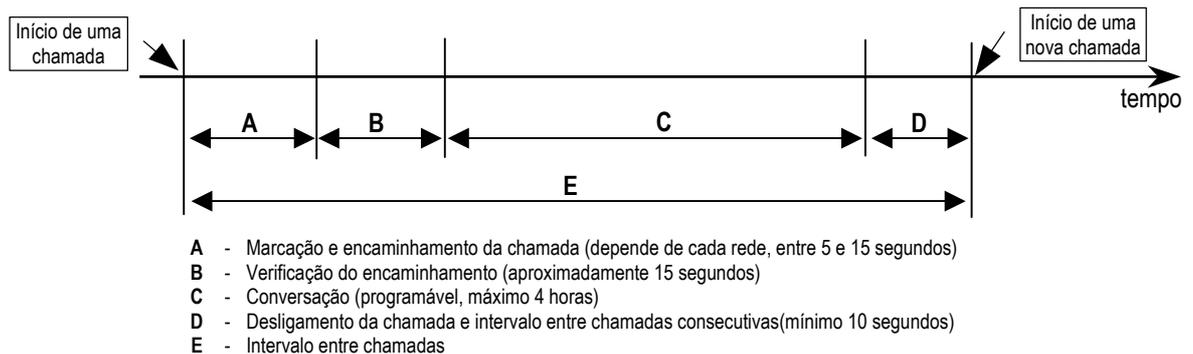


Figura 7 – Estrutura temporal de uma chamada de voz, realizada com o equipamento de teste e medida Tektronix M366plus.

5. Depois do estabelecimento com sucesso da chamada, seguiu-se uma fase de conversação (simulação de uma conversação real) com duração máxima de 100 segundos⁴ (inferior se a chamada foi abandonada ou o tempo de estabelecimento tiver sido longo).
6. Durante a fase de conversação foram feitas medidas de qualidade áudio (MOS) em cada um dos extremos intervenientes na chamada.

1.3 DADOS RECOLHIDOS DURANTE AS MEDIDAS NO TERRENO

- a) **MOS (Mean Opinion Score)** – Índice de qualidade áudio de uma comunicação do tipo extremo a extremo. Foram recolhidos os valores médios por chamada e em cada um dos extremos intervenientes na mesma.
- b) **Chamadas Encaminhadas** – Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede e entre os dois extremos em causa (“A chamada atingiu o terminal chamado”).
- c) **Chamadas Não Encaminhadas** – Chamadas telefónicas não estabelecidas pela rede entre os dois extremos em causa (“A chamada não atingiu o terminal chamado”).

⁴ A duração média das chamadas de voz, considerando o tráfego de entrada e de saída, no 1.º trimestre de 2002 foi de 99 segundos.

- d) **Chamadas Abandonadas na Conversação** – Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede, mas que foram abandonadas durante a fase de conversação.
- e) **Chamadas com Terminação Normal** – Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede e que terminaram da forma esperada.
- f) **Causas do Abandono das Chamadas** – Motivos que levaram ao abandono das comunicações: Sem Serviço, Congestão, Falha do Canal Radioelétrico, outras.
- g) **Nível de Sinal RSSI (*Received Signal Strength Indication*, em **dBm**)** – Indicação do nível de sinal recebido pelo terminal móvel.
- h) **Coordenadas Geográficas** – Correspondentes aos locais onde são efectuadas as medições.

1.4 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 disponibilizadas. No limite, dever-se-ia 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.

Em vez da realização exaustiva de medidas, optou-se por uma solução mais realista que consistiu na escolha de uma amostra adequada ao estabelecimento de um indicador do comportamento global das redes móveis. Neste sentido, foram escolhidos os eixos rodoviários e os maiores aglomerados urbanos, locais que reflectem uma utilização mais intensiva do serviço.

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, também uma distribuição geográfica dos locais por forma a contemplar as regiões do interior e as regiões autónomas da Madeira e dos Açores.

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

Tabela 3 – Amostra seleccionada e respectiva população.

Unidade Territorial	População Residente (a)	População Presente (a)
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	132971	130569
Total	1.932.445	1.901.331
Região Autónoma da Madeira		
Ilha da Madeira	238.162	248.851
Ilha de Porto Santo	4.441	4.631
Total	242.603	253.482
Região Autónoma dos Açores		
Ilha de S. Miguel	131.510	131.530
Ilha Terceira	55.794	58.275
Ilha do Pico	14.804	14.661
Ilha do Faial	15.476	15.449
Ilha de Sta. Maria	5.628	5.587
Ilha Graciosa	4.770	4.674
Ilha de S. Jorge	9.681	9.419
Ilha das Flores	3.992	3.899
Ilha do Corvo	418	401
Total	242.073	243.895
Total Global	4.639.493	4.631.792

(a) Resultados Preliminares dos Censos 2001.
Fonte: INE - Instituto Nacional de Estatística

Tabela 4 – Eixos Rodoviários

Eixo Rodoviário	Distância Aproximada (Km)	
Lisboa-Sintra-Cascais-Lisboa (A5 + IC19)	60	(a)
Lisboa-Porto (A1)	320	(b)
Lisboa-Torres Novas-Castelo Branco (A1 + IP6 + IP2)	240	(b)
Lisboa-Vila Real de S ^{to} . António (A2 + IC1 + IP1)	335	(b)
Vila Real de S ^{to} . António-Lagos (EN 125)	135	(b)
Lisboa-Évora-Elvas (A2 + A6)	210	(b)
Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 + IC1)	240	(b)
Porto-Bragança (A4 + IP4)	250	(b)
Aveiro-Vilar Formoso (IP5)	200	(b)
Vila Real-Figueira da Foz (IP3)	245	(b)
	Total	2235

(a) - Percurso percorrido 12 vezes em medidas.

(b) - Percurso percorrido 4 vezes em medidas.

Nas regiões autónomas da Madeira e dos Açores foram efectuadas medidas nas cidades do Funchal, de Ponta Delgada e Angra do Heroísmo, bem como nos eixos rodoviários principais de todas as ilhas.

A população presente nos aglomerados urbanos, que constituem a amostra escolhida, representa 45% da população total portuguesa, de acordo com os resultados preliminares dos últimos Censos (Censos 2001).

1.5 CONDIÇÕES DE RECOLHA DAS MEDIDAS

Tendo em conta a densidade populacional das regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto, e por forma a melhorar a representatividade da amostra, os testes nestas áreas tiveram duração de 215 e 107 horas, respectivamente. A recolha de dados ocorreu durante as horas normais de trabalho nos dias úteis sendo efectuadas, por dia, duas sessões de medidas: das 8h00 às 11h30 e das 16h30 às 20h00.

Nos restantes aglomerados urbanos, o tempo em medidas foi ponderado pelo número de habitantes presentes nos respectivos concelhos:

- Até 50 000 habitantes: 7 horas;
- De 50 000 a 100 000 habitantes: 10 horas;
- Mais de 100 000 habitantes: 14 horas.

As sessões de medida, nestes aglomerados urbanos, decorreram durante os períodos normais de trabalho dos dias úteis.

Tabela 5 – Tempo de recolha de medidas nos aglomerados urbanos

Unidade Territorial	População Presente (a)	Horas em Medidas
Aveiro	76.415	10
Beja	37.001	7
Braga	165.048	14
Bragança	37.170	7
Castelo Branco	56.280	10
Coimbra	159.039	14
Évora	58.564	10
Faro	59.527	10
Guarda	44.593	7
Leiria	119.065	14
Portalegre	26.511	7
Santarém	63.106	10
Setúbal	112.227	14
Viana do Castelo	86.355	10
Vila Real	52.129	10
Viseu	93.041	10
Angra do Heroísmo	35.720	7
Ponta Delgada	66.450	10
Funchal	112.362	14
Grande Lisboa	1.932.445	210
Grande Porto	999.980	105

(a) Resultados Preliminares dos Censos 2001.
 Fonte: INE - Instituto Nacional de Estatística

No que respeita aos eixos rodoviários, foram feitas 4 passagens por eixo de modo a reforçar a representatividade da amostra.

1.6 EQUIPAMENTO DE TESTE E MEDIDA

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

Características principais:

- Permite efectuar medidas em GSM 900, DCS 1800 ou Dual-Band;
- Permite efectuar as medições a 3 operadores/redes em simultâneo;
- Permite georeferenciar todas as medidas efectuadas;
- Os dados obtidos das medidas são pós-processados com ferramentas específicas desenvolvidas pelo fabricante, permitindo a elaboração de relatórios detalhados.
- O equipamento é configurável, nomeadamente no que diz respeito à duração das chamadas, número a marcar e intervalo de tempo entre chamadas.

O equipamento é composto por dois tipos de módulos:

a) **Base Station:** é constituída pelo nó fixo do sistema M366plus. Tem incorporados interfaces para 3 linhas analógicas do SFT e ainda cartas DSP⁵. Tem integrado um PC que interage com o módulo permitindo a sua configuração e manutenção.

Este módulo realiza todas as operações que lhe são exigidas: origina e recebe chamadas de voz, efectua medidas de qualidade e armazena os dados.

b) **Mobile Station:** Este módulo inclui 3 cartas controladoras de telemóveis com DSP incorporado, às quais estão ligados 3 telemóveis SAGEM OT75-M *Dual Band* com EFR⁶. Inclui ainda um elemento (carta) de processamento de sinais GPS. As antenas associadas ao GPS e aos 3 telemóveis são colocadas no exterior da viatura (quando este módulo é montado em viatura). Integra ainda um PC portátil, para configuração e manutenção.

No que respeita às operações realizadas por este módulo, são idênticas ao módulo *Base Station*: originar e receber chamadas de voz, efectuar medidas de qualidade áudio e armazenar os dados.

1. 7 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.

Os ficheiros gerados pelas unidades de medida são organizados numa estrutura de base de dados, podendo o “Report” utilizar o “MS ACCESS” ou “ORACLE” para esse efeito.

Com esta ferramenta é possível obter diversos relatórios de uma sessão simples ou múltipla, com diferentes graus de detalhe.

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.

⁵ Processador Digital de Sinal

⁶ *Enhanced Full Rate* – Codificador/Descodificador de voz que possibilita qualidade áudio comparável à telefonia fixa.

2 RESULTADOS AGREGADOS

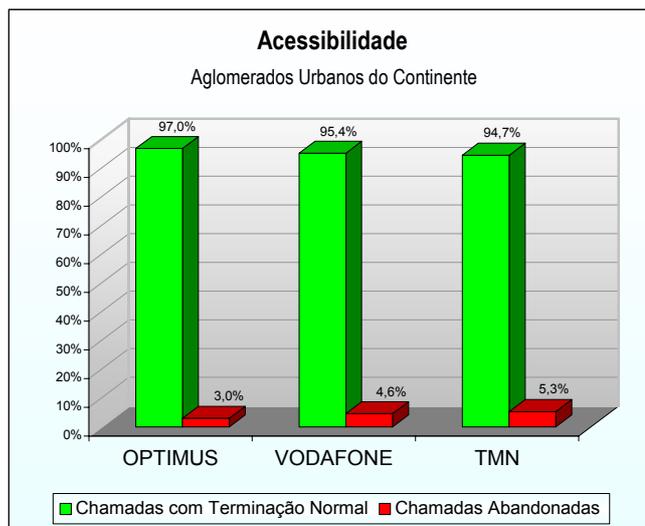
2.1 DEFINIÇÕES

MOS	<i>Mean Opinion Score</i> – Índice de qualidade áudio de uma comunicação do tipo extremo a extremo. 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 nas medidas. Os dados apresentados referem-se aos valores médios por chamada.
Chamadas Encaminhadas:	Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede e entre os dois extremos em causa (“A chamada atingiu o terminal chamado”).
Abandonadas na Conversação:	Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede, mas que foram abandonadas na fase de conversação.
Terminação Normal:	Chamadas telefónicas estabelecidas com sucesso pela rede e que terminaram de uma forma normal.
Chamadas Não Encaminhadas:	Chamadas telefónicas não estabelecidas pela rede entre os dois extremos em causa (“A chamada não atingiu o terminal chamado”).
Chamadas Abandonadas:	Chamadas que foram abandonadas, tanto na fase de estabelecimento da ligação como na fase de conversação.
Causas:	Motivos que levaram ao abandono das comunicações.
Sem Serviço:	Serviço indisponível (sem rede).
Congestão:	Congestionamento da rede.
Falha do Canal Radioeléctrico:	Falha no canal Radioeléctrico entre o terminal móvel e a estação de base. Pode ocorrer devido ao facto de se passar numa zona de sombra da rede em causa
Outra:	Outras causas de abandono de chamadas.
Nível de Sinal RSSI (dBm):	<i>Received Signal Strength Indication</i> – Indicação do nível de sinal recebido pelo terminal móvel. É medido no canal de controlo (BCCH), pelo que não é afectado por algoritmos de <i>frequency hopping</i> e <i>downlink power control</i> .
BCCH	<i>Broadcast Control Channel</i> – Transporta informação a todos os terminais móveis (MS's) servidos por uma determinada BTS (<i>Base Transceiver Station</i>). É transmitido no modo <i>downlink</i> e transporta numerosos parâmetros, tais como: CI (<i>Cell Identity</i>), LAC (<i>Local Area Code</i>), MCC (<i>Mobile Country Code</i>), MNC (<i>Mobile Network Code</i>), Algoritmo de FH (<i>Frequency Hopping</i>).
SFT	Serviço Fixo de Telefone.

2. 2 AGLOMERADOS URBANOS DO CONTINENTE

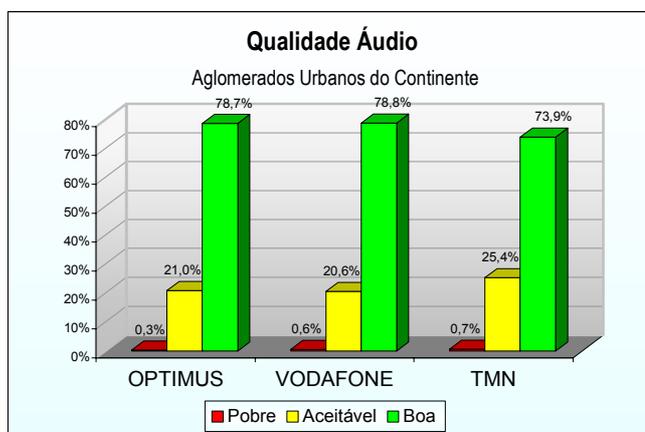
2. 2. 1 ACESSIBILIDADE

Chamadas Realizadas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN	
		Total	11644 100%	11639 100%	11645 100%	
Chamadas Encaminhadas	Total		11433 98,2%	11301 97,1%	11275 96,8%	
	Abandonadas na Conversação		136 1,2%	198 1,7%	251 2,2%	
	Terminação Normal		11297 97,0%	11103 95,4%	11024 94,7%	
Chamadas Não Encaminhadas			211 1,8%	338 2,9%	370 3,2%	
Chamadas Abandonadas	Total		347 3,0%	536 4,6%	621 5,3%	
	Causas	Sem Serviço		21 0,2%	25 0,2%	24 0,2%
		Congestão		162 1,4%	189 1,6%	215 1,8%
		Falha do Canal Radioelétrico		73 0,6%	142 1,2%	152 1,3%
		Outras		91 0,8%	180 1,5%	230 2,0%



2. 2. 2 QUALIDADE ÁUDIO

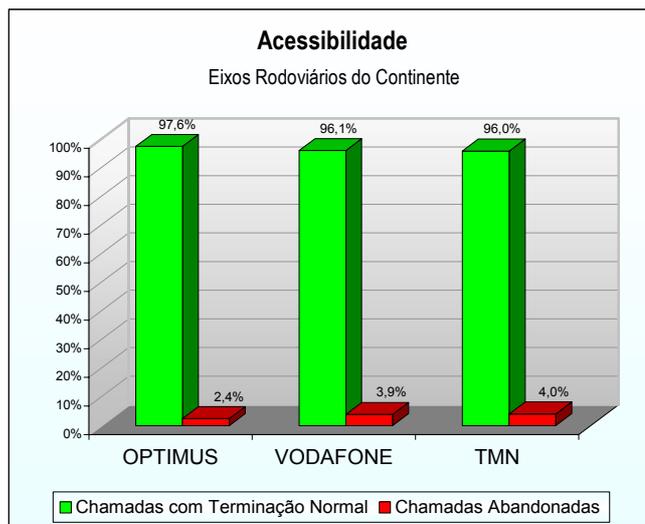
Chamadas com Medidas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	22787 100%	22527 100%	22431 100%
Qualidade Áudio (MOS)	Pobre		79 0,3%	139 0,6%	156 0,7%
	Aceitável		4778 21,0%	4645 20,6%	5693 25,4%
	Boa		17930 78,7%	17743 78,8%	16582 73,9%



2.3 EIXOS RODOVIÁRIOS DO CONTINENTE

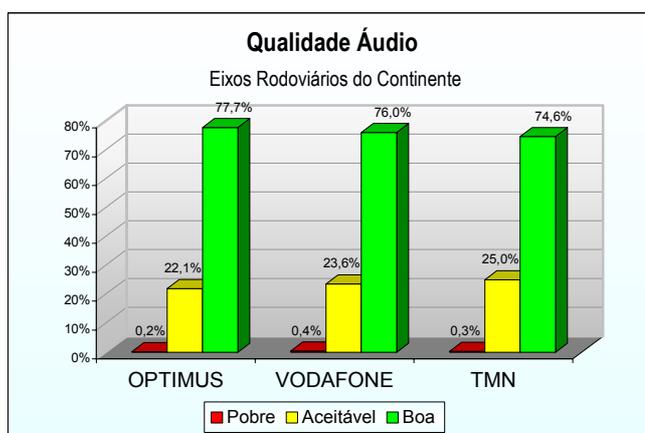
2.3.1 ACESSIBILIDADE

Chamadas Realizadas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN	
		Total	2834 100%	2833 100%	2836 100%	
Chamadas Encaminhadas	Total		2796 98,7%	2761 97,5%	2771 97,7%	
	Abandonadas na Conversação		31 1,1%	38 1,3%	49 1,7%	
	Terminação Normal		2765 97,6%	2723 96,1%	2722 96,0%	
Chamadas Não Encaminhadas			38 1,3%	72 2,5%	65 2,3%	
Chamadas Abandonadas	Total		69 2,4%	110 3,9%	114 4,0%	
	Causas	Sem Serviço		0 0,0%	4 0,1%	4 0,1%
		Congestão		31 1,1%	38 1,3%	37 1,3%
		Falha do Canal Radioelétrico		20 0,7%	32 1,1%	38 1,3%
		Outras		18 0,6%	36 1,3%	35 1,2%



2.3.2 QUALIDADE ÁUDIO

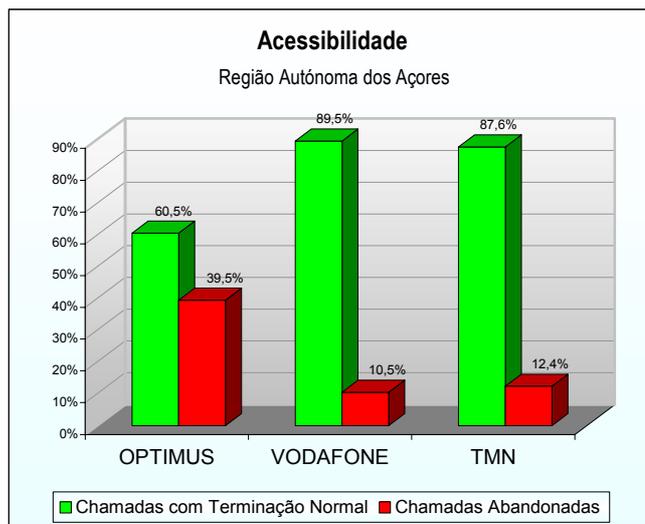
Chamadas com Medidas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	5572 100%	5507 100%	5509 100%
Qualidade Áudio (MOS)	Pobre		11 0,2%	20 0,4%	17 0,3%
	Aceitável		1229 22,1%	1299 23,6%	1380 25,0%
	Boa		4332 77,7%	4188 76,0%	4112 74,6%



2. 4 REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

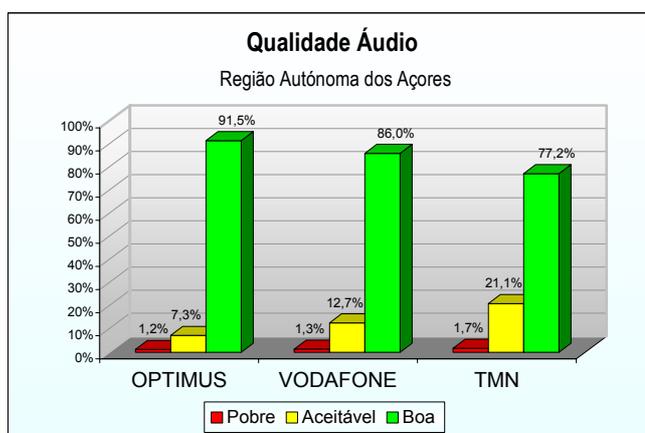
2. 4. 1 ACESSIBILIDADE

Chamadas Realizadas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	1452 100%	1458 100%	1448 100%
Chamadas Encaminhadas	Total	910 62,7%	1346 92,3%	1290 89,1%	
	Abandonadas na Conversação	31 2,1%	41 2,8%	21 1,5%	
	Terminação Normal	879 60,5%	1305 89,5%	1269 87,6%	
Chamadas Não Encaminhadas		542 37,3%	112 7,7%	158 10,9%	
Chamadas Abandonadas	Total	573 39,5%	153 10,5%	179 12,4%	
	Causas	Sem Serviço	363 25,0%	21 1,4%	29 2,0%
		Congestão	172 11,8%	30 2,1%	4 0,3%
		Falha do Canal Radioeléctrico	12 0,8%	18 1,2%	21 1,5%
		Outras	26 1,8%	84 5,8%	125 8,6%



2. 4. 2 QUALIDADE ÁUDIO

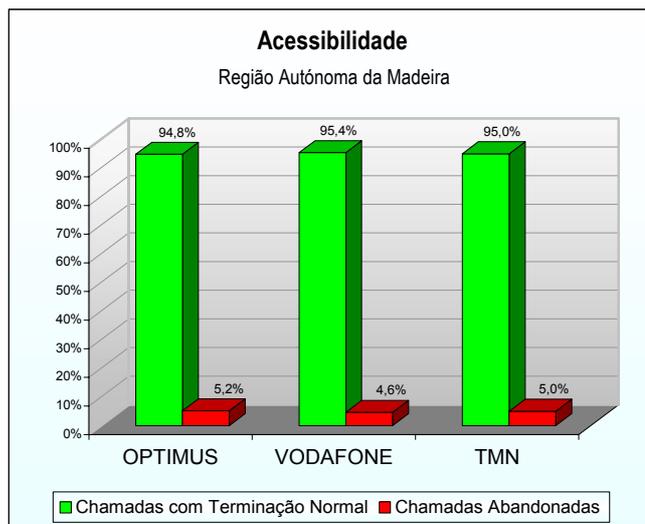
Chamadas com Medidas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	1804 100%	2678 100%	2566 100%
Qualidade Áudio (MOS)	Pobre	22 1,2%	34 1,3%	43 1,7%	
	Aceitável	132 7,3%	340 12,7%	541 21,1%	
	Boa	1650 91,5%	2304 86,0%	1982 77,2%	



2.5 REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

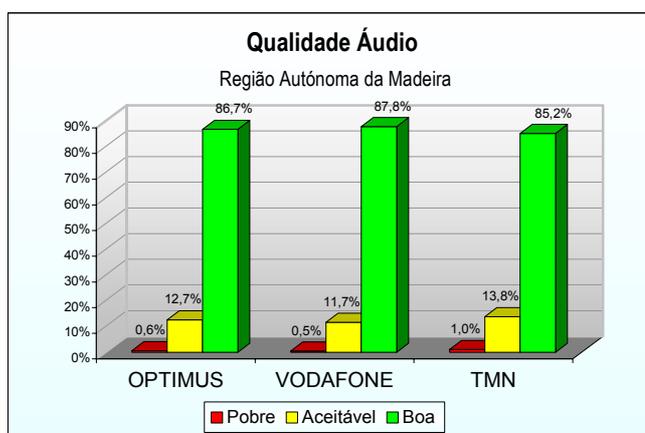
2.5.1 ACESSIBILIDADE

Chamadas Realizadas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	734 100%	738 100%	738 100%
Chamadas Encaminhadas	Total	708	719	725	
	Abandonadas na Conversação	12	15	24	
	Terminação Normal	696 94,8%	704 95,4%	701 95,0%	
Chamadas Não Encaminhadas		26 3,5%	19 2,6%	13 1,8%	
Chamadas Abandonadas	Total	38	34	37	
	Causas	Sem Serviço	9 1,2%	2 0,3%	0 0,0%
		Congestão	22 3,0%	12 1,6%	13 1,8%
		Falha do Canal Radioelétrico	3 0,4%	5 0,7%	9 1,2%
		Outras	4 0,5%	15 2,0%	15 2,0%



2.5.2 QUALIDADE ÁUDIO

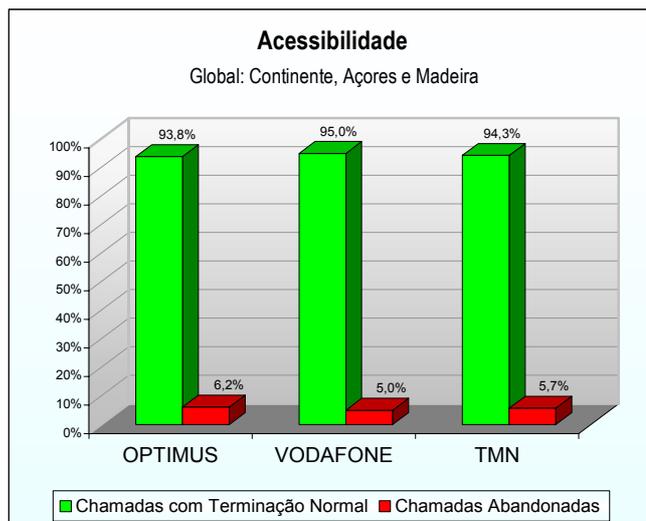
Chamadas com Medidas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
		Total	1407 100%	1419 100%	1429 100%
Qualidade Áudio (MOS)	Pobre	9	7	15	
	Aceitável	178 12,7%	166 11,7%	197 13,8%	
	Boa	1220 86,7%	1246 87,8%	1217 85,2%	



2.6 GLOBAL: CONTINENTE, AÇORES E MADEIRA

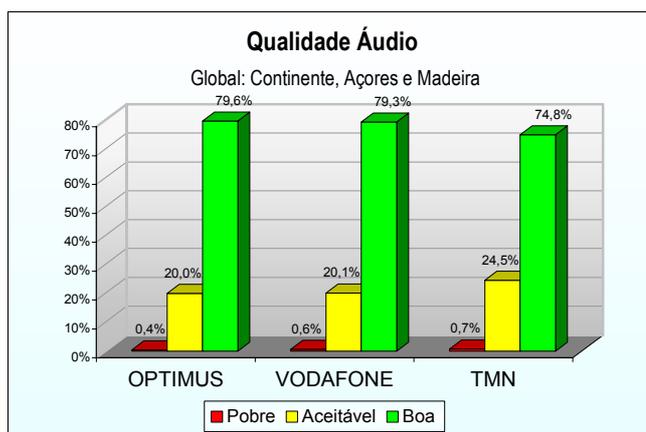
2.6.1 ACESSIBILIDADE

Chamadas Realizadas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
Total			16664 100%	16668 100%	16667 100%
Chamadas Encaminhadas	Total		15847 95,1%	16127 96,8%	16061 96,4%
	Abandonadas na Conversação		210 1,3%	292 1,8%	345 2,1%
	Terminação Normal		15637 93,8%	15835 95,0%	15716 94,3%
Chamadas Não Encaminhadas			817 4,9%	541 3,2%	606 3,6%
Chamadas Abandonadas	Total		1027 6,2%	833 5,0%	951 5,7%
	Sem Serviço		393 2,4%	52 0,3%	57 0,3%
	Congestão		387 2,3%	269 1,6%	269 1,6%
	Falha do Canal Radioeléctrico		108 0,6%	197 1,2%	220 1,3%
	Outras		139 0,8%	315 1,9%	405 2,4%



2.6.2 QUALIDADE ÁUDIO

Chamadas com Medidas		Operador	OPTIMUS	VODAFONE	TMN
Total			31570 100%	32131 100%	31935 100%
Qualidade Áudio (MOS)	Pobre		121 0,4%	200 0,6%	231 0,7%
	Aceitável		6317 20,0%	6450 20,1%	7811 24,5%
	Boa		25132 79,6%	25481 79,3%	23893 74,8%



2.6.3 COBERTURA

(Páginas seguintes)

PORTUGAL CONTINENTAL

OPTIMUS - PSTN
2002



PORTUGAL CONTINENTAL

VODAFONE - PSTN
2002



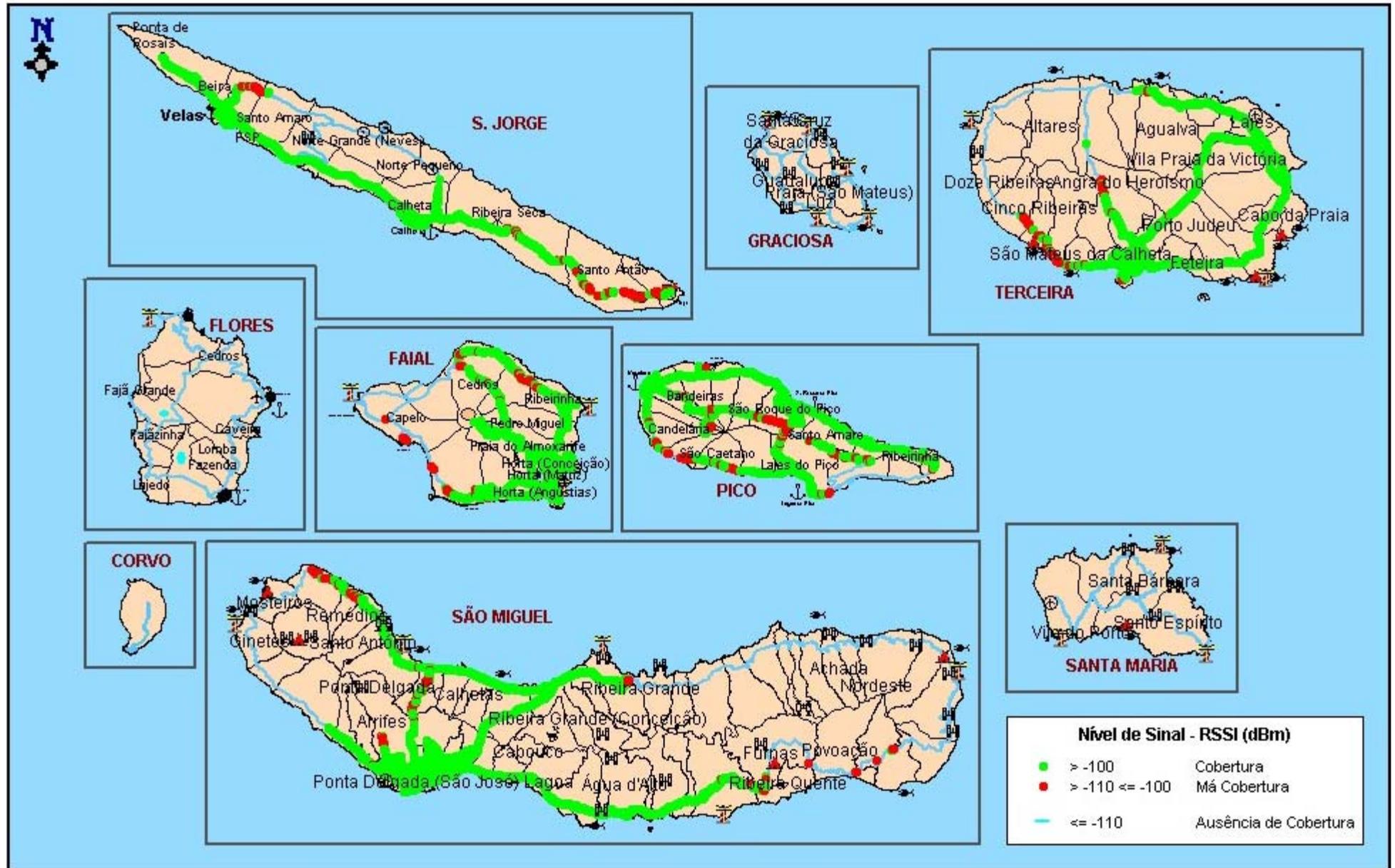
PORTUGAL CONTINENTAL

TMN - PSTN
2002



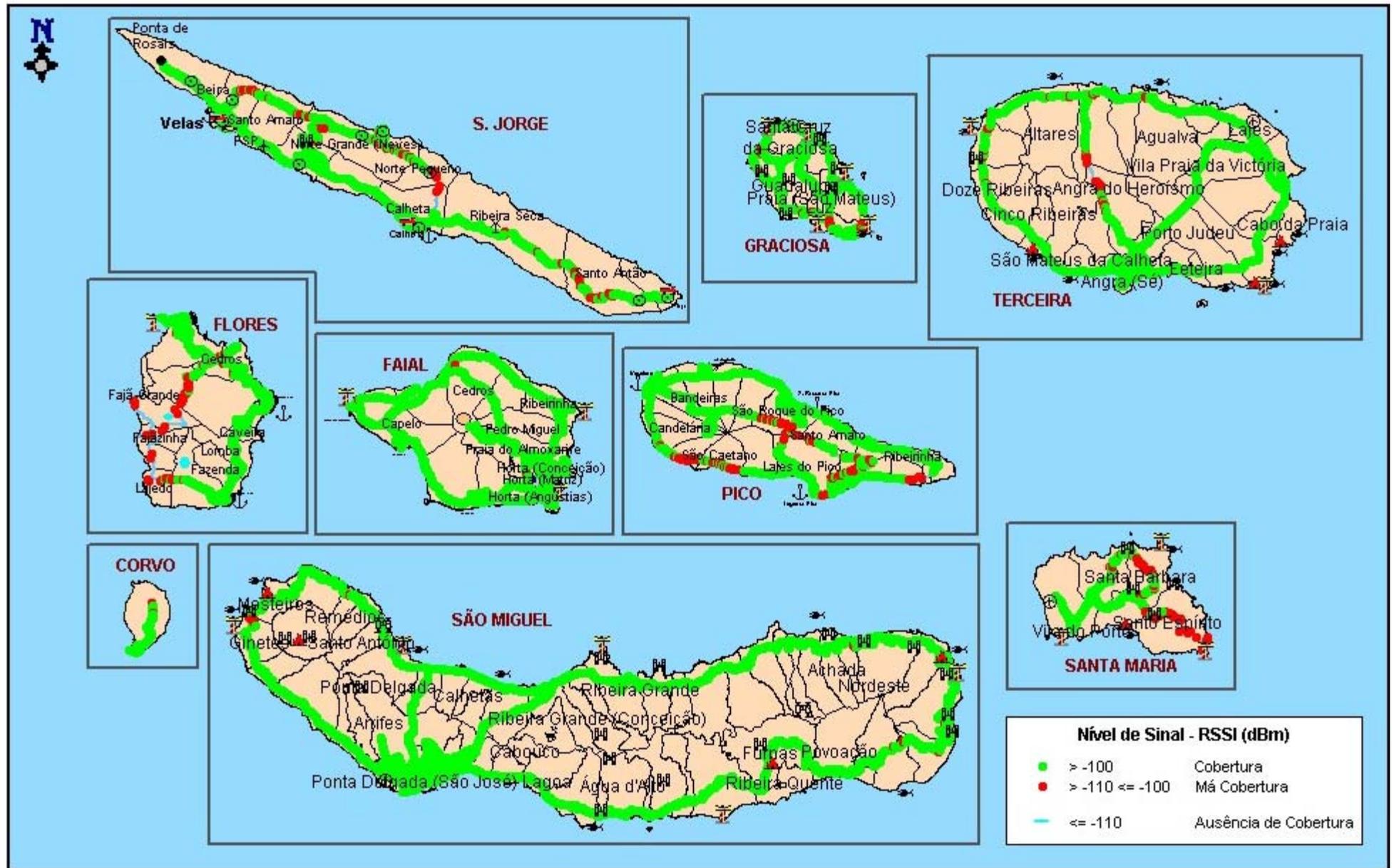
AÇORES

OPTIMUS - PSTN



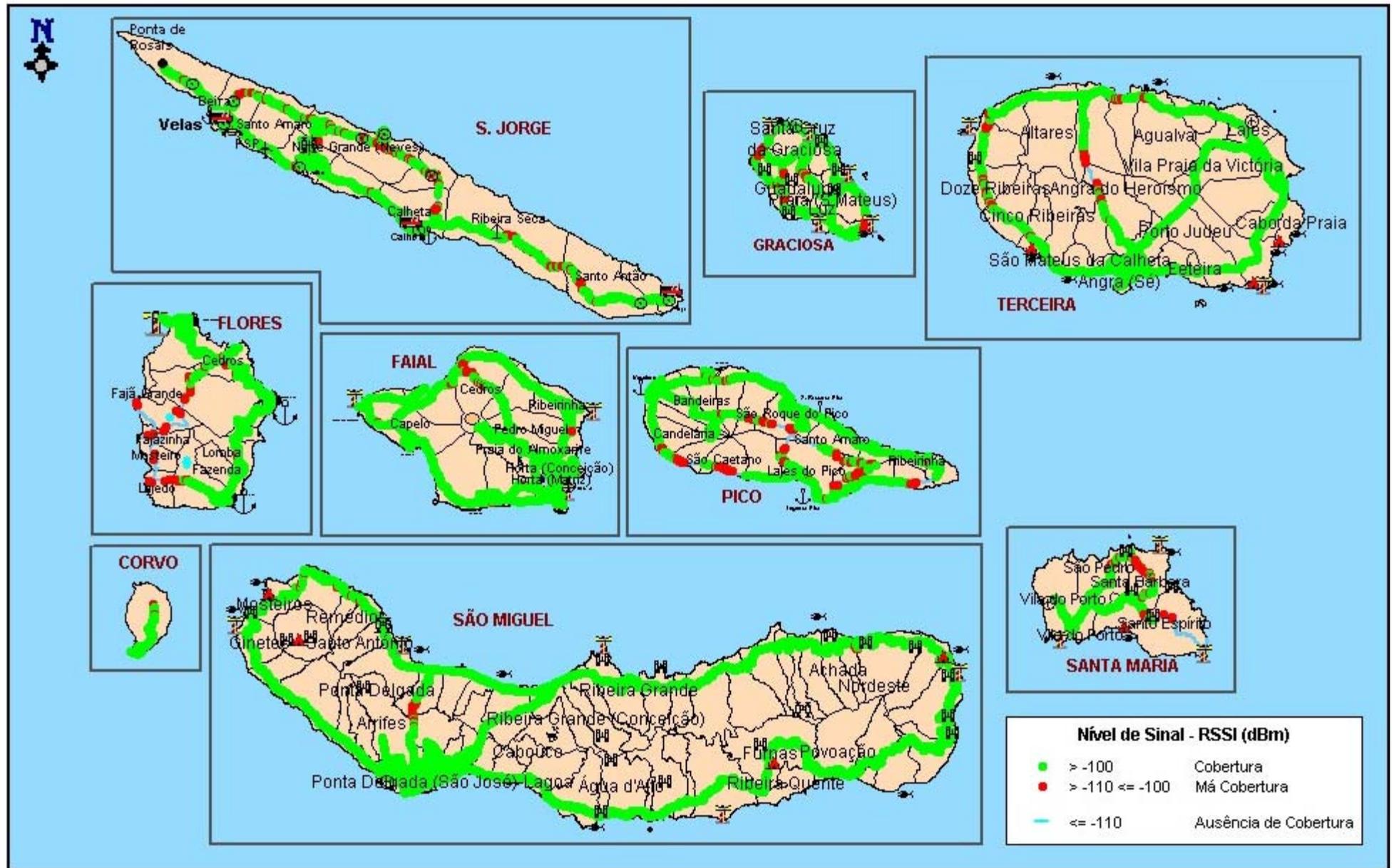
AÇORES

VODAFONE - PSTN



AÇORES

TMN - PSTN



ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

OPTIMUS - PSTN



ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

VODAFONE - PSTN



ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA

TMN - PSTN



Branca