

Esta informação encontra-se publicada no sítio da Anacom na Internet em:

<http://www.anacom.pt/template12.jsp?categoryId=272122>

Data de publicação – 17.5.2008

Sistemas de Comunicações Móveis

GSM / UMTS

Aferição da Qualidade de Serviço

Avaliação da QoS dos Serviços de Voz (GSM), Videotelefonia (UMTS) e Cobertura das Redes (GSM e WCDMA), nos principais Aglomerados Urbanos e Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

Fevereiro de 2008

SIGLAS E ACRÓNIMOS

CoDec	Codificador/Descodificador.
CPICH RSCP	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal recebido por um terminal móvel (WCDMA).
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i> – Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
ITU	<i>International Telecommunications Union</i> – União Internacional de Telecomunicações.
MOS	<i>Mean Opinion Score</i> – Índice de qualidade que quantifica o esforço necessário para se perceber uma comunicação do tipo extremo-a-extremo. Apresenta como limites os valores 0 (zero), quando não há comunicação, e 5 (cinco), quando a comunicação é perfeita. O valor “zero” não aparece nos resultados porque apenas são consideradas situações em que a ligação foi estabelecida e mantida durante um período pré-definido. O “cinco” também não ocorre nos resultados porque os <i>CoDec</i> , utilizados pelas redes móveis, não possibilitam tão elevado valor de qualidade de voz ou de vídeo (a qualidade de voz ou de vídeo obtida com os <i>CoDec</i> normalmente utilizados apresenta valores MOS inferiores a 4,5).
PESQ	<i>Perceptual Evaluation of Speech Quality</i> – Algoritmo utilizado na análise da qualidade áudio de uma comunicação de voz (Recomendado pelo ITU: <i>ITU-T Recommendation P.862 (02/2001)</i> ; <i>ITU-T Recommendation P.862.1 (11/2003)</i>).
RDIS	<i>Rede Digital com Integração de Serviços</i> – Tecnologia utilizada na rede fixa de acesso.
RF	Rádio Frequência.
RxLev	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal recebido por um terminal móvel (GSM).
Scanner	Equipamento de medida que permite recolher níveis de sinal radioelétrico para cada canal de uma banda de frequência.
SQuad-LQ	<i>SwissQual's speech quality algorithm for Listening Quality</i> – Algoritmo desenvolvido pela <i>SwissQual</i> para análise da qualidade áudio de uma comunicação.
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).
VQuad	<i>Objective Model for Video Quality Assessment</i> – Algoritmo utilizado na análise da qualidade vídeo de uma comunicação (desenvolvido pela <i>SwissQual</i>).
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> – Tecnologia utilizada na componente radioelétrica dos sistemas de comunicações UMTS.

Índice

I	Sumário Executivo	3
I.I	Enquadramento Geral	3
I.II	Principais Resultados e Conclusões	6
1	Aferição da Qualidade de Serviço.....	15
1.1	Objectivo.....	15
1.2	Serviços Analisados	15
1.2.1	Serviços de Telefonia:.....	15
1.2.2	Independente dos Serviços:	15
2	Metodologia	16
2.1	Aspectos Fundamentais	16
2.2	Principais Indicadores de QoS	16
2.2.1	Independentes do Serviço	17
2.2.2	Serviços de Telefonia.....	18
2.3	Perfis de Medida.....	22
2.3.1	Aspectos Gerais.....	22
2.3.2	Cobertura	23
2.3.3	Serviços de Telefonia.....	23
2.4	Sistema de Teste/Medida e Pós-Processamento	25
3	Amostra do Estudo	27
3.1	Locais Analisados.....	27
3.2	Dimensão da Amostra	29
3.3	Condições de Recolha de Dados.....	29
4	Resultados Agregados	30
4.1	Aglomerados Urbanos.....	30
4.1.1	Serviço de Voz (GSM)	30
4.1.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	32
4.1.3	Cobertura das Redes.....	35
4.2	Eixos Rodoviários.....	37
4.2.1	Serviço de Voz (GSM)	37
4.2.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	39
4.2.3	Cobertura das Redes.....	42
4.3	Global	44
4.3.1	Serviço de Voz (GSM)	44
4.3.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	46
4.3.3	Cobertura das Redes.....	49

Apêndice – Resultados individuais, por aglomerado urbano e eixo rodoviário.

I SUMÁRIO EXECUTIVO

I.1 ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou, em Setembro e Outubro de 2007, uma avaliação da qualidade dos serviços móveis de voz (GSM), videotelefonia (UMTS) e cobertura das redes (GSM e WCDMA), disponibilizados pelos operadores OPTIMUS, TMN e VODAFONE nos principais aglomerados urbanos e eixos rodoviários de Portugal Continental, através da análise de parâmetros técnicos que traduzem a percepção de qualidade na óptica do consumidor.

A metodologia seguida neste estudo assenta na realização de testes de campo, efectuados na perspectiva do utilizador com recurso a um sistema automático de medida, reflectindo os vários aspectos que afectam a qualidade dos serviços (medições extremo-a-extremo). As medições foram efectuadas em igualdade de condições para os três operadores, nomeadamente em simultâneo, nos mesmos locais e com as mesmas parametrizações, permitindo uma análise comparativa dos desempenhos observados.

Foram analisados os principais indicadores de qualidade, tendo em conta a perspectiva do utilizador e os serviços objecto de estudo:

1. **Cobertura das Redes** – Disponibilidade das redes radioelétricas GSM e WCDMA (UMTS);
2. **Acessibilidade do Serviço** (de voz ou de videotelefonia) – probabilidade de sucesso no estabelecimento de chamadas;
3. **Tempo de Estabelecimento de Chamadas** (de voz ou de videotelefonia) – período de tempo que a rede demora a estabelecer a comunicação, após o envio correcto do pedido (número de telefone de destino);
4. **Taxa de Terminação de Chamadas** (de voz ou de videotelefonia) – Probabilidade de uma chamada, depois de estabelecida com sucesso, se manter activa durante um período de tempo, terminando de forma normal, ou seja, de acordo com a vontade do utilizador;
5. **Qualidade Áudio de Chamada** (de voz ou de videotelefonia) – perceptibilidade da conversação durante uma chamada;
6. **Qualidade Vídeo de Chamada** (Videotelefonia) – perceptibilidade da componente vídeo da comunicação.

A recolha de medidas decorreu, em dias úteis e durante as horas normais de trabalho, de 18 de Setembro a 19 de Outubro de 2007. Foram efectuadas 23.029 chamadas de teste e 3.001.240 medidas de sinal radioelétrico, o que corresponde a aproximadamente 210 horas de medidas ao longo de 8.855 quilómetros.

A amostra utilizada permitiu que os resultados globais obtidos, por cada operador, apresentem erros de precisão máximos inferiores a 1,36%, nos aglomerados urbanos, e inferiores a 3,06%, nos eixos rodoviários, com nível de confiança de 95%.

Face à taxa de penetração destes serviços, à diversidade de equipamentos terminais utilizados e à 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, não se pretendendo avaliar o cumprimento das licenças por parte dos operadores móveis. A transposição/extrapolação dos resultados obtidos para situações específicas requer alguma prudência, sob risco de, se tal não for feito, serem tomadas conclusões enviesadas sobre a realidade em causa.

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:

- 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 três operadores e a eliminação de subjectividade inerente ao utilizador humano;
- Foram utilizados equipamentos terminais *NOKIA 6680*;
- Os testes foram realizados com viaturas em movimento e com antenas exteriores (sem ganho);
- A duração das chamadas, tanto em voz como em videotelefonia, foi de 120 segundos;
- Os testes de voz foram realizados com selecção manual da infra-estrutura 2G (GSM), enquanto que os testes de videotelefonia foram realizados com selecção automática de infra-estrutura 2G ou 3G (GSM/UMTS);
- Os indicadores de cobertura, em particular a cobertura WCDMA, não têm em consideração a

carga das redes (número de utilizadores em simultâneo e tipo de serviços utilizados);

- 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 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados registados pelos indicadores de qualidade de serviço analisados neste estudo mostram diferenças significativas entre as redes GSM e UMTS.

As redes GSM apresentam bons níveis de cobertura e um bom desempenho do serviço de voz, tanto nos aglomerados urbanos como nos eixos rodoviários.

Aquém destes resultados ficaram as redes UMTS. Estas redes ainda não apresentam uma boa cobertura WCDMA, persistem algumas zonas com deficiente ou mesmo inexistente cobertura, principalmente nos eixos rodoviários. No entanto, é de salientar a melhoria de cobertura desta tecnologia observada desde o estudo realizado em Novembro/Dezembro de 2006, em particular nos eixos rodoviários, com consequências positivas no desempenho do serviço de videotelefonía, contudo ainda insuficientes para que este serviço apresente um desempenho adequado.

Coberturas das Redes GSM e WCDMA

Os sistemas de comunicações móveis estudados apresentam bons níveis de cobertura GSM, tanto nos aglomerados urbanos como nos eixos rodoviários, não se observando diferenças significativas entre os operadores (Figura 1 e Figura 2). Mantém-se os níveis de cobertura já observados no estudo realizado em Nov./Dez. de 2006 (Tabela 1 e Tabela 2).

As redes WCDMA apresentam bons níveis de cobertura nas zonas urbanas, sem diferenças significativas entre operadores (Figura 1). A OPTIMUS e a VODAFONE mantêm os níveis de cobertura registados em 2006, observando-se uma ligeira melhoria da TMN, que assim se aproxima dos níveis de cobertura registados pela OPTIMUS e VODAFONE (Tabela 1).

Nos eixos rodoviários, a cobertura WCDMA apresenta níveis inferiores, persistindo algumas zonas com má ou mesmo inexistente cobertura (Figura 2). No entanto, é de salientar que se observam melhorias significativas em relação ao ano anterior (Tabela 2). Observam-se diferenças entre operadores: a TMN apresenta o melhor desempenho, com 97,7% das medições a apresentarem níveis de cobertura “Bons” ou “Aceitáveis”, enquanto que a OPTIMUS e VODAFONE se ficam pelos 93,2% e 90,2%, respectivamente.

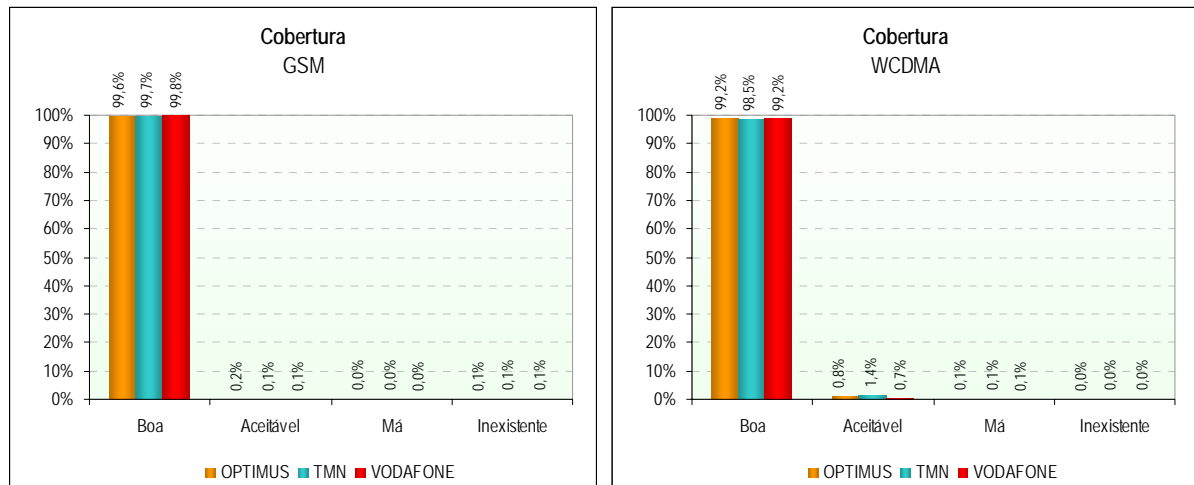


Figura 1 – Indicador Cobertura, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

Tabela 1 – Evolução do indicador *Cobertura*, de 2006 para 2007, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura Radioelétrica	Boa	-0,35%	-0,28%	-0,20%	0,32%	1,27%	0,07%
	Aceitável	0,17%	0,11%	0,09%	-0,20%	-0,66%	-0,09%
	Má	0,04%	0,02%	0,01%	-0,07%	-0,37%	0,02%
	Inexistente	0,14%	0,15%	0,10%	-0,04%	-0,25%	0,00%

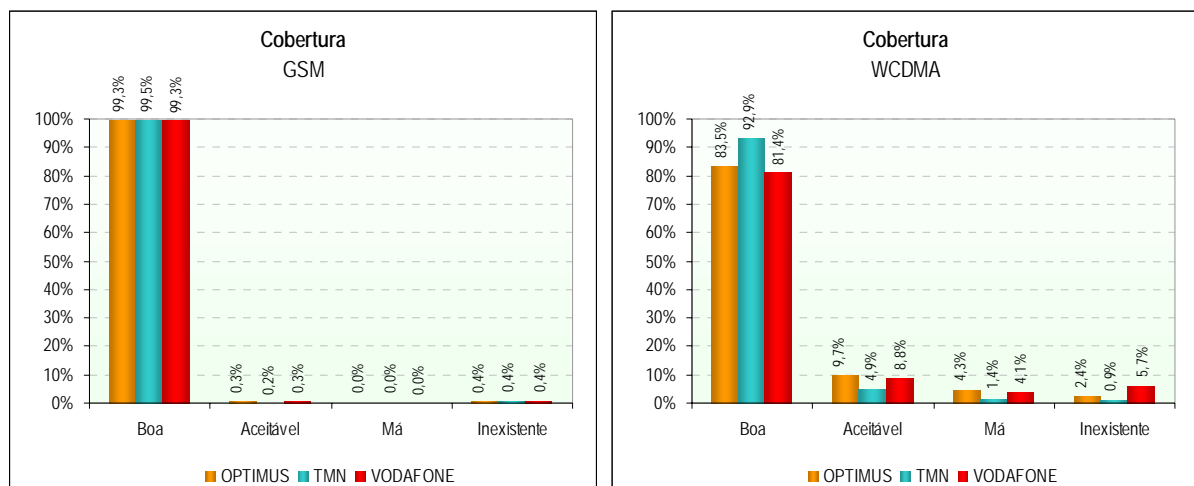


Figura 2 – Indicador *Cobertura*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

Tabela 2 – Evolução do indicador *Cobertura*, de 2006 para 2007, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura Radioelétrica	Boa	-0,57%	-0,47%	-0,55%	13,67%	17,44%	4,55%
	Aceitável	0,16%	0,08%	0,17%	-3,06%	-5,75%	-1,61%
	Má	0,04%	0,01%	0,01%	-2,75%	-4,77%	-0,92%
	Inexistente	0,38%	0,37%	0,37%	-7,86%	-6,92%	-2,02%

Serviço de Voz (GSM)

O serviço de voz apresenta bons resultados em todos os indicadores analisados, tanto nos aglomerados urbanos como nos eixos rodoviários (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8).

As diferenças entre operadores são pouco significativas, no entanto, de um modo geral os resultados registados pelos operadores OPTIMUS e VODAFONE são ligeiramente melhores do que os registados pela TMN, nomeadamente para os indicadores *Acessibilidade do Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*.

Comparando os resultados obtidos neste estudo com os registados no estudo realizado em Novembro e Dezembro de 2006, não se observam alterações significativas (Tabela 3 e Tabela 4).

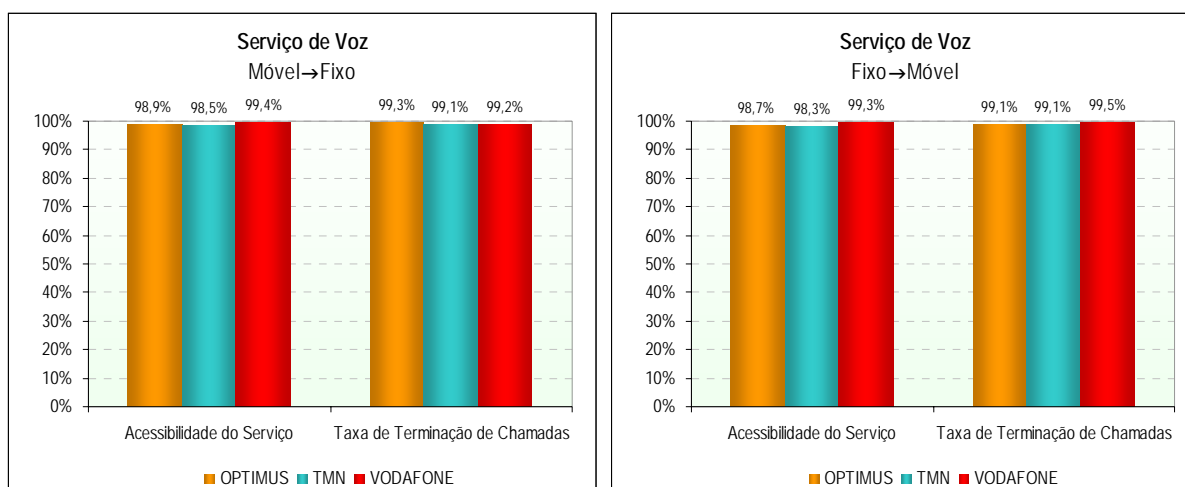


Figura 3 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

Tabela 3 – Evolução dos indicadores *Acessibilidade do Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas*, *Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas* e *Qualidade Áudio Média*, de 2006 para 2007, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Serviço de Voz	Acessibilidade do Serviço	-0,64%	-0,66%	-0,12%	-0,12%	-0,26%	0,14%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,06%	-0,14%	0,27%	-0,06%	-0,26%	-0,13%
	Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas [s]	-0,12	0,15	-0,07	-0,43	-0,12	-0,34
	Qualidade Áudio Média [MOS]	-0,008	-0,002	-0,004	-0,009	-0,022	-0,021

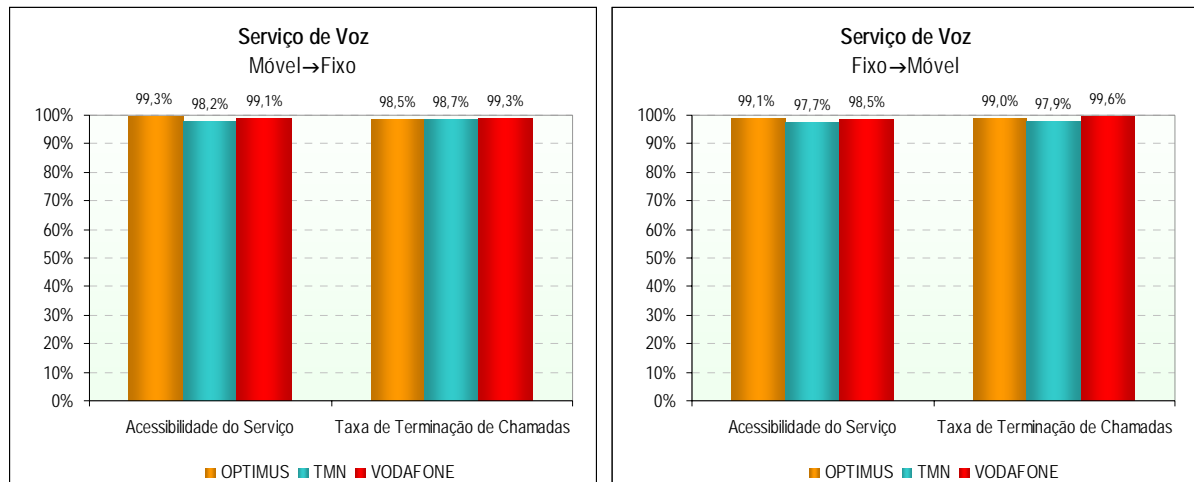


Figura 4 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

Tabela 4 – Evolução dos indicadores *Acessibilidade do Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas*, *Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas* e *Qualidade Áudio Média*, de 2006 para 2007, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

Serviço de Voz	Indicador	OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Serviço de Voz	Acessibilidade do Serviço	-0,04%	-0,23%	-0,97%	-0,31%	-0,22%	-0,27%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,27%	0,84%	-0,09%	-0,31%	-0,04%	0,52%
	Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas [s]	-0,06	0,10	-0,01	-0,45	-0,04	-0,18
	Qualidade Áudio Média [MOS]	-0,008	-0,002	-0,009	-0,011	-0,020	-0,018

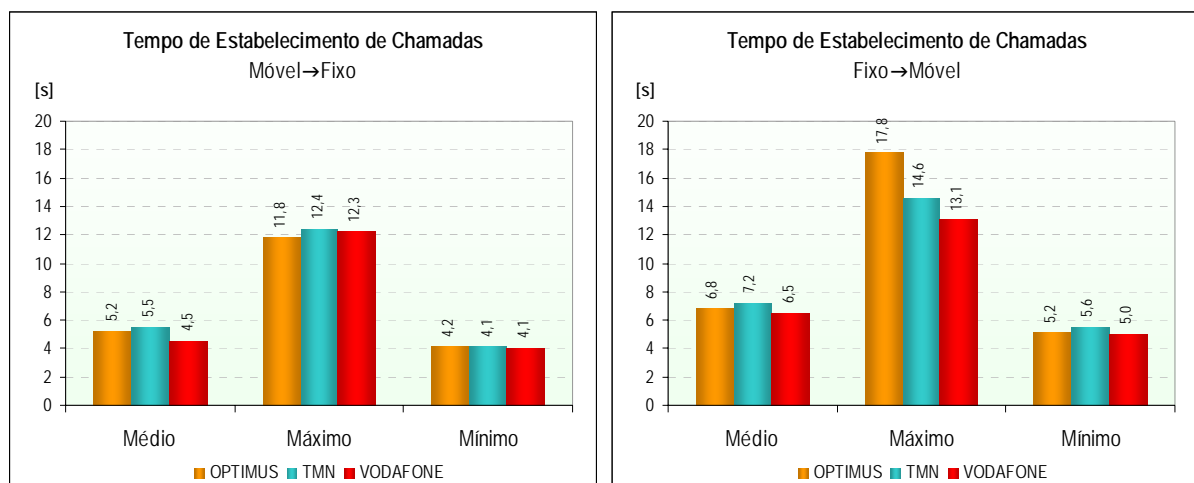


Figura 5 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

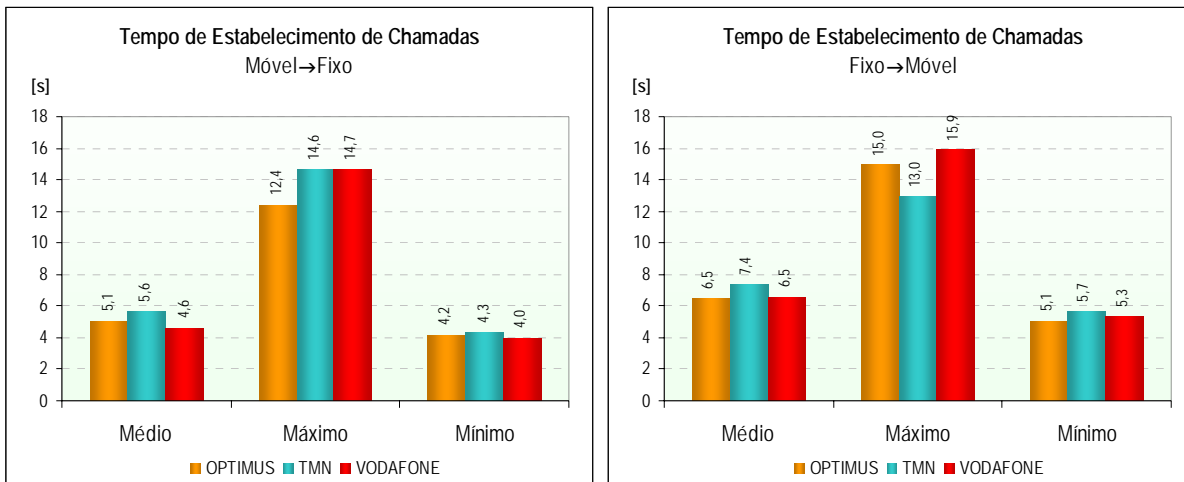


Figura 6 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

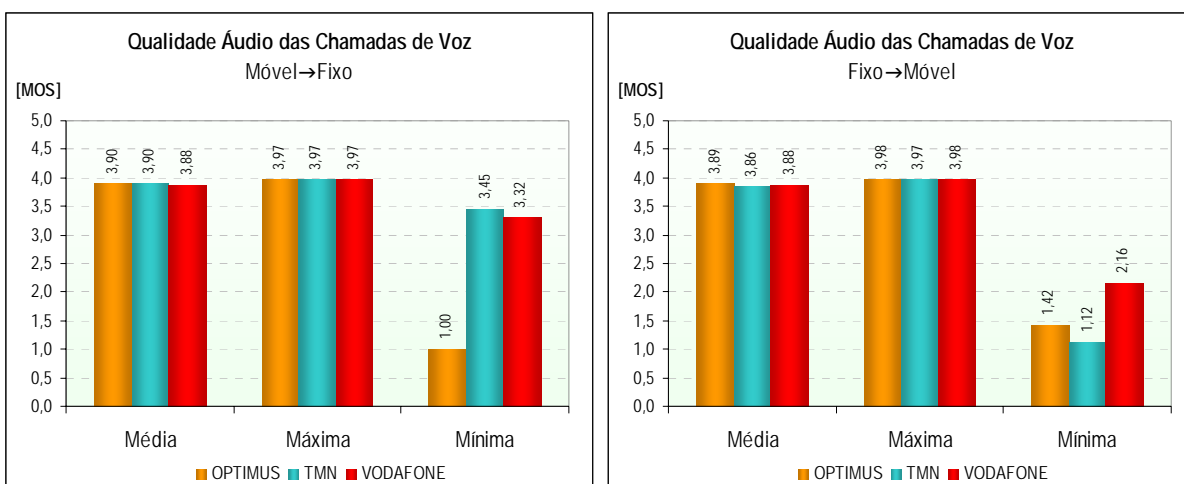


Figura 7 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

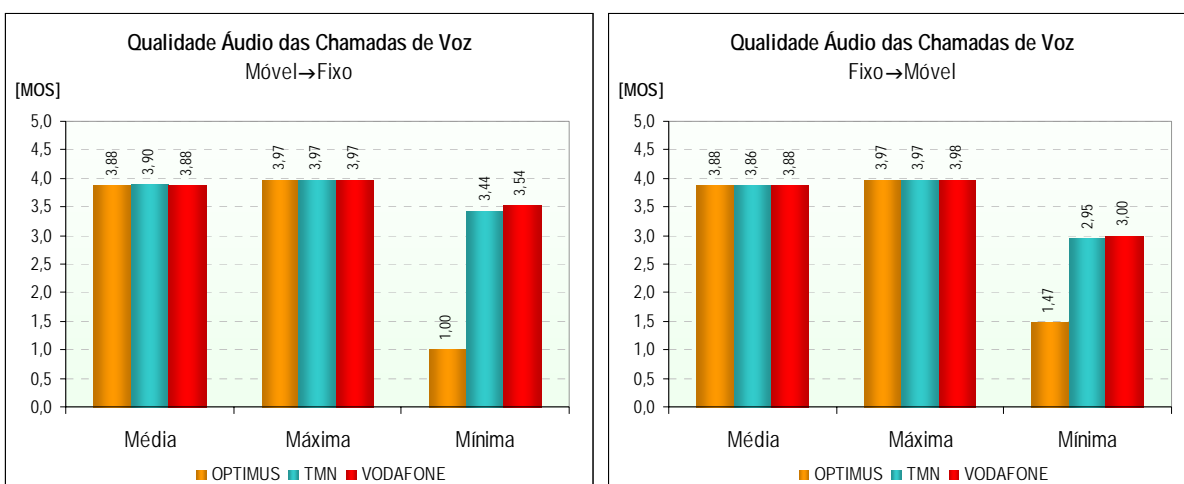


Figura 8 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

Serviço de Videotelefonia (UMTS)

O desempenho do serviço de videotelefonia fica aquém do observado para o serviço de voz, nomeadamente os indicadores *Acessibilidade do Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, sendo o afastamento maior nos eixos rodoviários analisados.

O indicador *Acessibilidade do Serviço* apresenta níveis aceitáveis nos aglomerados urbanos e níveis consideravelmente inferiores nos eixos rodoviários (Figura 9 e Figura 10). Nos aglomerados urbanos, o melhor desempenho foi registado pelo operador VODAFONE, com uma taxa de sucesso de estabelecimento de chamadas de 93,5%. A TMN apresenta os resultados mais baixos com 86,7% de sucesso no estabelecimento de chamadas de videotelefonia. Nos eixos rodoviários, o melhor desempenho pertence à TMN, com 82,2% de sucesso no estabelecimento de chamadas, enquanto que VODAFONE e OPTIMUS se ficam pelos 71,5% e 70,1% de sucesso, respectivamente. Comparando estes resultados com os registados no estudo realizado em 2006, observam-se melhorias muito significativas deste indicador nos eixos rodoviários, atingindo os 17,4% para a TMN, 13,4% para a OPTIMUS e 3,7% para a VODAFONE (Tabela 6). Nos aglomerados urbanos, apenas o operador TMN melhorou o seu desempenho (3%), OPTIMUS e VODAFONE mantêm as prestações observadas no ano anterior (Tabela 5).

O indicador *Taxa de Terminação de Chamadas* apresenta melhores níveis do que o indicador *Acessibilidade do Serviço*, sendo também menos acentuadas as diferenças entre aglomerados urbanos e eixos rodoviários (Figura 9 e Figura 10). As diferenças entre operadores são mais significativas nos eixos rodoviários. Os operadores TMN e OPTIMUS apresentam os melhores desempenhos, com níveis deste indicador superiores a 98% nos aglomerados urbanos e aproximadamente 96% nos eixos rodoviários. A VODAFONE regista 97,4% e 90,6%, nos aglomerados urbanos e eixos rodoviários, respectivamente. Em relação ao estudo realizado em 2006, apenas a TMN apresenta diferenças com algum significado, melhorando o desempenho deste indicador em 2,3%, nos aglomerados urbanos, e 3%, nos eixos rodoviários (Tabela 5 e Tabela 6).

O tempo médio de estabelecimento de chamadas não apresenta diferenças significativas entre aglomerados urbanos e eixos rodoviários, mantendo-se aproximadamente os mesmos valores já registados no estudo realizado em 2006 (Figura 9, Figura 10, Tabela 5 e Tabela 6). O melhor tempo médio observado foi registado pela VODAFONE com aproximadamente 6,3 segundos. O tempo médio mais elevado foi registado pela TMN com cerca de 9 segundos.

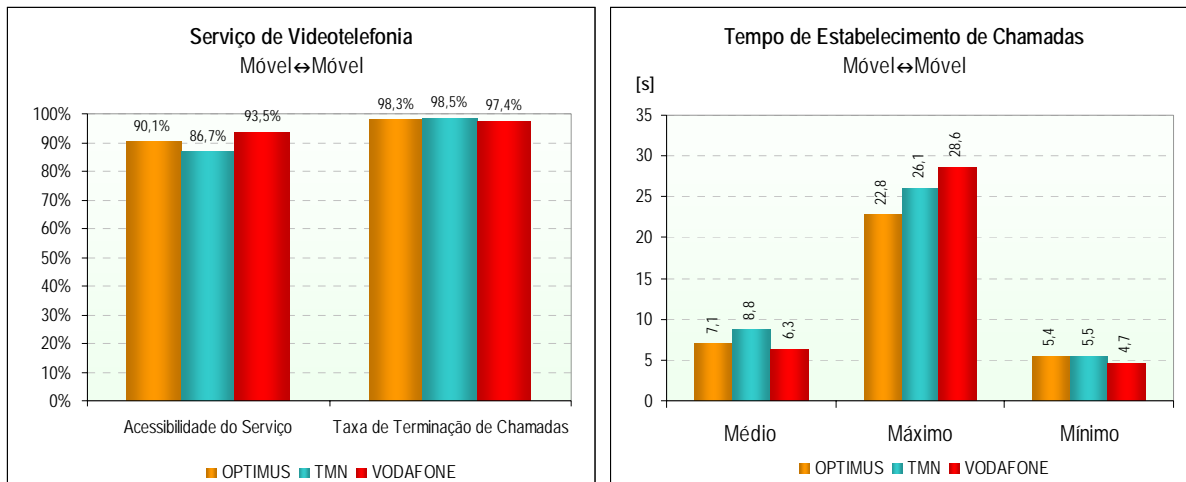


Figura 9 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

Tabela 5 – Evolução dos indicadores *Acessibilidade do Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas*, *Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas*, *Qualidade Áudio Média* e *Qualidade Vídeo Média*, de 2006 para 2007, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Serviço de Videotelefonia			
Acessibilidade do Serviço	-0,44%	2,98%	-0,57%
Taxa de Terminação de Chamadas	0,07%	2,29%	0,69%
Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas [s]	-0,64	-1,02	-0,23
Qualidade Áudio Média [MOS]	0,020	0,082	-0,037
Qualidade Vídeo Média [MOS]	0,067	0,156	-0,069

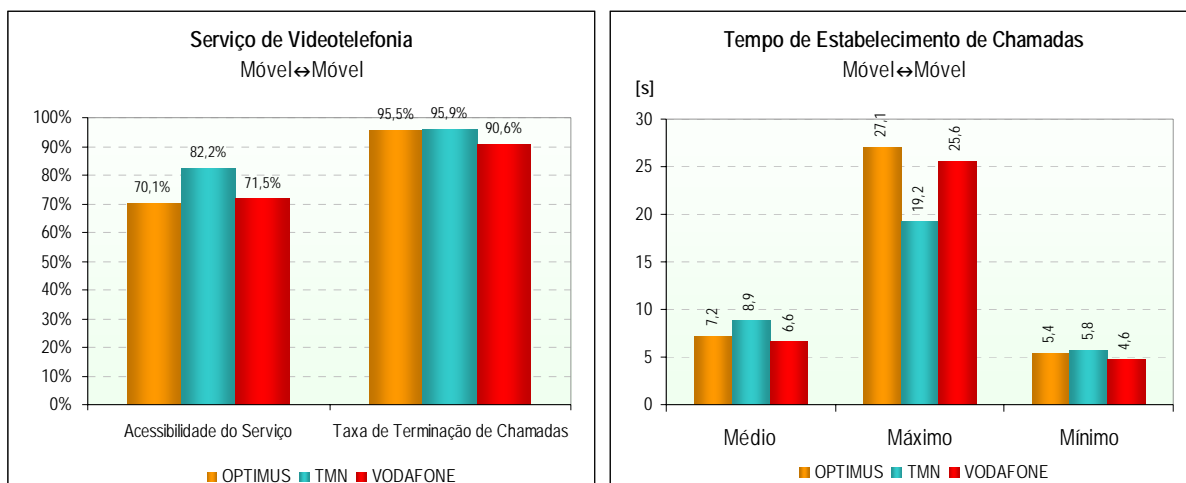


Figura 10 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

Tabela 6 – Evolução dos indicadores *Acessibilidade do Serviço, Taxa de Terminação de Chamadas, Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas, Qualidade Áudio Média e Qualidade Vídeo Média*, de 2006 para 2007, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.
(Diferença entre os valores observados no estudo de 2007 e os valores observados no estudo de 2006)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Serviço de Videotelefonia	Acessibilidade do Serviço	13,41%	17,40%	3,65%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,02%	2,97%	0,24%
	Tempo Médio de Estabelecimento de Chamadas [s]	-0,71	-1,03	-0,10
	Qualidade Áudio Média [MOS]	0,037	0,086	0,006
	Qualidade Vídeo Média [MOS]	0,117	0,122	-0,066

As chamadas de videotelefonia, terminadas de forma normal (120 segundos de duração), apresentam boa *Qualidade Áudio* e aceitável *Qualidade Vídeo* médias. Não se observam diferenças significativas entre operadores ou entre aglomerados urbanos e eixos rodoviários (Figura 11 e Figura 12). Em relação ao estudo realizado em 2006, não se observam alterações significativas de resultados destes indicadores (Tabela 5 e Tabela 6).

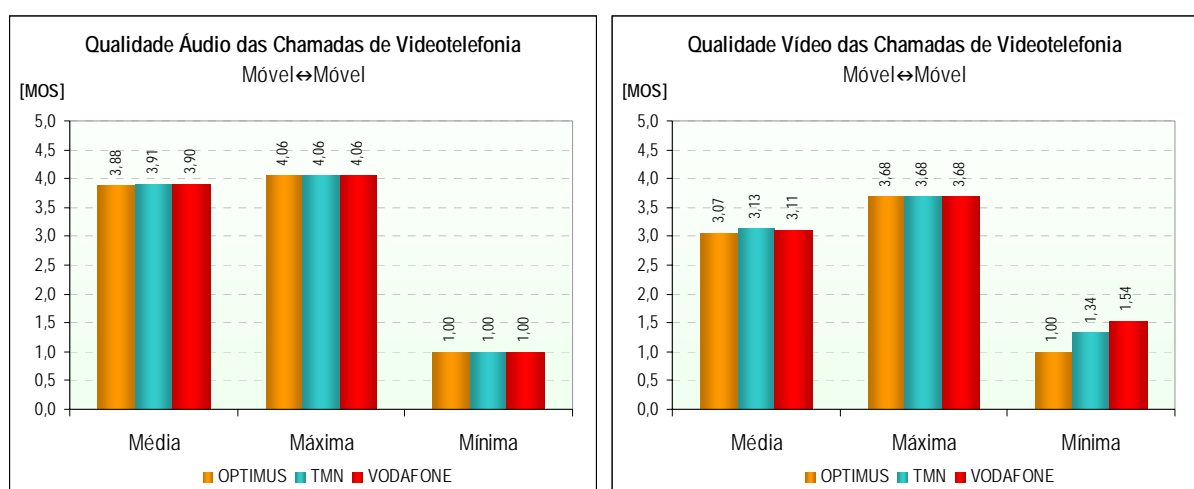


Figura 11 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos de Portugal Continental.

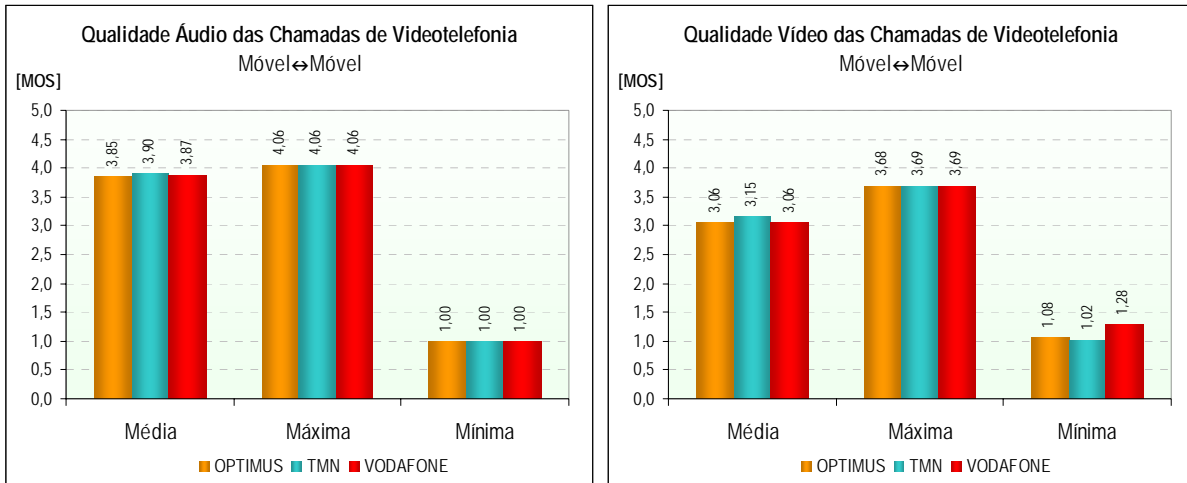


Figura 12 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários de Portugal Continental.

1 AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO

1.1 OBJECTIVO

Analisar a qualidade dos serviços de telecomunicações, que se suportam nas redes móveis GSM/UMTS portuguesas, numa perspectiva do utilizador, através da realização de testes automáticos extremo-a-extremo.

1.2 SERVIÇOS ANALISADOS

Numa avaliação da QoS, na perspectiva do utilizador, devem ser considerados os serviços que, em cada tecnologia, apresentem maior relevância para os utilizadores finais, numa lógica de mercado nacional e internacional, e que sejam normalmente disponibilizados por todos os operadores presentes no mercado.

Tendo presente este princípio orientador, e considerando a realidade actual, foram incluídos neste estudo os seguintes serviços:

1.2.1 SERVIÇOS DE TELEFONIA:

- a. Serviço de Voz (GSM);
- b. Serviço de Videotelefonia (UMTS);

1.2.2 INDEPENDENTE DOS SERVIÇOS:

- c. Cobertura Radioelétrica das Redes (GSM / WCDMA).

2 METODOLOGIA

A metodologia assenta na realização de testes automáticos extremo-a-extremo permitindo, dessa forma, identificar em campo a qualidade de serviço, dando uma perspectiva tão realista quanto possível do desempenho das redes, do ponto de vista do utilizador.

A recolha de medidas é feita através de *drive-tests* o que, além de possibilitar uma avaliação das redes na perspectiva do utilizador, permite que a realização dos testes seja independente do correcto funcionamento das próprias redes, isto é, por exemplo áreas com cobertura deficiente ou mesmo ausente são também consideradas na análise.

Por outro lado, a utilização de um único sistema de testes para avaliar os serviços, disponibilizados pelas três redes móveis, permite um alto grau de comparabilidade dos resultados, no tempo e no local.

2.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspectos fundamentais:

- a) **Medidas extremo-a-extremo** – nos valores medidos encontram-se reflectidos todos os aspectos que influenciam a qualidade de um serviço.
- b) **Imparcialidade** – as medições são efectuadas em igualdade de condições para os três operadores (OPTIMUS, TMN e VODAFONE).
- c) **Objectividade** – os testes são realizados de uma forma totalmente automática, eliminando-se a subjectividade inerente à intervenção ou decisão humana.

2.2 PRINCIPAIS INDICADORES DE QoS

Numa perspectiva de utilizador, a utilização dos serviços móveis apresenta as seguintes fases (diferentes aspectos da Qualidade de Serviço):

- a. **Disponibilidade da Rede** – Indicação de que a rede móvel está presente;
- b. **Acesso à Rede** – Indicação de que é possível utilizar os serviços (normalmente corresponde à indicação do nome da rede no visor do equipamento terminal e da indicação de disponibilidade GPRS e/ou 3G);

- c. **Acesso ao Serviço** – Corresponde à disponibilização, por parte do operador móvel, do acesso a um serviço que o utilizador pretende aceder. (*v.g.* estabelecer uma chamada de voz);
- d. **Integridade do Serviço** – Corresponde à Qualidade do Serviço (QoS) durante a sua utilização (*v.g.* Qualidade Áudio durante uma chamada de voz; Qualidade Vídeo durante uma chamada de videotelefonia);
- e. **Retenção/Manutenção do Serviço** – Corresponde à forma como termina a utilização do serviço (de acordo ou contra a vontade do utilizador).

Para cada um destes aspectos da QoS, foram analisados os principais Indicadores de Qualidade de Serviço.

2.2.1 INDEPENDENTES DO SERVIÇO

2.2.1.1 DISPONIBILIDADE DA REDE RADIOELÉCTRICA (COBERTURA)

A disponibilidade da rede é a probabilidade dos serviços móveis estarem disponíveis para um utilizador (cobertura radioelétrica das redes).

$$\text{Disponibilidade da Rede Radioelétrica [\%]} = \frac{N.^{\circ} \text{ de Medições com os Serviços Móveis Disponíveis}}{N.^{\circ} \text{ Total de Medições}} \times 100\%$$

Considera-se que os serviços móveis estão disponíveis quando os níveis de sinal radioelétrico apresentam valores acima de limiares mínimos que permitam a sua utilização. Estes limiares podem ser ajustados pelos operadores móveis e normalmente apresentam valores diferenciados para GSM e para WCDMA¹.

O sistema de teste e medida utilizado permite, através de um *Scanner* de RF, medir continuamente os níveis de sinal de cada rede móvel. Estas medidas são georeferenciadas permitindo a sua representação em mapas, facilitando a visualização dos níveis de cobertura das redes móveis nos trajectos objecto de estudo.

¹ *Wideband Code Division Multiple Access* – Tecnologia utilizada na rede radioelétrica dos sistemas de comunicações UMTS.

Tabela 7 – Níveis de Cobertura

Cobertura	GSM	WCDMA
Boa	RxLev \geq -85 dBm	CPICH RSCP \geq -95 dBm
Aceitável	-95 dBm \leq RxLev $<$ -85 dBm	-105 dBm \leq CPICH RSCP $<$ -95 dBm
Má	-110 dBm \leq RxLev $<$ -95 dBm	-115 dBm \leq CPICH RSCP $<$ -105 dBm
Inexistente	RxLev $<$ -110 dBm	CPICH RSCP $<$ -115 dBm

2.2.2 SERVIÇOS DE TELEFONIA

2.2.2.1 ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO (DE VOZ OU DE VIDEOTELEFONIA)

A acessibilidade do serviço é a probabilidade de um utilizador ter acesso ao serviço (voz ou videotelefonía), ou seja, probabilidade de sucesso no estabelecimento de chamadas (de voz ou de videotelefonía).

Uma chamada será considerada “Estabelecida com Sucesso” se atingir o terminal chamado (no terminal chamador ouve-se o “sinal de chamar”).

$$\text{Acessibilidade do Serviço [\%]} = \frac{N.^\circ \text{ de Chamadas Estabelecidas com Sucesso}}{N.^\circ \text{ Total de Tentativas de Estabelecimento de Chamadas}} \times 100\%$$

2.2.2.2 TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS (DE VOZ OU DE VIDEOTELEFONIA)

O tempo de estabelecimento de chamadas é o período de tempo que decorre entre o envio de um endereço de destino completo (número de telefone de destino) e o estabelecimento da chamada.

$$\text{Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]} = t_{\text{sinal_chamar}} - t_{\text{envio_endereço}}$$

$t_{\text{envio_endereço}}$ – momento em que o utilizador pressiona o botão de envio.

$t_{\text{sinal_chamar}}$ – momento em que a chamada é estabelecida com sucesso (no terminal chamador ouve-se o “sinal de chamar”).

2.2.2.3 TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS (DE VOZ OU DE VIDEOTELEFONIA)

A taxa de terminação de chamadas é a probabilidade de uma chamada, depois de estabelecida com sucesso, se manter activa durante um determinado período de tempo, terminando de forma normal, ou seja, de acordo com a vontade do utilizador.

$$\text{Taxa de Terminação de Chamadas [\%]} = \frac{N.^\circ \text{ de Chamadas com Terminação Normal}}{N.^\circ \text{ de Chamadas Estabelecidas com Sucesso}} \times 100\%$$

2.2.2.4 QUALIDADE ÁUDIO DE CHAMADA (DE VOZ OU DE VIDEOTELEFONIA)

Este indicador quantifica a perceptibilidade da conversação durante uma chamada (de voz ou de videotelefonía). São avaliados os dois sentidos da comunicação e apenas são consideradas as chamadas com terminação normal.

A avaliação deste indicador de QoS consiste na comparação da amostra original de áudio enviada, $X(t)$, com a correspondente amostra degradada recebida, $Y(t)$, no outro extremo da chamada, através da aplicação do algoritmo *PESQ*².

O índice objectivo de qualidade áudio obtido através da aplicação deste algoritmo é próximo do que se obteria se a amostra $Y(t)$ fosse submetida à apreciação subjectiva de um painel de utilizadores do serviço.

$$\begin{array}{l} \text{Qualidade \u00c1udio de Chamada}_{\text{lado A}} [MOS_LQO] = f \{X_B(t); Y_A(t)\} \\ \text{Qualidade \u00c1udio de Chamada}_{\text{lado B}} [MOS_LQO] = f \{X_A(t); Y_B(t)\} \end{array}$$

lado A; lado B – designa\u00e7\u00e3o dos dois extremos de uma chamada de voz.

MOS_LQO – escala de quantifica\u00e7\u00e3o da qualidade \u00e1udio percebida (*Mean Opinion Score – Listening-only Quality Objective*).

f – fun\u00e7\u00e3o correspondente \u00e0 aplica\u00e7\u00e3o de um algoritmo de c\u00e1lculo e fun\u00e7\u00e3o de convers\u00e3o dos resultados em valores *MOS_LQO*.

$X_A(t); X_B(t)$ – amostra original de \u00e1udio enviada a partir do lado A (B).

$Y_A(t); Y_B(t)$ – amostra degradada de \u00e1udio recebida no lado A (B), resultante da transmiss\u00e3o da amostra original $X_B(t)$ ($X_A(t)$).

Os resultados da aplica\u00e7\u00e3o do algoritmo s\u00e3o apresentados numa escala do tipo MOS (*Mean Opinion Score*) de 1 a 5 designada por *MOS_LQO* (*Mean Opinion Score – Listening-only Quality Objective*), tal como indicado na Tabela 8. A escala MOS quantifica o esfor\u00e7o necess\u00e1rio para se perceber uma comunica\u00e7\u00e3o. Apresenta como limites os valores 0 (zero), quando n\u00e3o h\u00e1 comunica\u00e7\u00e3o, e 5 (cinco), quando a comunica\u00e7\u00e3o \u00e9 perfeita. O valor “zero” nunca aparece nos resultados porque apenas s\u00e3o consideradas situa\u00e7\u00f5es em que a liga\u00e7\u00e3o foi estabelecida e mantida durante um per\u00edodo pr\u00e9-definido. O “cinco” tamb\u00e9m n\u00e3o ocorre nos resultados porque os *CoDec*³, utilizados pelas redes m\u00f3veis, n\u00e3o possibilitam t\u00e3o elevado valor de qualidade de voz (a qualidade de voz obtida com os *CoDec* normalmente utilizados apresenta valores de MOS inferiores a 4,5).

² PESQ – *Perceptual Evaluation of Speech Quality*. Recomendado pelo ITU-International Telecommunications Union (ITU-T Recommendation P.862 (02/2001); ITU-T Recommendation P.862.1 (11/2003)).

³ CoDec – Codificador/Descodificador.

Tabela 8 - Escala MOS_LQO / MOS_VQO

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

Nas situações em que em cada sentido da mesma chamada sejam enviadas e recebidas várias amostras de áudio $\{X_1(t), \dots, X_n(t); Y_1(t), \dots, Y_n(t)\}$, o indicador *Qualidade Áudio de Chamada* é calculado através da média aritmética dos valores obtidos pela aplicação da expressão acima apresentada a cada par de amostras de áudio, ou seja:

$$\begin{aligned}
 \text{Qualidade Áudio de Chamada}_{\text{lado A}} [MOS_LQO] &= \frac{f\{X_{1B}(t); Y_{1A}(t)\} + \dots + f\{X_{nB}(t); Y_{nA}(t)\}}{n} \\
 \text{Qualidade Áudio de Chamada}_{\text{lado B}} [MOS_LQO] &= \frac{f\{X_{1A}(t); Y_{1B}(t)\} + \dots + f\{X_{nA}(t); Y_{nB}(t)\}}{n}
 \end{aligned}$$

2.2.2.5 QUALIDADE VÍDEO DE CHAMADA DE VIDEOTELEFONIA

Este indicador quantifica a qualidade visual da comunicação, durante uma chamada de videotelefonía. São avaliados os dois sentidos da comunicação e apenas são consideradas as chamadas com terminação normal.

O processo de avaliação deste indicador é idêntico ao utilizado para a *Qualidade Áudio de Chamada*.

$$\begin{aligned}
 \text{Qualidade Vídeo de Chamada}_{\text{lado A}} [MOS_VQO] &= f\{W_B(t); Z_A(t)\} \\
 \text{Qualidade Vídeo de Chamada}_{\text{lado B}} [MOS_VQO] &= f\{W_A(t); Z_B(t)\}
 \end{aligned}$$

lado A; lado B – designação dos dois extremos de uma chamada de videotelefonía.

MOS_VQO – escala de quantificação da qualidade visual percebida (*Mean Opinion Score – Visual Quality Objective*).

f – função correspondente à aplicação de um algoritmo de cálculo e função de conversão dos resultados em valores *MOS_VQO*.

W_A(t); W_B(t) – amostra original de vídeo enviada a partir do lado A (B).

Z_A(t); Z_B(t) – amostra degradada de vídeo recebida no lado A (B), resultante da transmissão da amostra original *W_B(t)* (*W_A(t)*).

Actualmente não existe nenhum algoritmo recomendado por organismos de normalização internacionais para avaliação da qualidade vídeo. Contudo, alguns fabricantes de sistemas de medida desenvolveram os seus próprios algoritmos, tendo em conta as linhas orientadoras traçadas pelo ETSI (ETSI TR 102 493 v1.1.1 (2005-08)) e pelo *VQEG – Video Quality Experts Group* (*"Multimedia Group Test Plan"*, Draft Version 1.16, February 7, 2007). É o caso da *SwissQual, AG*, fornecedora do sistema de

teste e medida utilizado neste estudo, que utiliza nos seus produtos um algoritmo proprietário designado *VQuad - Objective Model for Video Quality Assessment*.

Na Figura 13 apresenta-se o diagrama funcional do algoritmo VQuad. Este algoritmo baseia-se num modelo do tipo referência total (*full-reference*), ou seja, na comparação perceptual da amostra degradada de vídeo com a sua referência. Uma sequência (amostra) de vídeo de referência é transmitida através da rede móvel em teste. No destino, procede-se à captura da sequência de vídeo e à sua validação objectiva através da comparação perceptual com a sequência de vídeo de referência. O resultado é um índice global de qualidade visual (MOS_VQO) e outros parâmetros de qualidade específicos (*block distortion, blurring, jerkiness, level, PSNR, frame jitter, frame loss, lip-sync, etc.*).

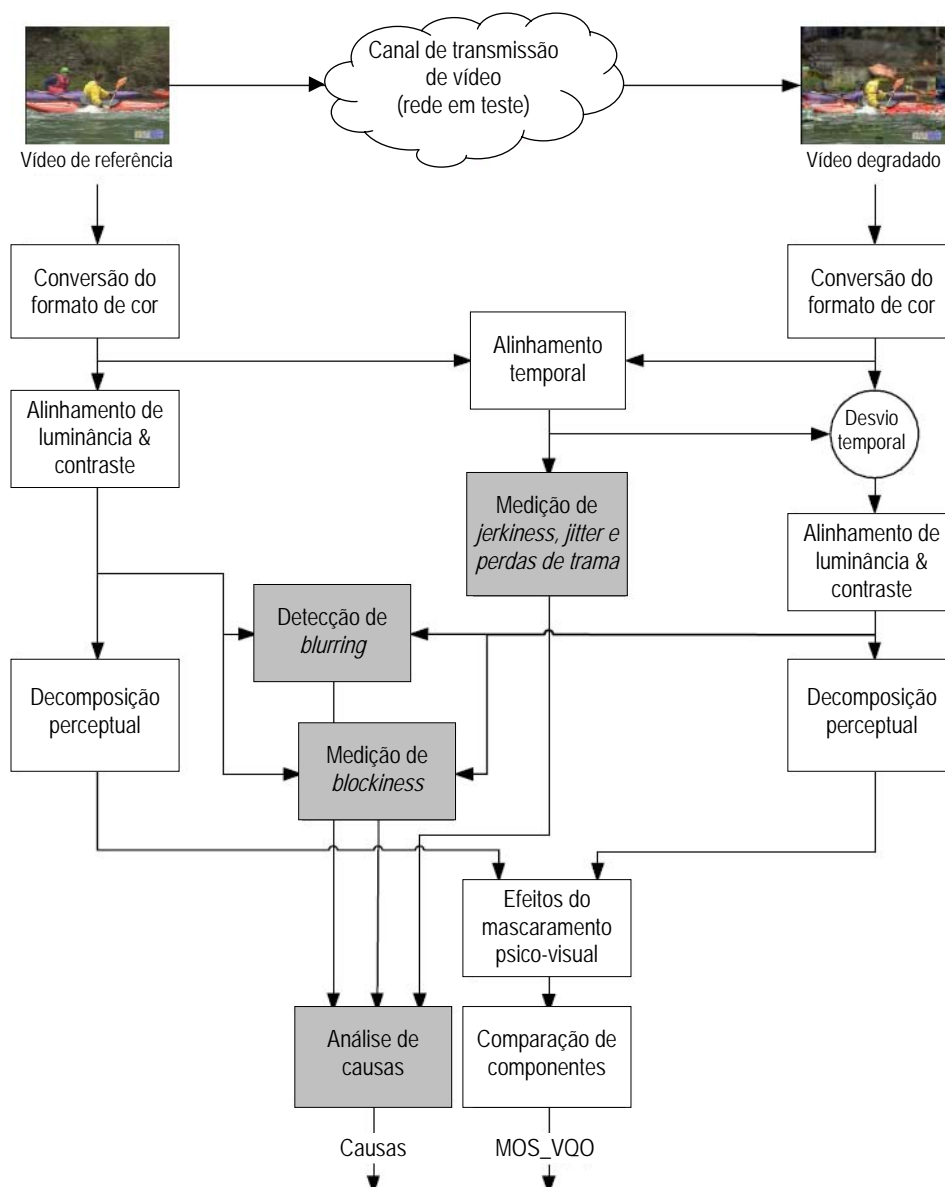


Figura 13 – Diagrama funcional do algoritmo VQuad (*SwissQual, AG*)

O índice global de qualidade visual, resultante da aplicação do algoritmo VQuad, é apresentado numa escala do tipo MOS (*Mean Opinion Score*) de 1 a 5 designada por MOS_VQO (*Mean Opinion Score – Visual Quality Objective*), tal como indicado na Tabela 8.

Nas situações em que em cada sentido da mesma chamada sejam enviadas e recebidas várias amostras de vídeo $\{W_1(t), \dots, W_n(t); Z_1(t), \dots, Z_n(t)\}$, o indicador *Qualidade Vídeo de Chamada* é obtido através da média aritmética dos valores obtidos pela aplicação da equação anteriormente apresentada a cada par de amostras de vídeo, ou seja:

$$\begin{aligned} \text{Qualidade Vídeo de Chamada}_{\text{lado A}} [MOS_VQO] &= \frac{f\{W_{1B}(t); Z_{1A}(t)\} + \dots + f\{W_{nB}(t); Z_{nA}(t)\}}{n} \\ \text{Qualidade Vídeo de Chamada}_{\text{lado B}} [MOS_VQO] &= \frac{f\{W_{1A}(t); Z_{1B}(t)\} + \dots + f\{W_{nA}(t); Z_{nB}(t)\}}{n} \end{aligned}$$

2.3 PERFIS DE MEDIDA⁴

Os perfis de medida definem um conjunto de condições, que devem ser acauteladas, para a correcta aferição da qualidade dos serviços e garantia da fiabilidade dos testes. Contemplam ainda a normalização de processos e a definição de parâmetros de teste e medida, de forma a permitirem a exequibilidade das análises e a comparabilidade dos resultados obtidos.

2.3.1 ASPECTOS GERAIS

Os testes são realizados de forma totalmente automática com recurso ao sistema *Seven.Five* (durante a execução de um teste não há qualquer intervenção ou decisão humana).

Os testes de voz são realizados com selecção manual da infra-estrutura 2G (GSM), enquanto que os testes de videotelefonia são realizados com selecção automática das infra-estruturas 2G ou 3G (GSM/UMTS).

As medidas são realizadas em movimento, utilizando viaturas automóveis com antenas exteriores (sem ganho). Todos os parâmetros recolhidos são georeferenciados, permitindo a sua posterior

⁴ Os perfis de medida, aqui apresentados, têm por base as especificações técnicas ETSI TS 102 250, nomeadamente a parte 5 (ETSI TS 102 250-5 V1.3.1

representação em cartografia digital.

2.3.2 COBERTURA

A avaliação da cobertura radioelétrica das redes efectua-se por medição dos níveis de sinal em *downlink*, RxLev (*Received signal Level*) para GSM e CPICH RSCP (*Common Pilot Channel Received Signal Code Power*) para WCDMA, ao longo de cada trajecto em estudo.

As medidas são efectuadas com um equipamento adequado e dedicado exclusivamente a esta tarefa – um *Scanner* de RF– para que os valores medidos correspondam aos níveis efectivos de sinal. O equipamento de medida dispõe de capacidade para, em cada ponto, recolher amostras de sinal de todos os canais radioelétricos GSM e WCDMA, utilizados pelos operadores em análise, com uma periodicidade de aproximadamente 1 e 3 segundos, respectivamente. Posteriormente, as amostras recolhidas são analisadas e apenas as que apresentarem os melhores valores de nível de sinal, em cada ponto e para cada tecnologia e operador, são consideradas.

Cada ponto de medida é georeferenciado para a posterior representação dos níveis de sinal em cartografia digital, facilitando assim a visualização dos níveis de cobertura das redes móveis nos trajectos objecto de estudo e a identificação de locais com cobertura deficiente ou inexistente.

2.3.3 SERVIÇOS DE TELEFONIA

Estes serviços são avaliados extremo-a-extremo, utilizando-se a “chamada” como unidade base de teste.

As chamadas de teste são estabelecidas entre dois equipamentos terminais, em que pelo menos um é do tipo móvel (*MS – Mobile Station* ou *UE – User Equipment*). Este MS ou UE desloca-se no trajecto/local em estudo, designando-se MOC (*Mobile Originated Call*) as chamadas originadas neste equipamento terminal.

Para minimizar a incerteza, que acompanha sempre os processos de medida, o segundo extremo das chamadas de teste deve apresentar bons níveis e grande estabilidade de desempenho. Pretende-se que o impacto deste extremo nos indicadores de desempenho dos serviços em análise seja mínimo. As

(2005-11)), e ETSI EG 202 057, nomeadamente as partes 3 e 4 (ETSI EG 202 057-3 V1.1.1 (2005-04) e ETSI EG 202 057-4 V1.1.1 (2005-10)).

soluções passam pela utilização de terminais de rede fixa (RDIS), para avaliação do desempenho do serviço de voz, e de terminais móveis (UE), para avaliação do desempenho do serviço de videotelefonia. Os UE são mantidos estáticos em locais com adequada (boa) cobertura radioelétrica, interferência mínima e com 100% (virtualmente) de probabilidade de acesso ao serviço de videotelefonia. As chamadas originadas neste extremo, no terminal RDIS ou no UE, e terminadas no terminal móvel que se encontra no local em teste, designam-se MTC (*Mobile Terminated Call*).

Após o início de uma chamada de teste, analisa-se a integridade da comunicação (qualidade áudio, no serviço de voz, e qualidade áudio/vídeo, no serviço de videotelefonia) alternadamente em cada sentido, independentemente do extremo em que se iniciou a chamada.

Tendo em vista a comparação do desempenho dos vários operadores (*benchmark*), nas sessões de teste é utilizada uma janela temporal fixa para realização de cada chamada. Quando ocorre uma falha de chamada, tanto na fase de estabelecimento como na fase de conversação, a chamada seguinte só tem início quando chegar a janela temporal seguinte.

2.3.3.1 SERVIÇO DE VOZ

A análise do serviço de voz, num determinado local, inclui as capacidades de estabelecimento e terminação de chamadas.

Como se pretende estudar a utilização normal do serviço de voz a duração das chamadas de teste apresenta um valor próximo da duração média das chamadas cursadas nas redes. A janela temporal contempla, além da própria duração de chamada, períodos que permitem o estabelecimento e desligamento da chamada e também uma pausa de 30 segundos entre chamadas consecutivas, para prevenir eventuais problemas de rede relacionados com sinalização ou gestão da mobilidade.

Os parâmetros de teste utilizados para análise do serviço de voz apresentam os seguintes valores:

- ▶ Relação entre MOC/MTC: 1/1;
- ▶ Duração das chamadas de teste: 120 segundos;
- ▶ Janela temporal para realização de uma chamada de teste: 180 segundos;
- ▶ Tempo máximo para estabelecimento de uma chamada: 20 segundos.

2.3.3.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

Os parâmetros de teste para análise do serviço de videotelefonia são semelhantes aos utilizados para o serviço de voz. A diferença ocorre na janela temporal que é maior, dado que os tempos necessários para estabelecimento de chamadas e negociação da comunicação áudio/vídeo entre terminais são mais longos.

Os parâmetros de teste utilizados para análise do serviço de videotelefonia apresentam os seguintes valores:

- ▶ Relação entre MOC/MTC: 1/1;
- ▶ Duração das chamadas de teste: 120 segundos;
- ▶ Janela temporal para realização de uma chamada de teste: 210 segundos;
- ▶ Tempo máximo para estabelecimento de uma chamada: 20 segundos;
- ▶ Tempo máximo para estabelecimento da comunicação áudio e vídeo: 30 segundos.

2.4 SISTEMA DE TESTE/MEDIDA E PÓS-PROCESSAMENTO

Nas medidas no terreno e no seu pós-processamento foi utilizado o sistema *Seven.Five/NetQual*, concebido e desenvolvido pela *SwissQual, A.G.* (Suíça). Trata-se de um conjunto de ferramentas desenhadas especificamente para análise e *benchmarking* de sistemas de comunicações móveis.

O sistema é composto pelos seguintes módulos:

- a. **7.5 Multi** – Unidade Móvel, com *scanner* de RF e equipamentos terminais móveis comerciais (no estudo realizado foram utilizados terminais NOKIA 6680);
- b. **Land Unit** – Unidade Fixa, com cartas de interface RDIS, utilizada para testes de voz;
- c. **Video Call Server** – Unidade Fixa, com equipamentos terminais móveis comerciais (também NOKIA 6680), utilizado para testes de videotelefonia;
- d. **Media Server** – Unidade Fixa, servidor utilizado para testes de dados e de *videostreaming*;
- e. **NQDI** – Sistema de Pós-processamento, para análise e reporte das medidas realizadas.

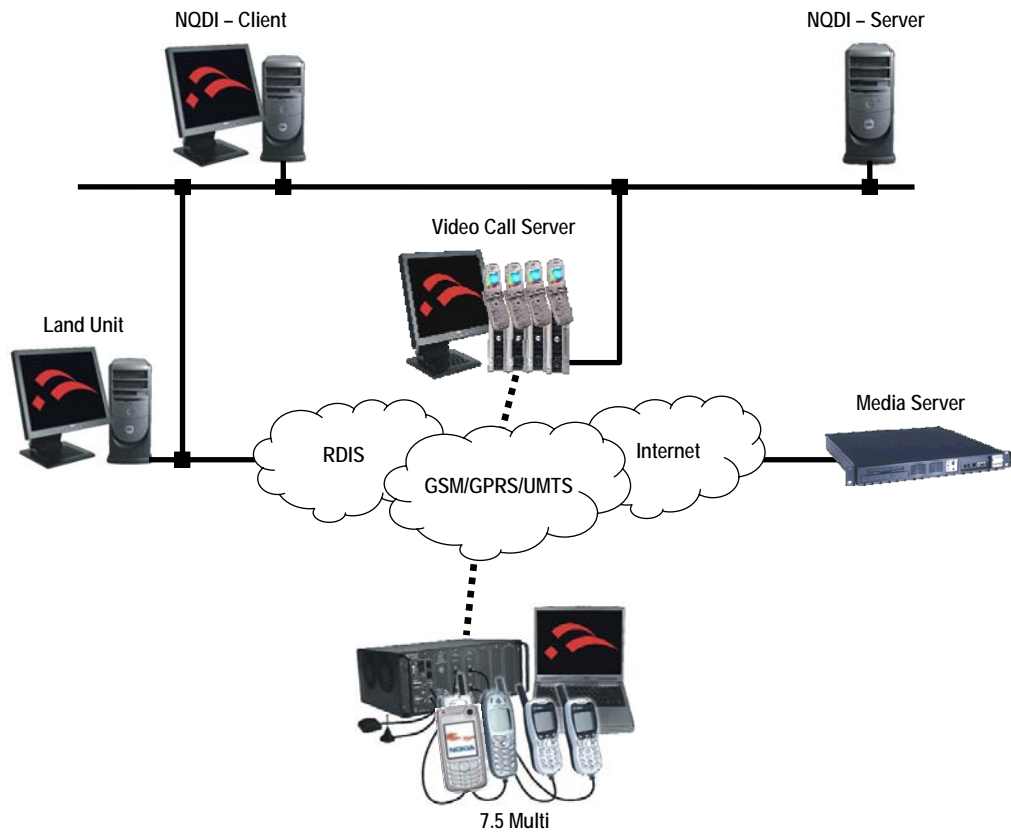


Figura 14 – Arquitectura do sistema *Seven.Five/NetQual*

3 AMOSTRA DO ESTUDO

Para uma adequada avaliação da qualidade dos serviços de Voz (GSM), Videotelefonia (UMTS) e Cobertura das Redes (GSM e WCDMA), foi escolhida uma amostra representativa da utilização destes serviços nos principais aglomerados urbanos e eixos rodoviários de Portugal Continental.

3.1 LOCAIS ANALISADOS

Pretendendo-se com este estudo aferir a qualidade dos serviços disponibilizados pelas redes móveis, tal como esta 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 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 torna-se 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. Nesse sentido, os locais escolhidos devem ser aqueles em que os serviços são mais utilizados, ou seja, nos maiores aglomerados urbanos e nos eixos rodoviários.

No entanto, seguindo apenas este critério correríamos o risco de as medidas se concentrarem nas zonas mais densamente povoadas do litoral norte, pelo que se optou por, além de seguir este critério, considerar também uma distribuição geográfica dos locais onde irão ser efectuadas as medições por forma a contemplar as regiões do interior.

Assim, foram efectuados testes em todas as capitais de distrito, alargando a área de recolha às localidades limítrofes nas regiões de Lisboa e Porto, e também nos principais eixos rodoviários do território continental português.

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).

Tabela 9 – 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

Tabela 10 – Eixos Rodoviários

Eixos Rodoviários	Distância Aproximada (Km)
Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	60
Lisboa-Porto (A1)	310
Oeiras-Castelo Branco-Guarda (A9 / A1 / A23)	335
Lisboa-Vila Real de S ^o . António (A2 / A22)	330
Vila Real de S ^o . António-Faro-Lagos (EN 125)	135
Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	220
Lisboa-Leiria (A8)	150
Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	245
Porto-Bragança (A4 / IP4)	235
Aveiro-Viseu-Vilar Formoso (IP5 / A25)	200
Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	220
Total	2.440

3.2 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Tabela 11 – Amostra, para os três operadores estudados

	Horas em Medidas	Chamadas de Voz	Chamadas de Videotelefonia	Medidas Cobertura		Quilómetros em Medidas	
				GSM	WCDMA		
Aglomerados Urbanos	Aveiro	6 h 12	363	316	66.919	22.136	151
	Beja	6 h 10	366	314	66.641	21.873	129
	Braga	6 h 36	387	335	71.187	23.592	217
	Bragança	6 h 27	377	325	69.822	22.765	156
	Castelo Branco	6 h 16	371	320	68.129	22.532	137
	Coimbra	6 h 13	366	313	66.858	21.799	156
	Évora	6 h 03	359	310	65.498	21.593	135
	Faro	6 h 04	359	311	65.364	21.262	135
	Guarda	6 h 36	379	324	69.281	22.984	162
	Leiria	6 h 12	365	316	66.999	22.226	150
	Portalegre	6 h 26	380	323	69.619	23.235	110
	Santarém	6 h 09	364	314	66.438	21.993	128
	Setúbal	6 h 16	370	321	67.917	22.530	167
	Viana do Castelo	6 h 19	375	320	68.536	22.609	153
	Vila Real	6 h 10	362	311	66.474	21.685	149
	Viseu	6 h 21	375	322	68.693	22.337	130
	Grande Porto	18 h 22	1.084	935	198.052	65.272	558
Grande Lisboa	36 h 04	2.145	1.851	390.588	124.073	865	
Total Aglomerados Urbanos	154 h 56	9.147	7.881	1.673.015	546.496	3.788	
Eixos Rodoviários	Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	6 h 15	368	320	67.533	22.226	301
	Lisboa-Porto (A1)	5 h 22	307	262	56.117	18.353	623
	Oeiras-Castelo Branco-Guarda (A9 / A1 / A23)	6 h 24	376	326	69.844	22.048	674
	Lisboa-Vila Real de Sto. António (A2 / A22)	6 h 13	368	321	67.374	21.899	662
	Vila Real de Sto. António-Faro-Lagos (EN125)	5 h 02	293	258	54.425	17.903	271
	Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	4 h 25	261	225	47.800	15.380	443
	Lisboa-Leiria (A8)	2 h 53	169	147	31.249	10.272	298
	Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	5 h 06	289	251	53.674	14.273	494
	Porto-Bragança (A4 / IP4)	5 h 25	318	274	58.393	19.122	469
	Aveiro-Vilar Formoso (IP5 / A25)	3 h 33	210	176	38.009	12.662	395
	Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	4 h 23	259	223	47.590	15.583	437
Total Eixos Rodoviários	55 h 01	3.218	2.783	592.008	189.721	5.067	
Total Global	209 h 57	12.365	10.664	2.265.023	736.217	8.855	

3.3 CONDIÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

As campanhas no terreno decorreram em dias úteis do período de 18 de Setembro a 19 de Outubro.

Nas regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto foram efectuadas sessões de medidas entre as 8h00 e as 12h00 e entre as 16h00 e as 20h00. Nos restantes aglomerados urbanos as sessões de medida foram efectuadas durante os períodos normais de trabalho.

Em cada eixo rodoviário foram efectuados dois percursos em medidas, com excepção do eixo rodoviários A5/IC19 em que foram feitos vários percursos ao longo de um dia (6h15).

4 RESULTADOS AGREGADOS

4.1 AGLOMERADOS URBANOS

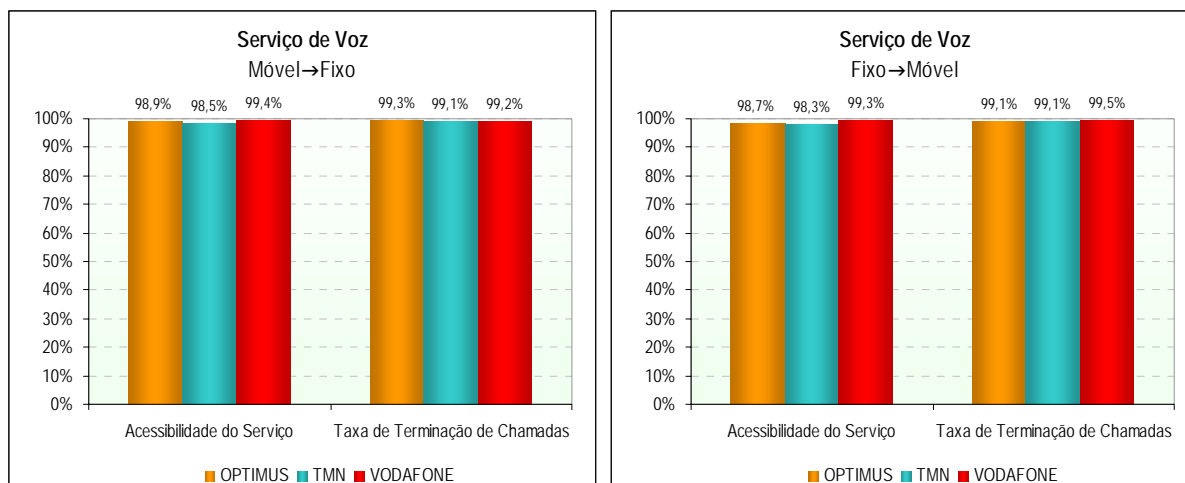
4.1.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	1.548	1.504	1.548	1.503	1.541	1.503
	Falhadas no Estabelecimento	17	20	23	26	9	10
	Falhadas Durante a Chamada	10	13	13	14	12	8
	Com Terminação Normal	1.521	1.471	1.512	1.463	1.520	1.485
	Acessibilidade do Serviço	98,9%	98,7%	98,5%	98,3%	99,4%	99,3%
	Taxa de Terminação de Chamadas	99,3%	99,1%	99,1%	99,1%	99,2%	99,5%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	1.531	1.484	1.525	1.477	1.532	1.493
	Tempo Médio [s]	5,2	6,8	5,5	7,2	4,5	6,5
	Tempo Máximo [s]	11,8	17,8	12,4	14,6	12,3	13,1
	Tempo Mínimo [s]	4,2	5,2	4,1	5,6	4,1	5,0
	Desvio Padrão [s]	0,7	1,3	0,6	1,1	0,4	0,7
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	2.989	2.992	2.975	2.975	3.005	3.005
	Média [MOS]	3,90	3,89	3,90	3,86	3,88	3,88
	Máxima [MOS]	3,97	3,98	3,97	3,97	3,97	3,98
	Mínima [MOS]	1,00	1,42	3,45	1,12	3,32	2,16
	Desvio Padrão [MOS]	0,10	0,11	0,06	0,15	0,09	0,11

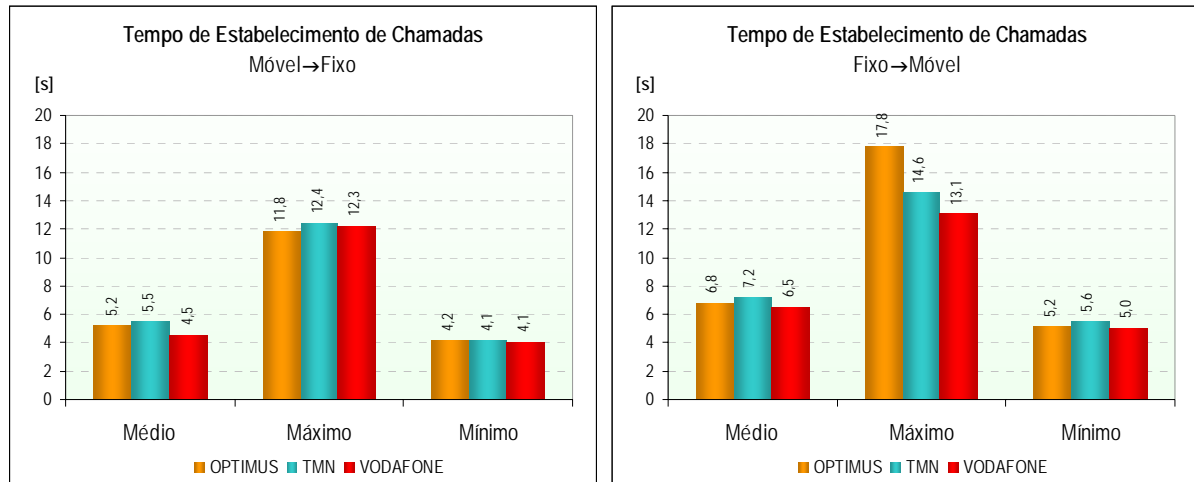
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,5%	0,6%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,5%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,037	0,066	0,028	0,058	0,022	0,036
	Qualidade Áudio [MOS]	0,003	0,004	0,002	0,005	0,003	0,004

Nível de Confiança = 95 %

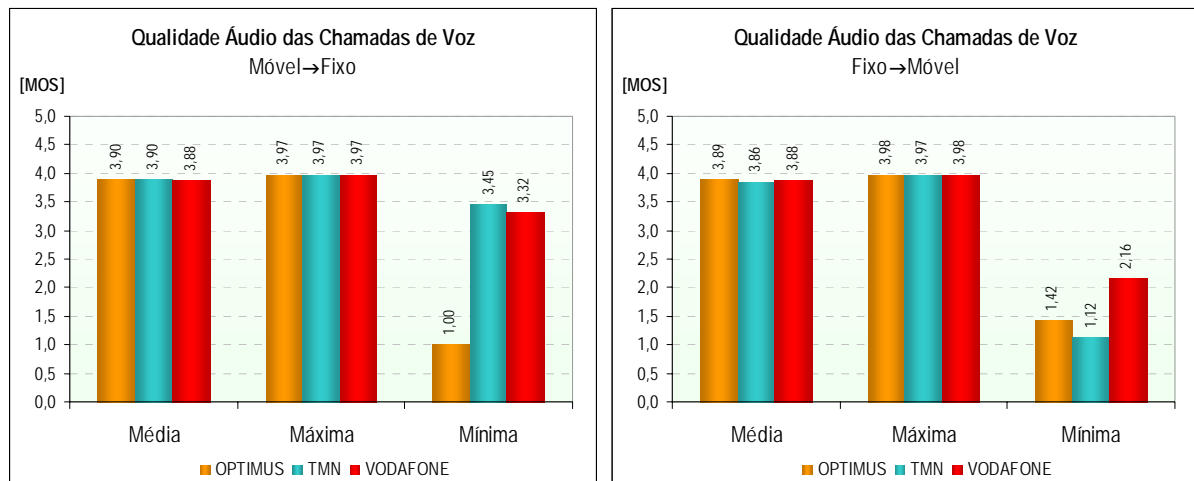
4.1.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



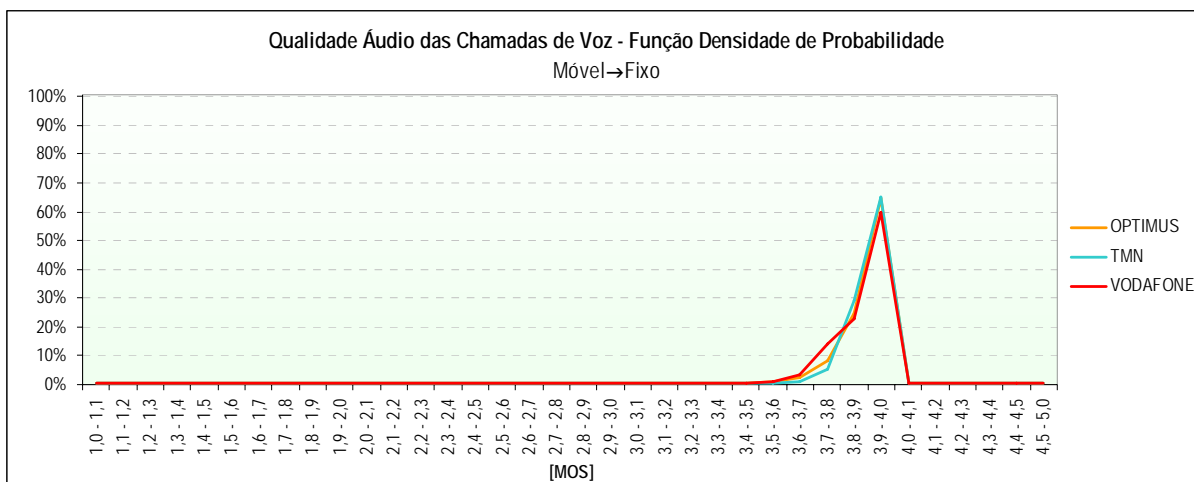
4.1.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

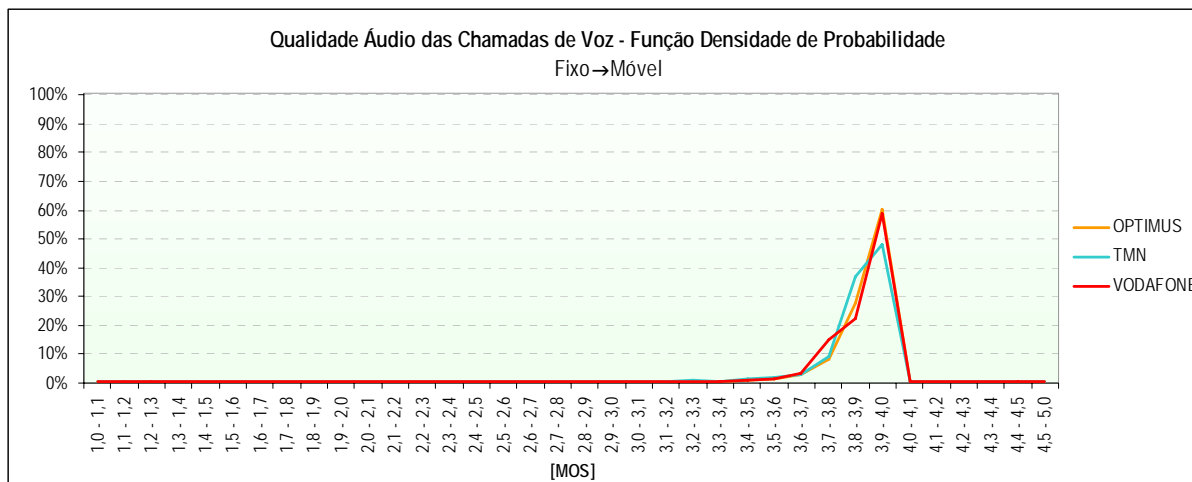


4.1.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*



4.1.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





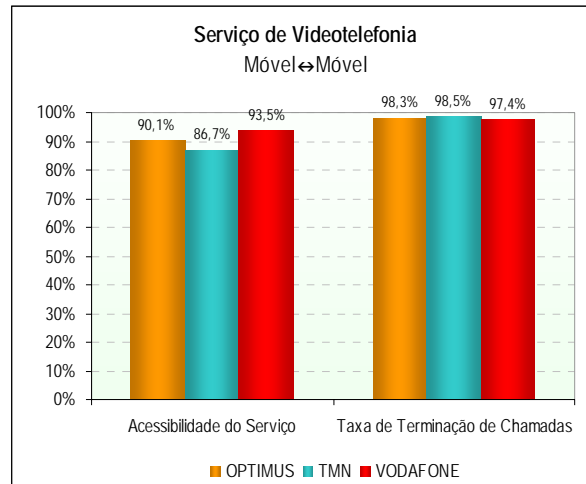
4.1.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	2.626	2.624	2.631
	Falhadas no Estabelecimento	260	350	170
	Falhadas Durante a Chamada	41	34	64
	Com Terminação Normal	2.325	2.240	2.397
	Acessibilidade do Serviço	90,1%	86,7%	93,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,3%	98,5%	97,4%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	2.366	2.274	2.461
	Tempo Médio [s]	7,1	8,8	6,3
	Tempo Máximo [s]	22,8	26,1	28,6
	Tempo Mínimo [s]	5,4	5,5	4,7
	Desvio Padrão [s]	1,5	2,2	1,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	4.632	4.463	4.763
	Média [MOS]	3,88	3,91	3,90
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Desvio Padrão [MOS]	0,26	0,29	0,27
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	4.629	4.460	4.756
	Média [MOS]	3,07	3,13	3,11
	Máxima [MOS]	3,68	3,68	3,68
	Minima [MOS]	1,00	1,34	1,54
	Desvio Padrão [MOS]	0,55	0,55	0,55

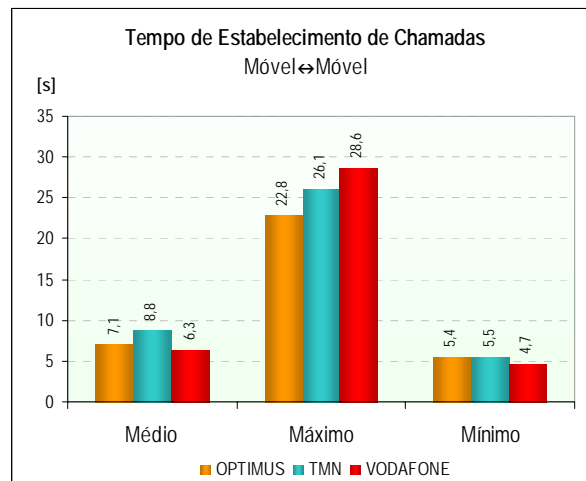
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	1,2%	1,4%	1,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,6%	0,6%	0,7%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,062	0,088	0,070
	Qualidade Áudio [MOS]	0,008	0,009	0,008
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,016	0,016	0,016

Nível de Confiança = 95 %

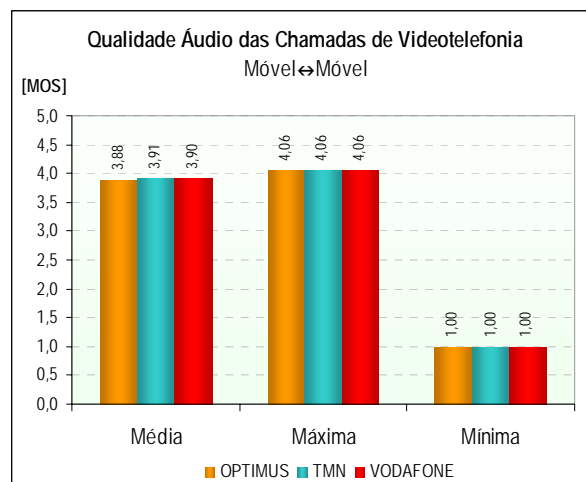
4.1.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



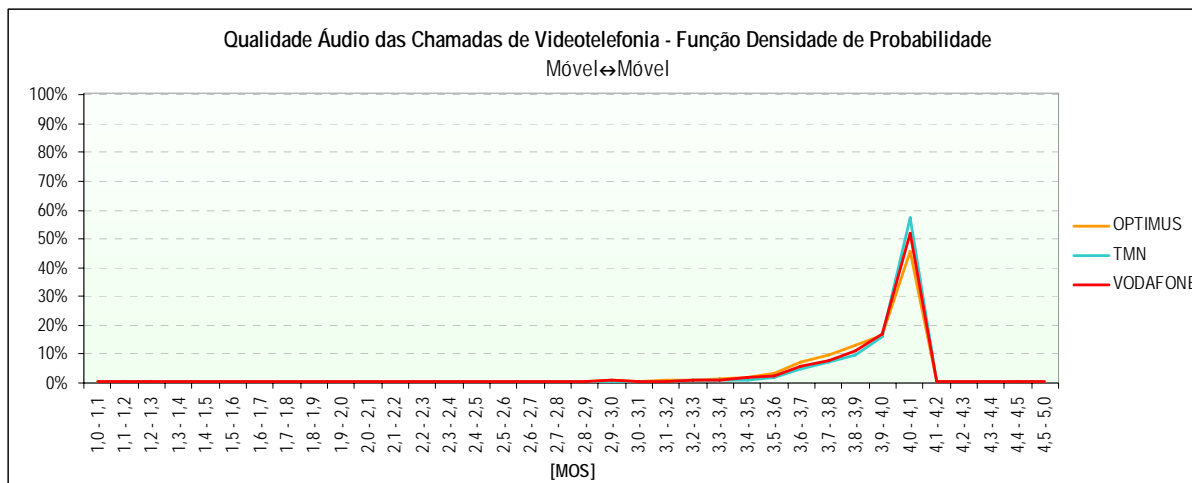
4.1.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



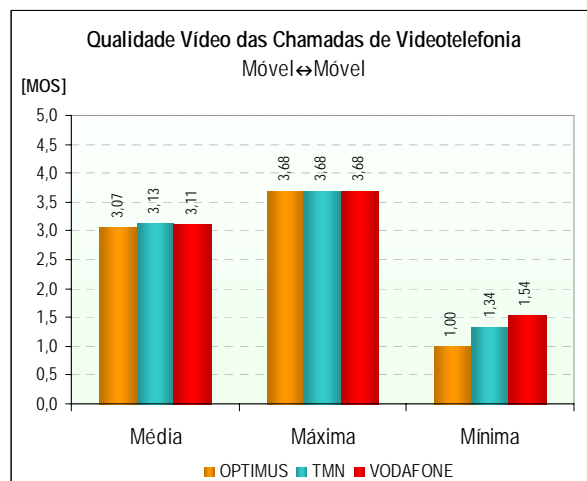
4.1.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



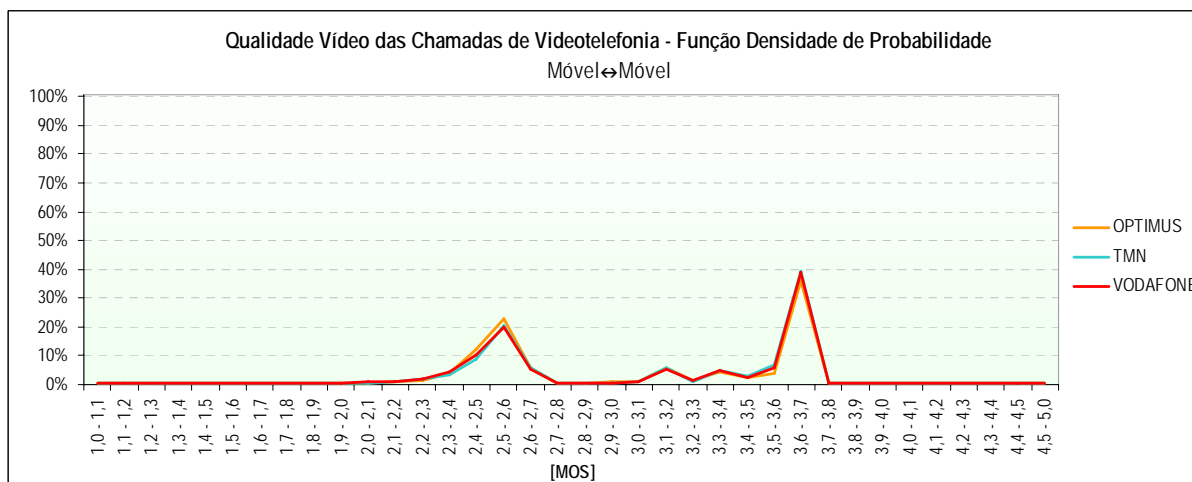
4.1.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.1.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



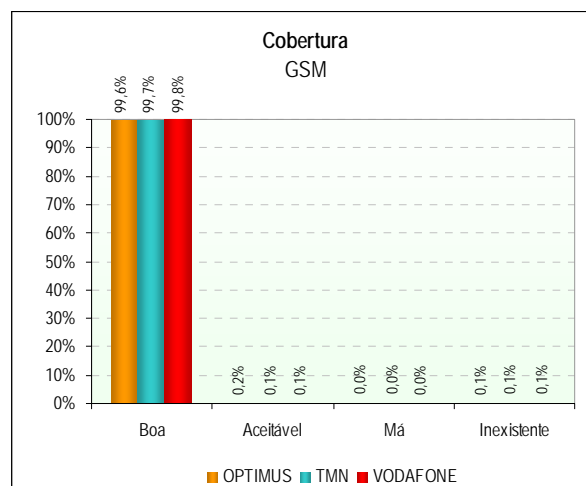
4.1.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



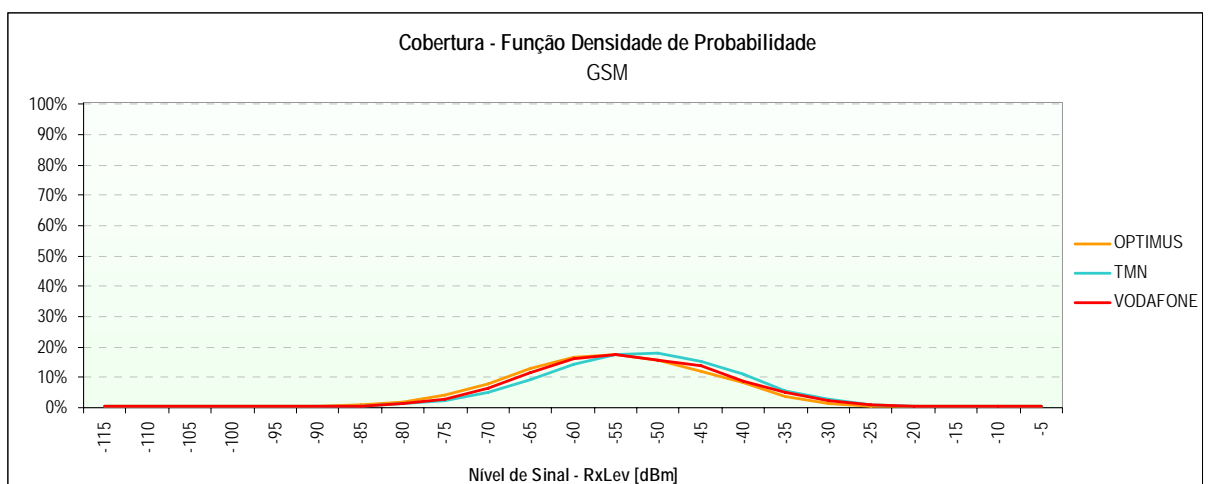
4.1.3 COBERTURA DAS REDES

	GSM			WCDMA			
	OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE	
CoBERTura	Número de Amostras (Medições)	557.633	557.747	557.635	183.220	182.193	181.083
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-53	-50	-51	-68	-68	-64
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-8	-7	-6	-29	-21	-24
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-115	-115	-115	-120	-123	-122
	Desvio Padrão [dBm]	11	11	11	11	12	12
	Boa	99,6%	99,7%	99,8%	99,2%	98,5%	99,2%
	Aceitável	0,2%	0,1%	0,1%	0,8%	1,4%	0,7%
	Má	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
	Inexistente	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%

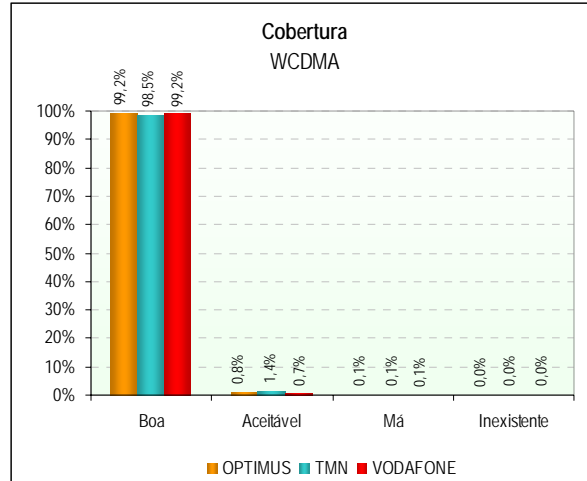
4.1.3.1 GSM



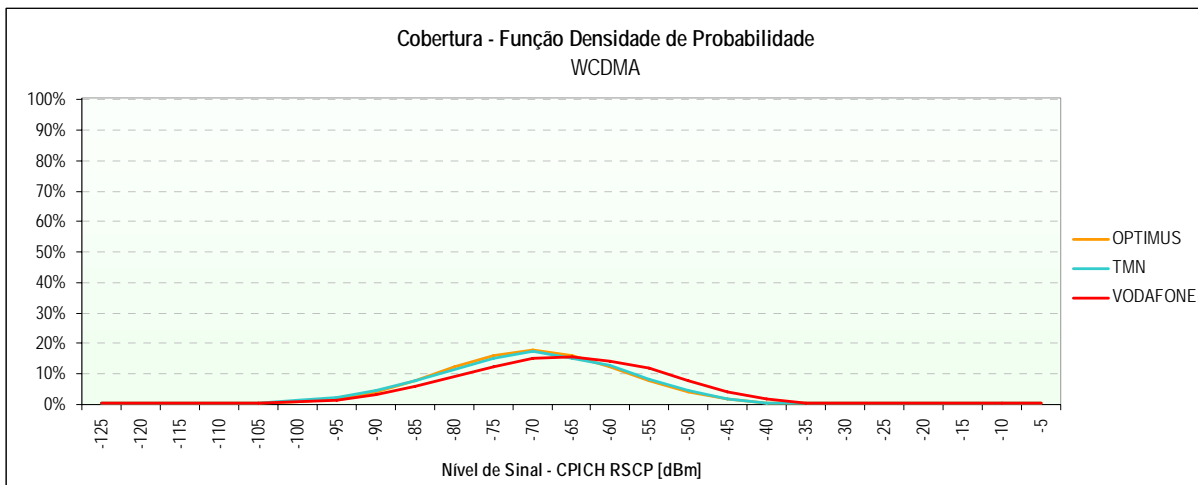
4.1.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.1.3.3 WCDMA



4.1.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.2 EIXOS RODOVIÁRIOS

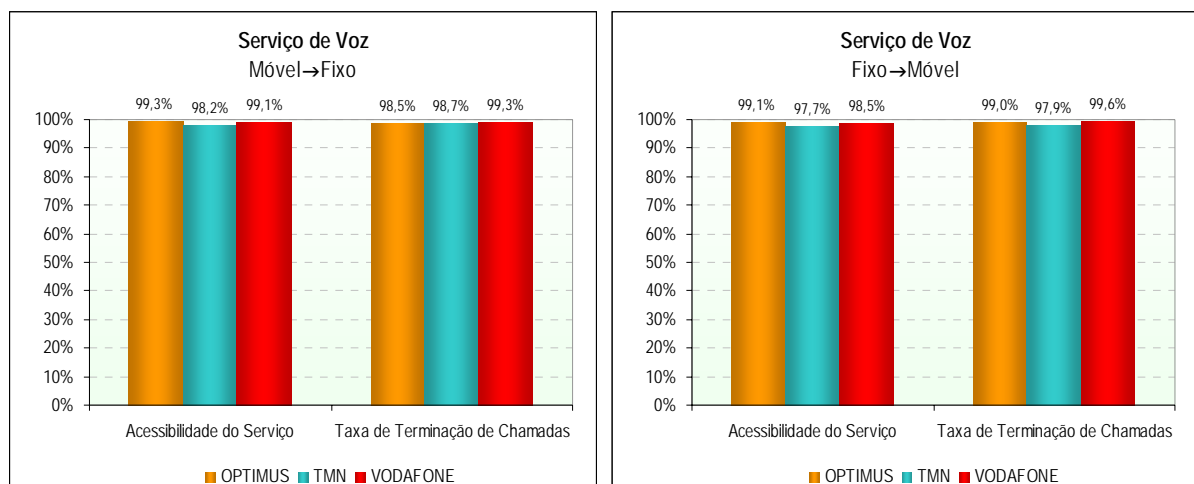
4.2.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	546	527	545	528	546	526
	Falhadas no Estabelecimento	4	5	10	12	5	8
	Falhadas Durante a Chamada	8	5	7	11	4	2
	Com Terminação Normal	534	517	528	505	537	516
	Acessibilidade do Serviço	99,3%	99,1%	98,2%	97,7%	99,1%	98,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,5%	99,0%	98,7%	97,9%	99,3%	99,6%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	542	522	535	516	541	518
	Tempo Médio [s]	5,1	6,5	5,6	7,4	4,6	6,5
	Tempo Máximo [s]	12,4	15,0	14,6	13,0	14,7	15,9
	Tempo Mínimo [s]	4,2	5,1	4,3	5,7	4,0	5,3
	Desvio Padrão [s]	0,7	1,1	0,7	1,0	0,6	0,9
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	1.051	1.051	1.033	1.033	1.053	1.053
	Média [MOS]	3,88	3,88	3,90	3,86	3,88	3,88
	Máxima [MOS]	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,98
	Mínima [MOS]	1,00	1,47	3,44	2,95	3,54	3,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,16	0,15	0,07	0,12	0,08	0,10

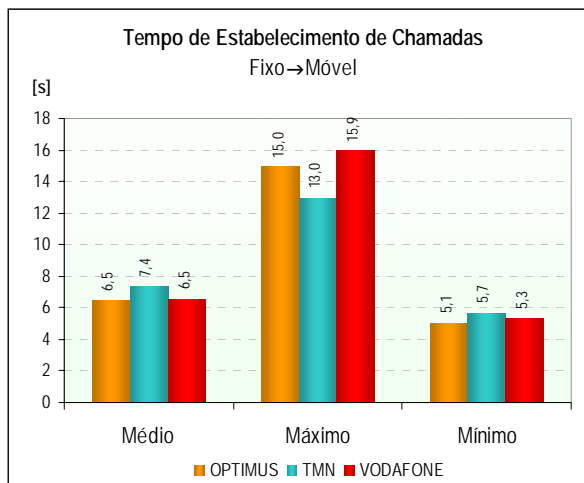
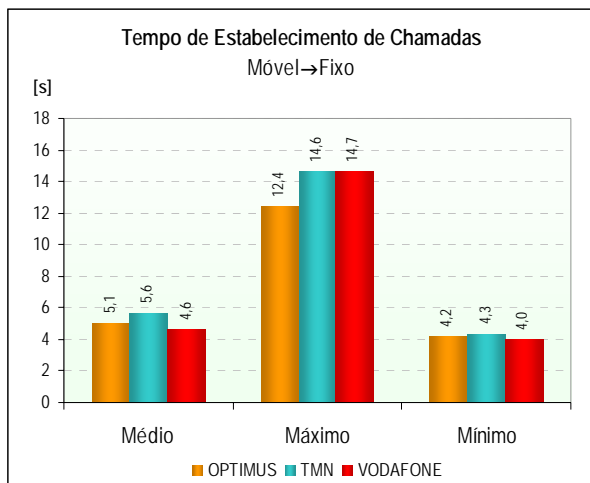
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	1,1%	1,3%	1,5%	1,7%	1,2%	1,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	1,4%	1,3%	1,4%	1,7%	1,1%	1,0%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,061	0,094	0,063	0,087	0,054	0,075
	Qualidade Áudio [MOS]	0,009	0,009	0,004	0,007	0,005	0,006

Nível de Confiança = 95 %

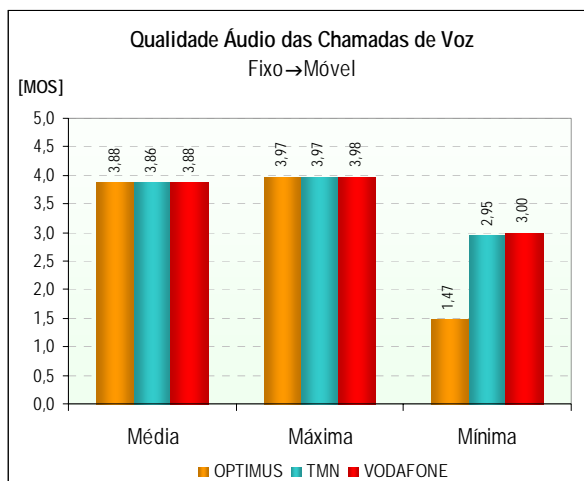
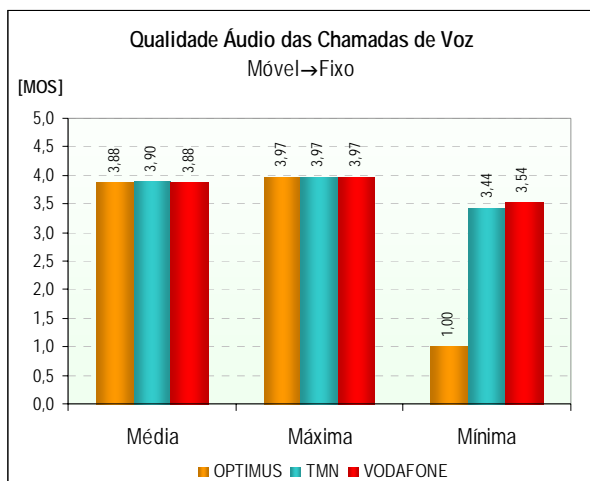
4.2.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



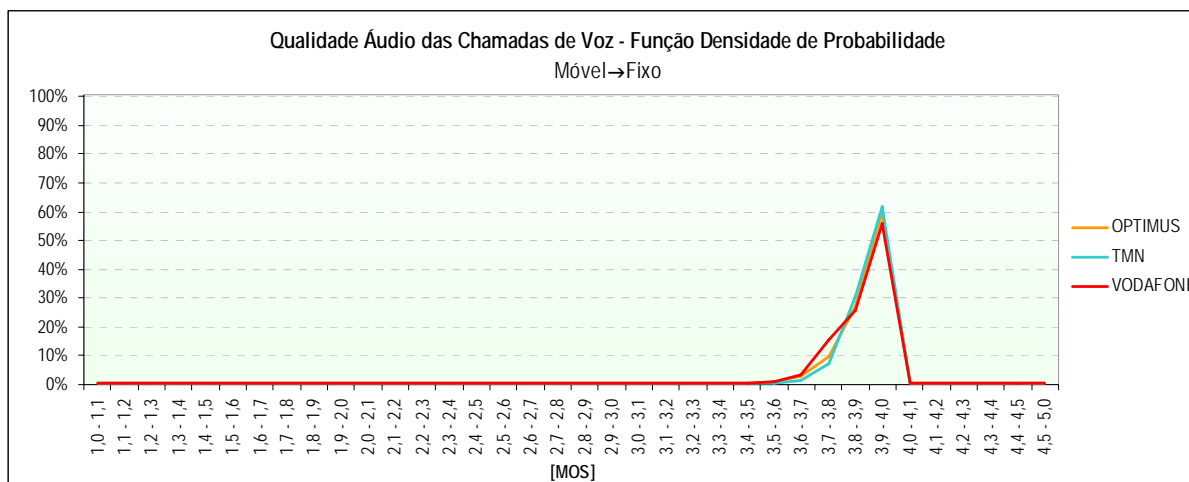
4.2.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

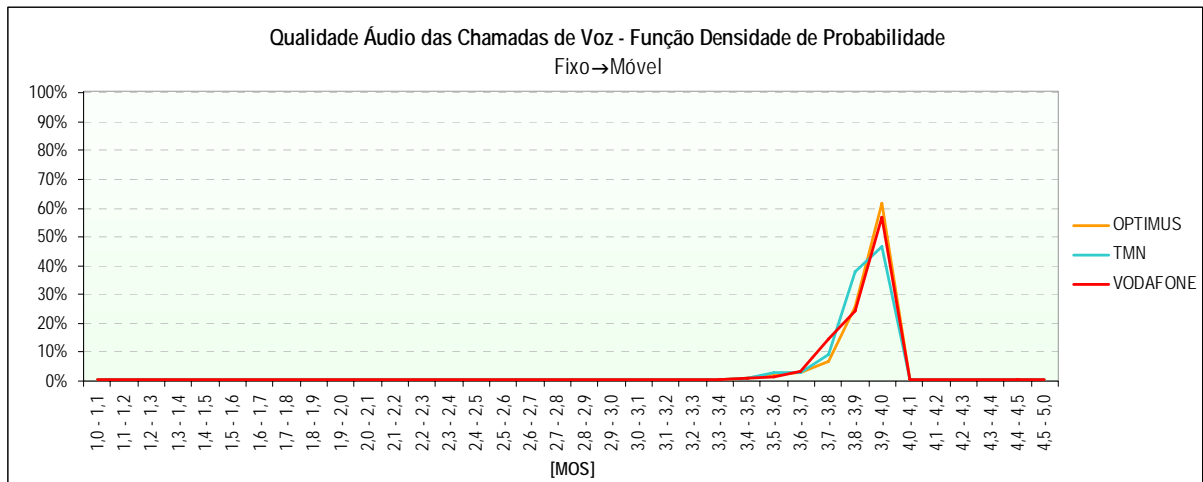


4.2.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*



4.2.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





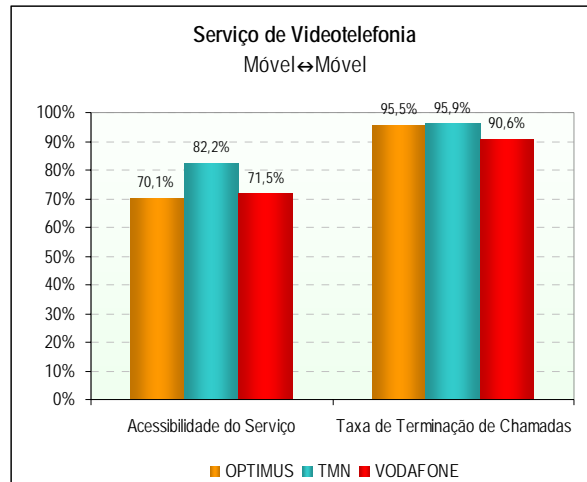
4.2.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	927	929	927
	Falhadas no Estabelecimento	277	165	264
	Falhadas Durante a Chamada	29	31	62
	Com Terminação Normal	621	733	601
	Acessibilidade do Serviço	70,1%	82,2%	71,5%
Taxa de Terminação de Chamadas	95,5%	95,9%	90,6%	
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	650	764	663
	Tempo Médio [s]	7,2	8,9	6,6
	Tempo Máximo [s]	27,1	19,2	25,6
	Tempo Mínimo [s]	5,4	5,8	4,6
	Desvio Padrão [s]	2,0	2,0	1,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	1.234	1.457	1.199
	Média [MOS]	3,85	3,90	3,87
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,38	0,34	0,34
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	1.232	1.453	1.192
	Média [MOS]	3,06	3,15	3,06
	Máxima [MOS]	3,68	3,69	3,69
	Mínima [MOS]	1,08	1,02	1,28
	Desvio Padrão [MOS]	0,55	0,55	0,55

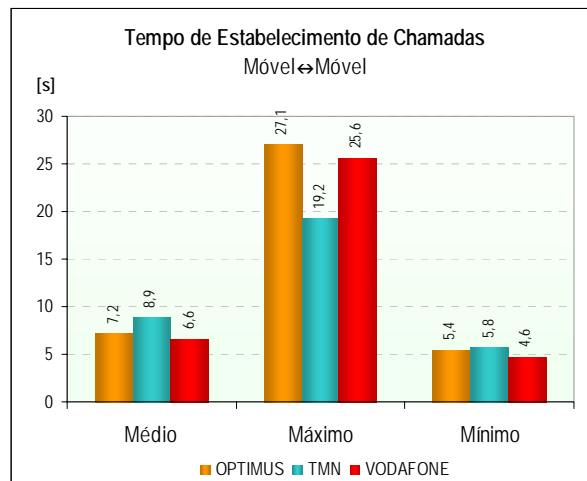
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	3,1%	2,6%	3,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	1,9%	1,7%	2,5%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,154	0,139	0,136
	Qualidade Áudio [MOS]	0,021	0,017	0,019
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,031	0,028	0,031

Nível de Confiança = 95 %

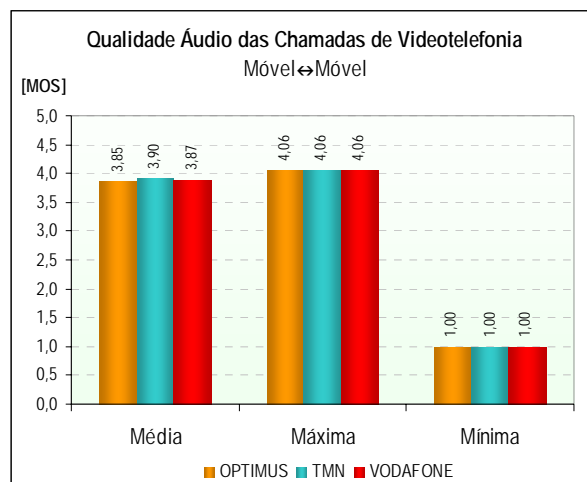
4.2.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



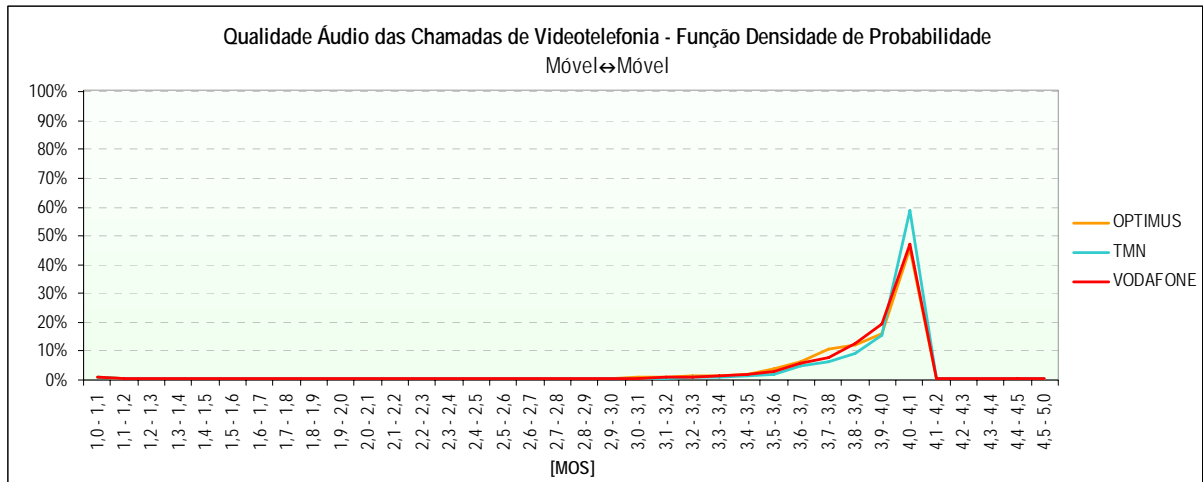
4.2.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



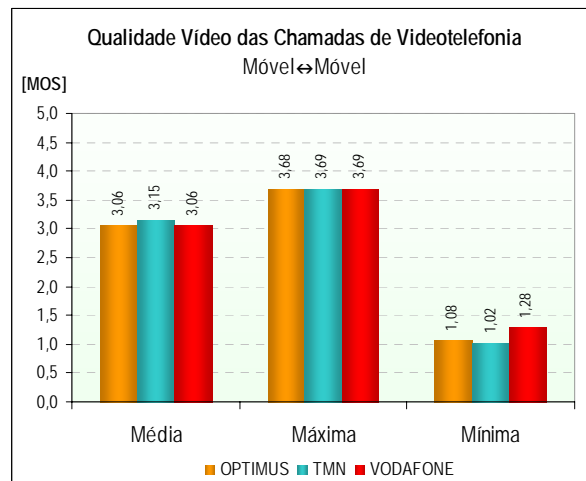
4.2.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



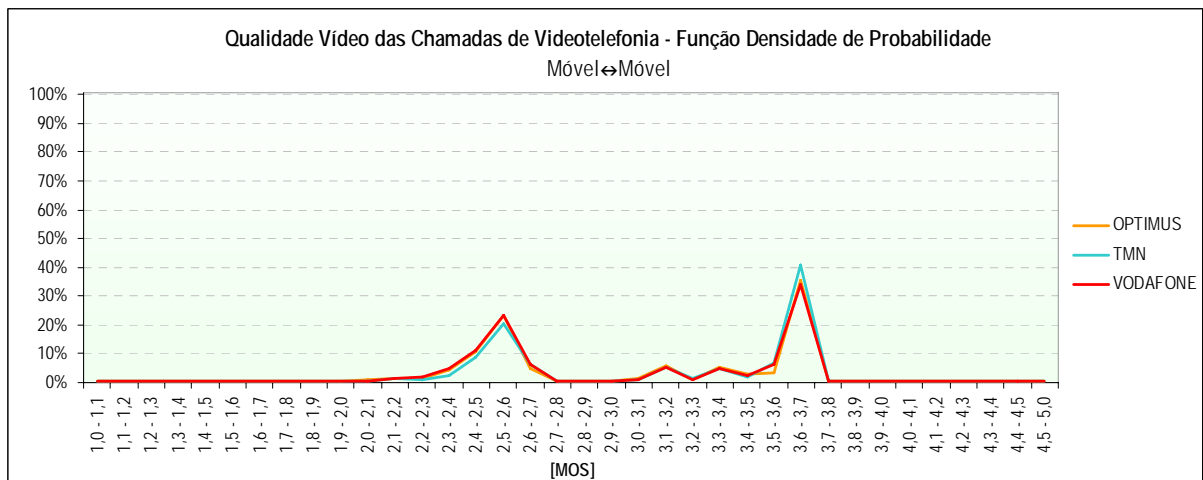
4.2.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.2.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



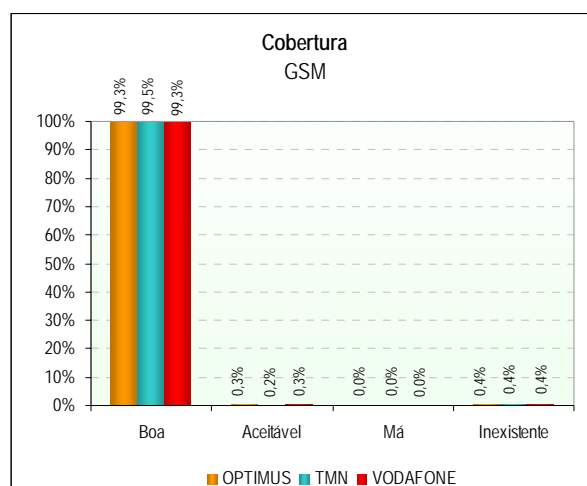
4.2.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



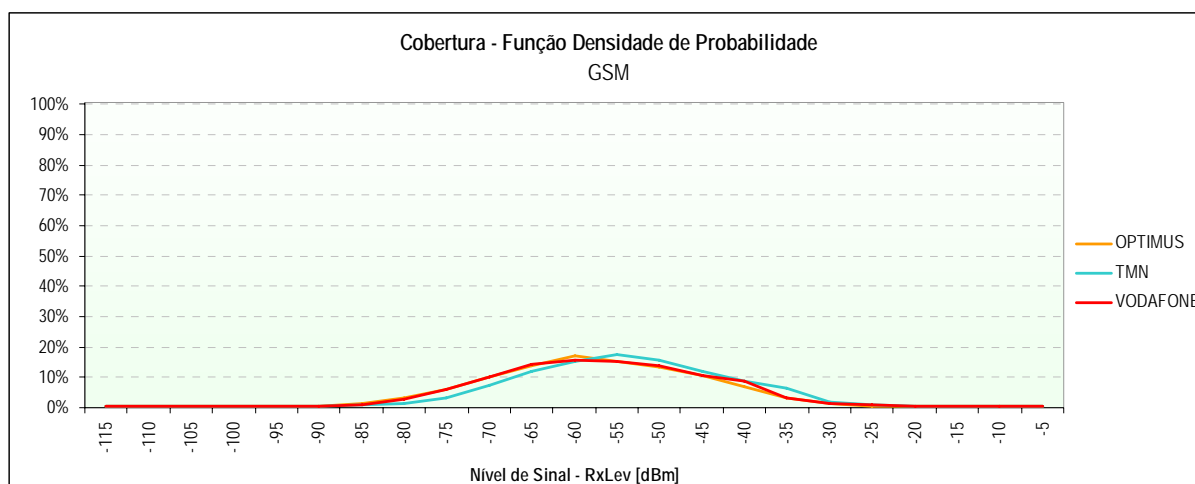
4.2.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	197.396	197.431	197.181	63.567	63.417	62.737
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-55	-52	-55	-78	-73	-77
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-8	-10	-8	-31	-32	-30
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-115	-115	-115	-121	-123	-124
	Desvio Padrão [dBm]	12	12	12	17	15	20
	Boa	99,3%	99,5%	99,3%	83,5%	92,9%	81,4%
	Aceitável	0,3%	0,2%	0,3%	9,7%	4,9%	8,8%
	Má	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	1,4%	4,1%
	Inexistente	0,4%	0,4%	0,4%	2,4%	0,9%	5,7%

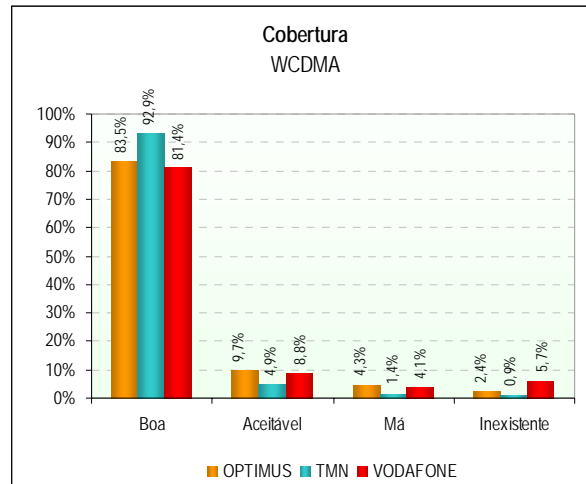
4.2.3.1 GSM



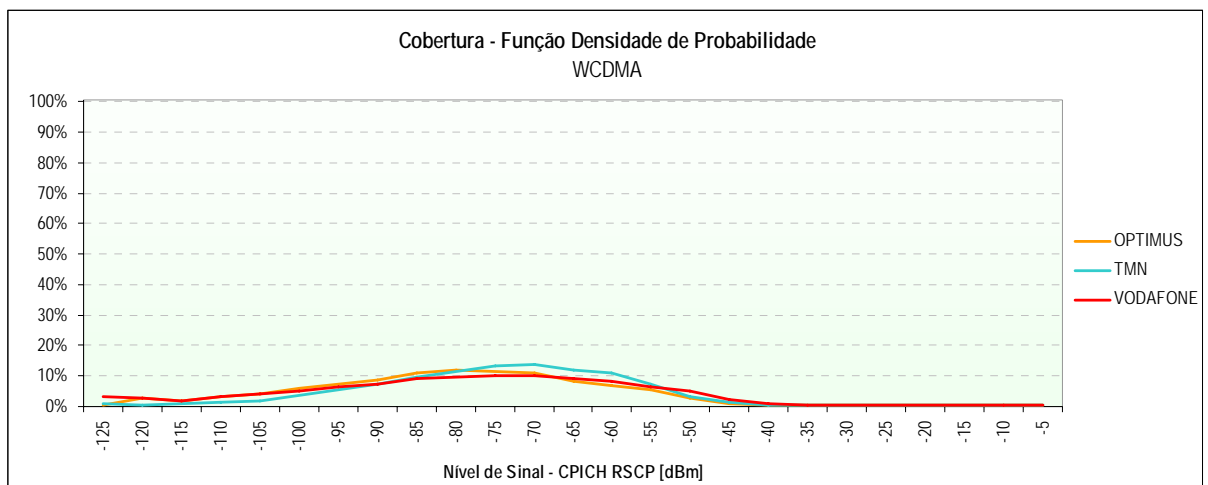
4.2.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.2.3.3 WCDMA



4.2.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.3 GLOBAL

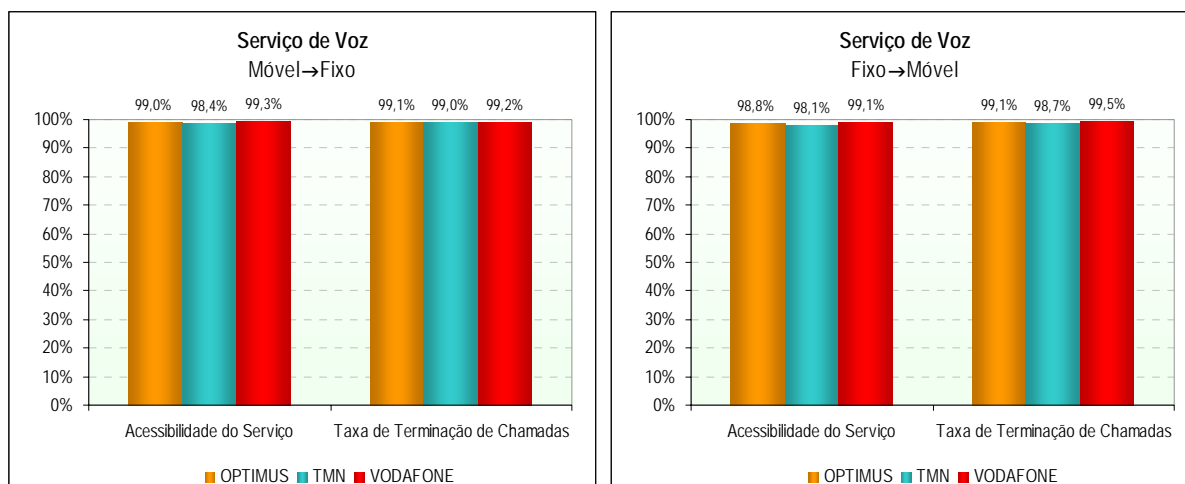
4.3.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	2.094	2.031	2.093	2.031	2.087	2.029
	Falhadas no Estabelecimento	21	25	33	38	14	18
	Falhadas Durante a Chamada	18	18	20	25	16	10
	Com Terminação Normal	2.055	1.988	2.040	1.968	2.057	2.001
	Acessibilidade do Serviço	99,0%	98,8%	98,4%	98,1%	99,3%	99,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	99,1%	99,1%	99,0%	98,7%	99,2%	99,5%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	2.073	2.006	2.060	1.993	2.073	2.011
	Tempo Médio [s]	5,2	6,7	5,6	7,3	4,5	6,5
	Tempo Máximo [s]	12,4	17,8	14,6	14,6	14,7	15,9
	Tempo Mínimo [s]	4,2	5,1	4,1	5,6	4,0	5,0
	Desvio Padrão [s]	0,7	1,3	0,6	1,1	0,5	0,8
Qualidade Audio	Número de Amostras (Chamadas)	4.040	4.043	4.008	4.008	4.058	4.058
	Média [MOS]	3,89	3,89	3,90	3,86	3,88	3,88
	Máxima [MOS]	3,97	3,98	3,97	3,97	3,97	3,98
	Mínima [MOS]	1,00	1,42	3,44	1,12	3,32	2,16
	Desvio Padrão [MOS]	0,12	0,12	0,06	0,14	0,09	0,11

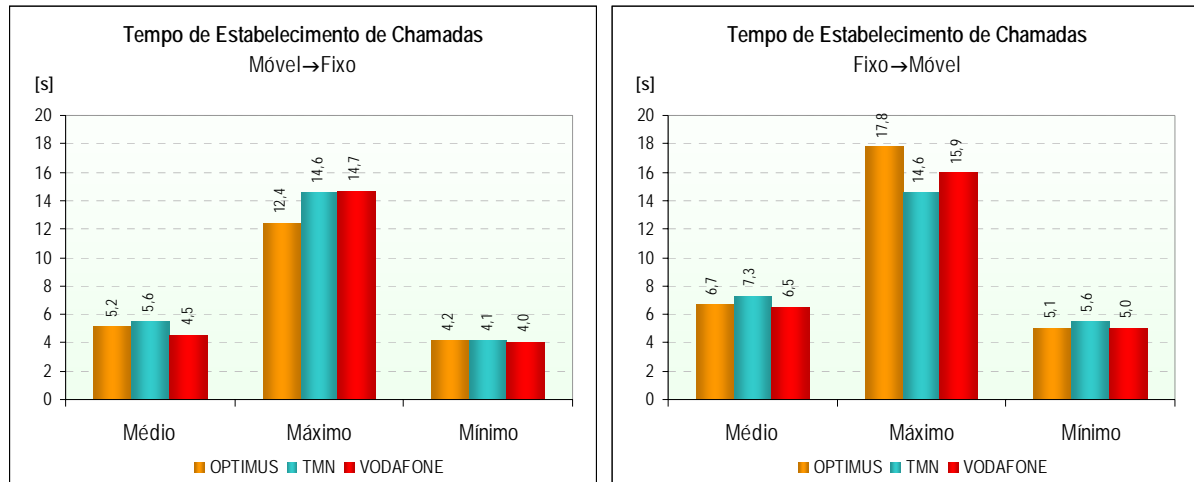
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,5%	0,6%	0,6%	0,7%	0,5%	0,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%	0,4%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,032	0,055	0,026	0,048	0,021	0,033
	Qualidade Audio [MOS]	0,004	0,004	0,002	0,004	0,003	0,003

Nível de Confiança = 95 %

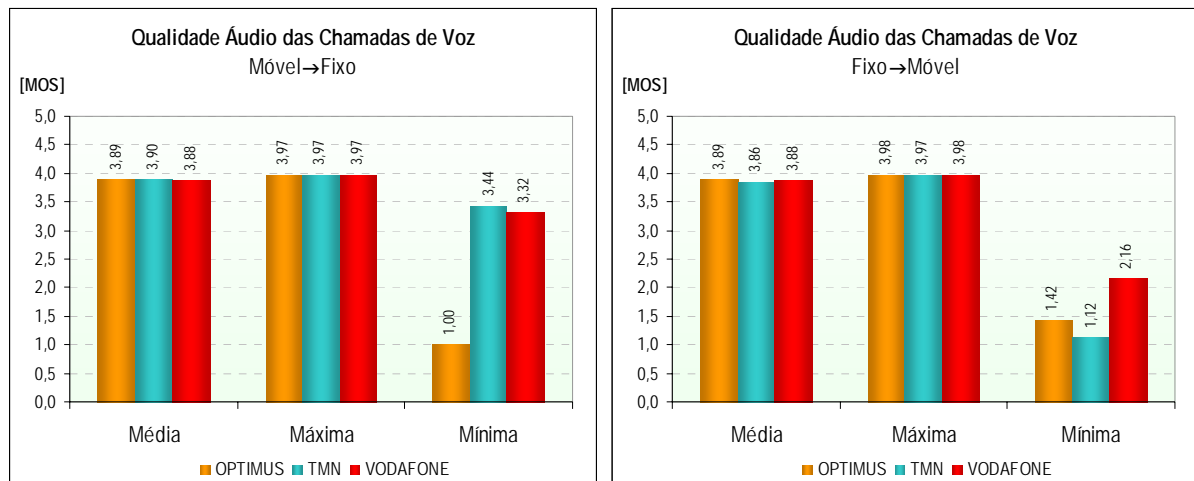
4.3.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



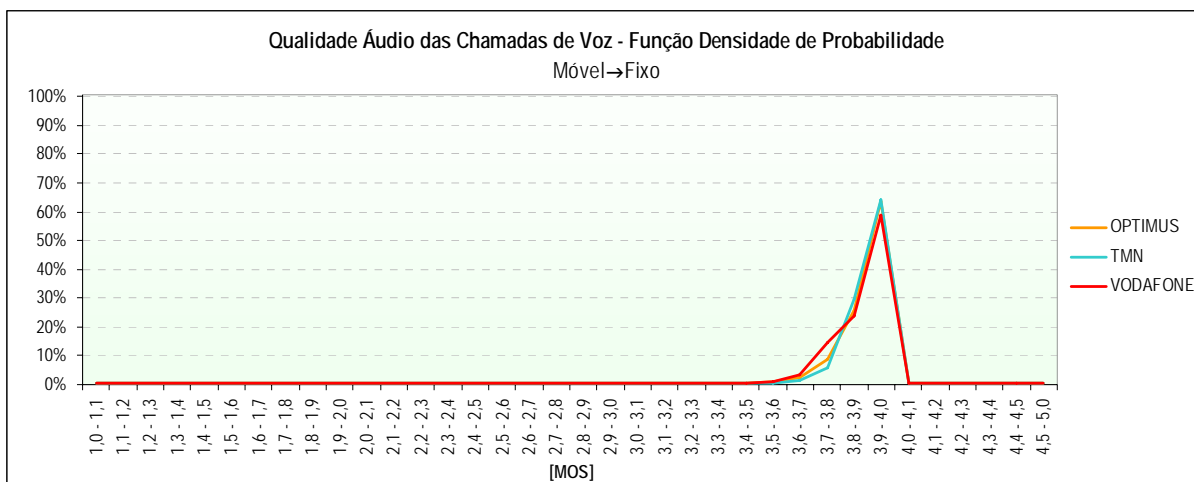
4.3.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

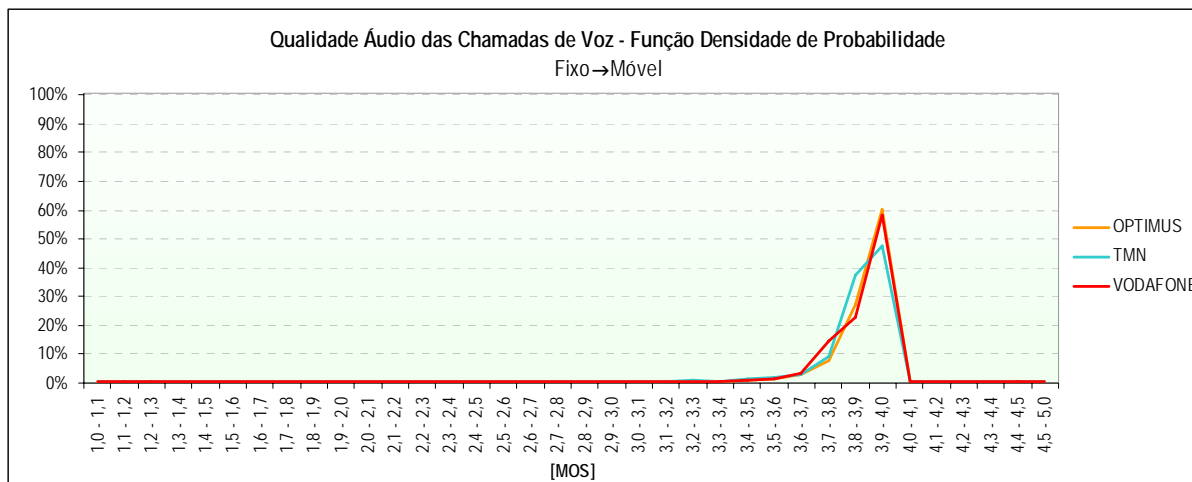


4.3.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*



4.3.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





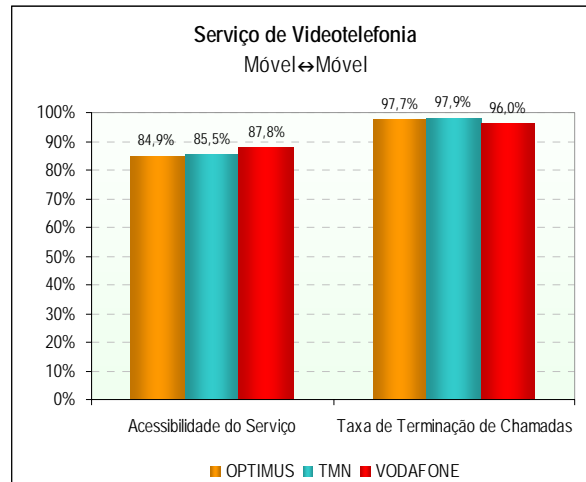
4.3.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	3.553	3.553	3.558
	Falhadas no Estabelecimento	537	515	434
	Falhadas Durante a Chamada	70	65	126
	Com Terminação Normal	2.946	2.973	2.998
	Acessibilidade do Serviço	84,9%	85,5%	87,8%
	Taxa de Terminação de Chamadas	97,7%	97,9%	96,0%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	3.016	3.038	3.124
	Tempo Médio [s]	7,1	8,8	6,3
	Tempo Máximo [s]	27,1	26,1	28,6
	Tempo Mínimo [s]	5,4	5,5	4,6
	Desvio Padrão [s]	1,7	2,1	1,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	5.866	5.920	5.962
	Média [MOS]	3,87	3,91	3,89
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Desvio Padrão [MOS]	0,29	0,31	0,28
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	5.861	5.913	5.948
	Média [MOS]	3,07	3,13	3,10
	Máxima [MOS]	3,68	3,69	3,69
	Desvio Padrão [MOS]	0,55	0,55	0,55

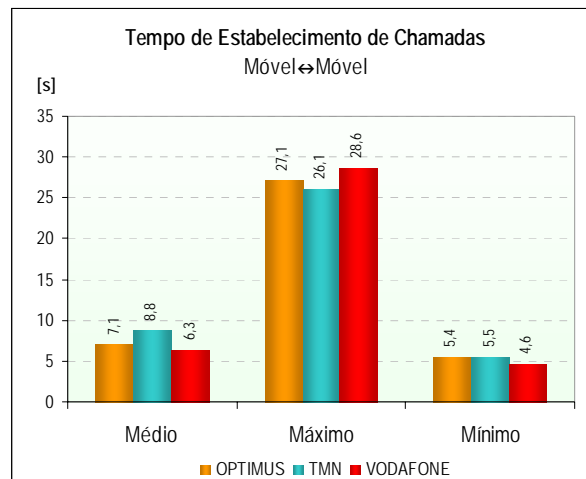
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	1,2%	1,2%	1,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,6%	0,6%	0,8%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,059	0,075	0,062
	Qualidade Áudio [MOS]	0,007	0,008	0,007
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,014	0,014	0,014

Nível de Confiança = 95 %

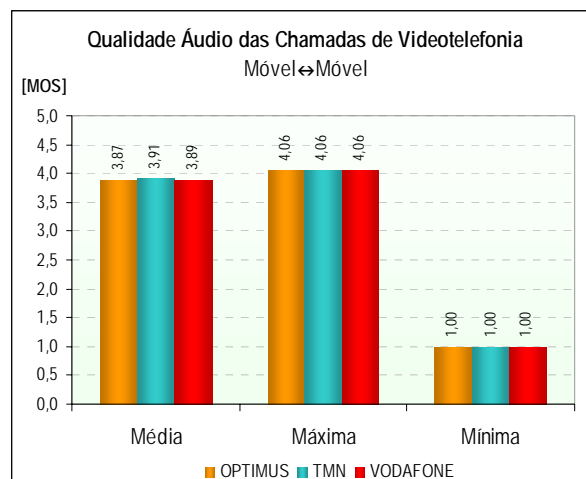
4.3.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



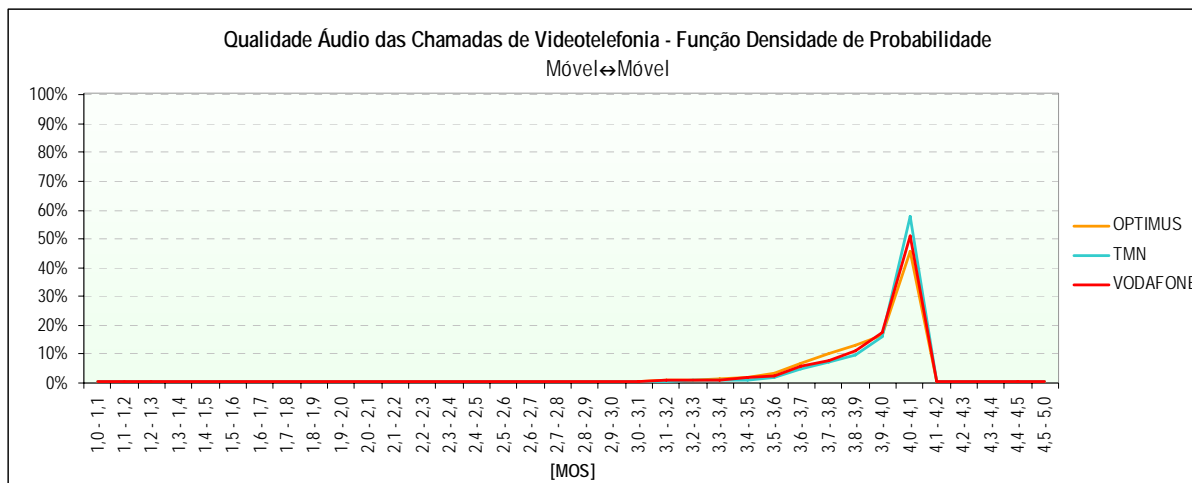
4.3.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



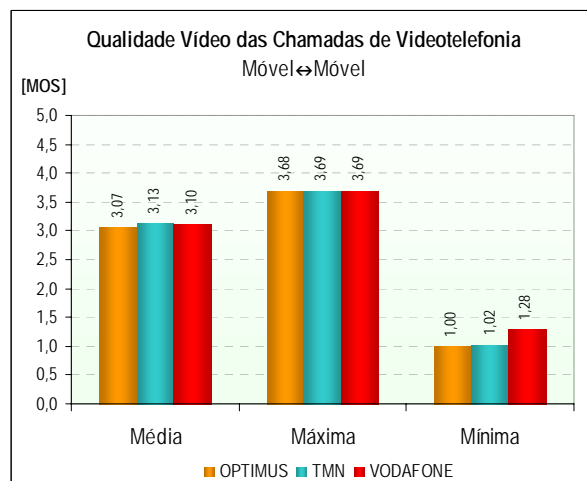
4.3.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



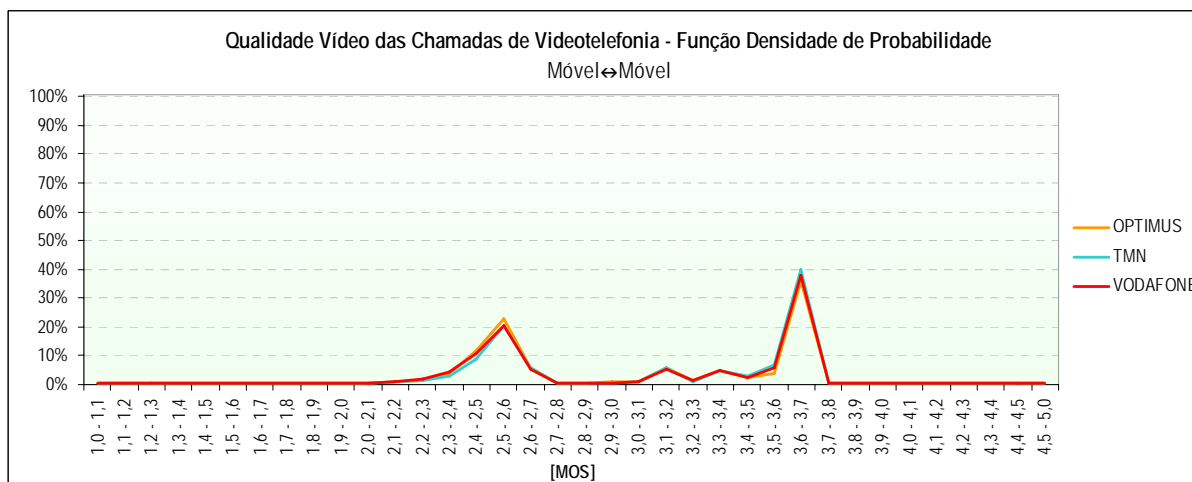
4.3.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.3.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



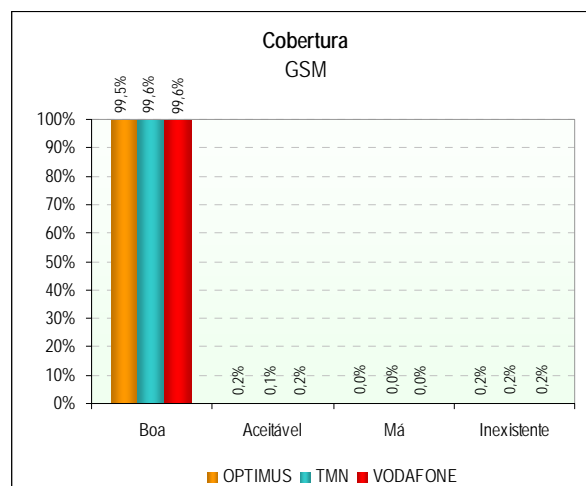
4.3.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



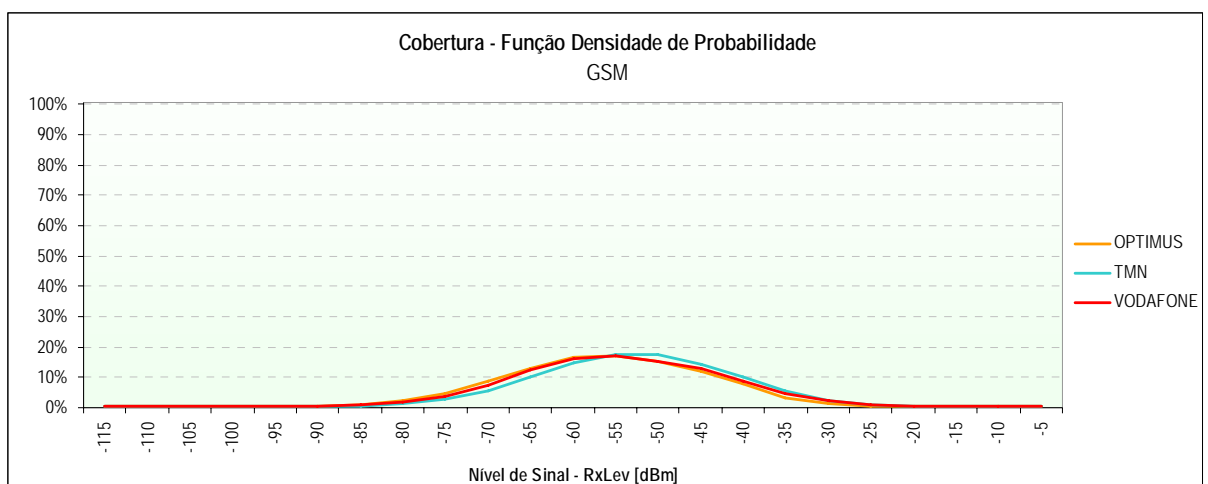
4.3.3 COBERTURA DAS REDES

	GSM			WCDMA			
	OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE	
CoBERTura	Número de Amostras (Medições)	755.029	755.178	754.816	246.787	245.610	243.820
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-54	-50	-52	-70	-69	-68
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-8	-7	-6	-29	-21	-24
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-115	-115	-115	-121	-123	-124
	Desvio Padrão [dBm]	12	11	12	14	13	16
	Boa	99,5%	99,6%	99,6%	95,1%	97,0%	94,6%
	Aceitável	0,2%	0,1%	0,2%	3,1%	2,3%	2,8%
	Má	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	0,4%	1,1%
	Inexistente	0,2%	0,2%	0,2%	0,6%	0,2%	1,5%

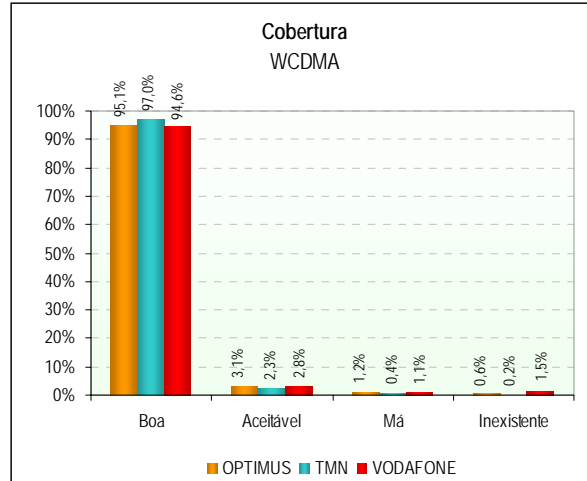
4.3.3.1 GSM



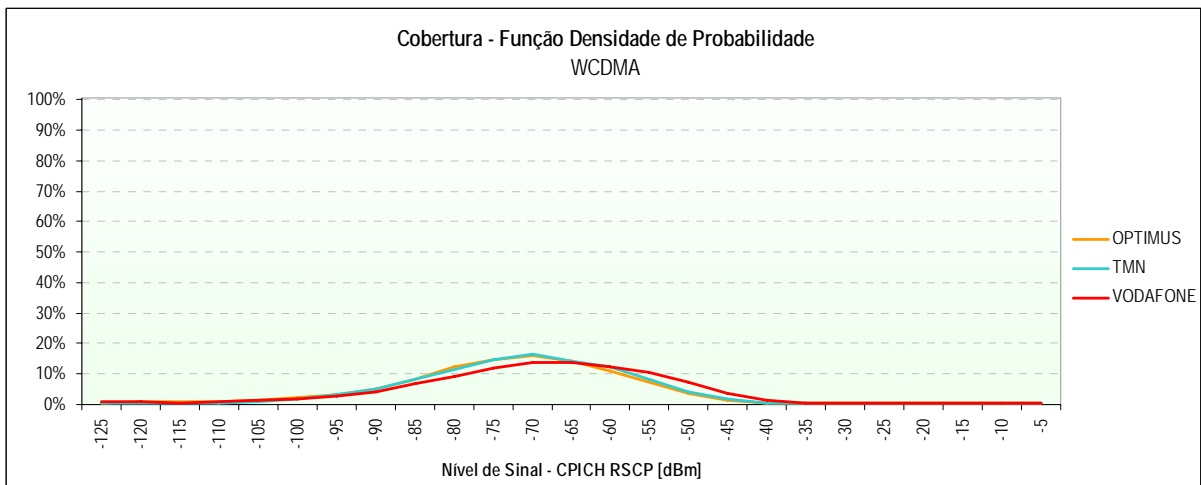
4.3.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.3.3.3 WCDMA

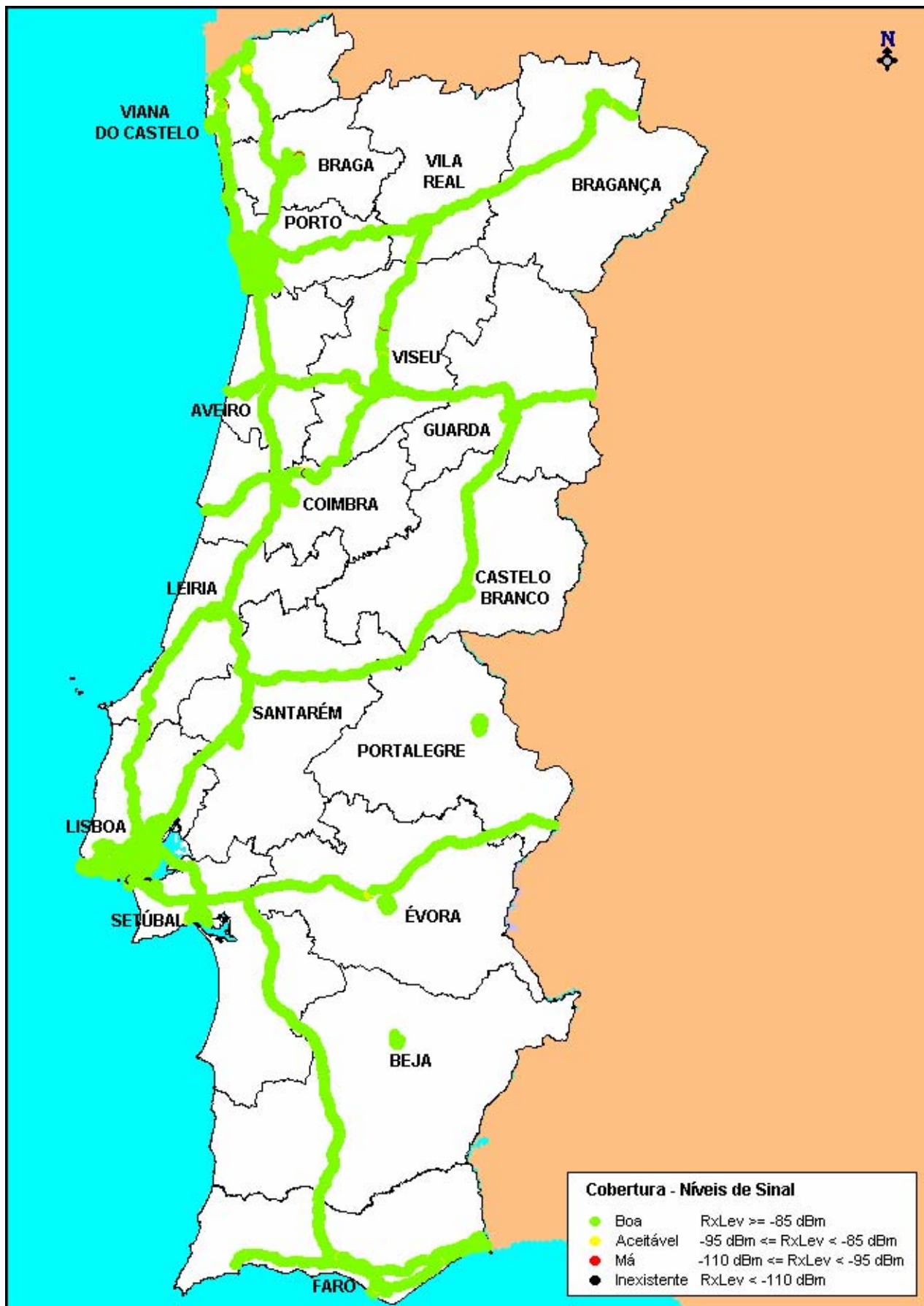


4.3.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.3.3.4.1 MAPAS DE COBERTURA

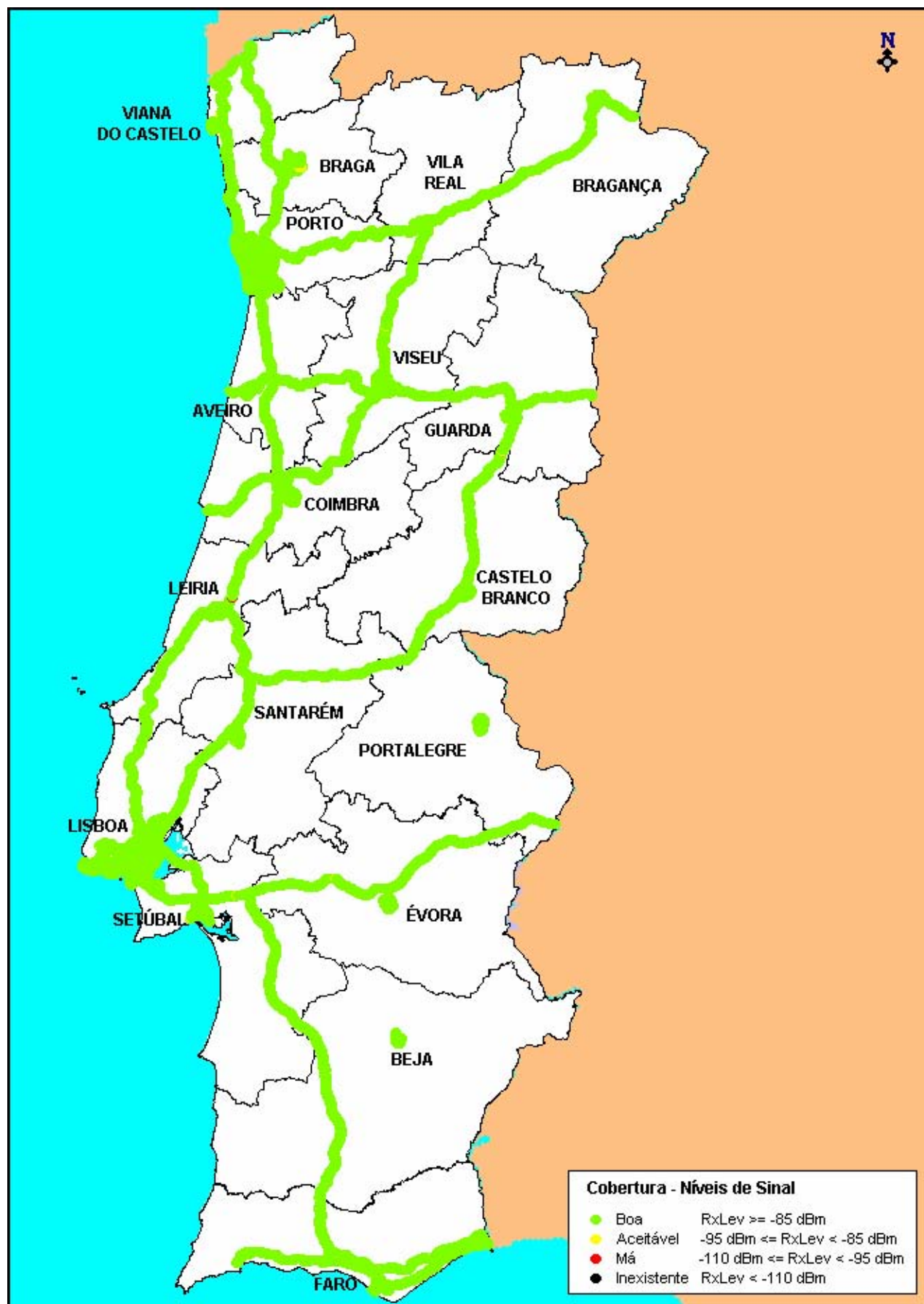
(Páginas seguintes)

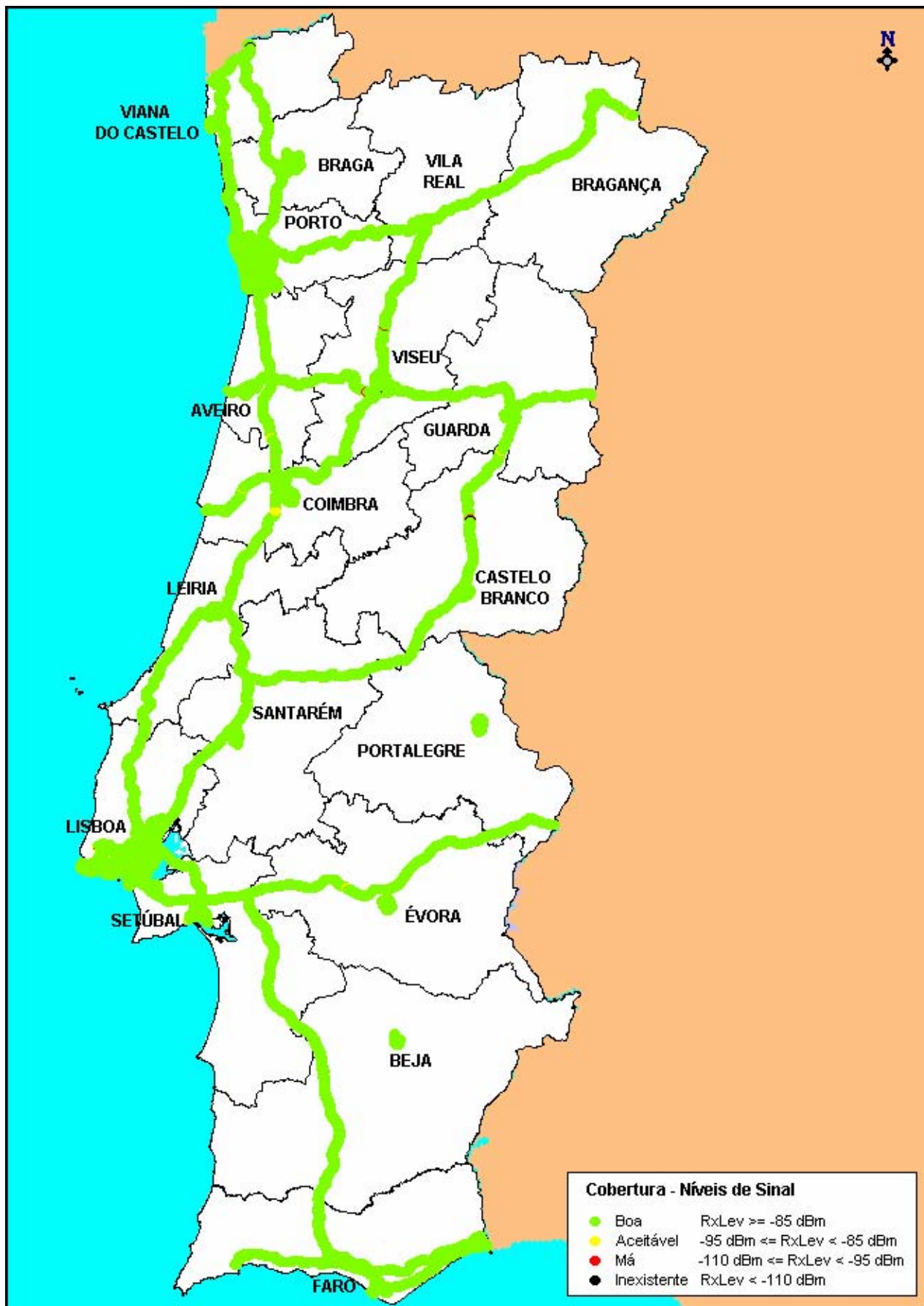




PORTUGAL CONTINENTAL

TMN – Cobertura GSM

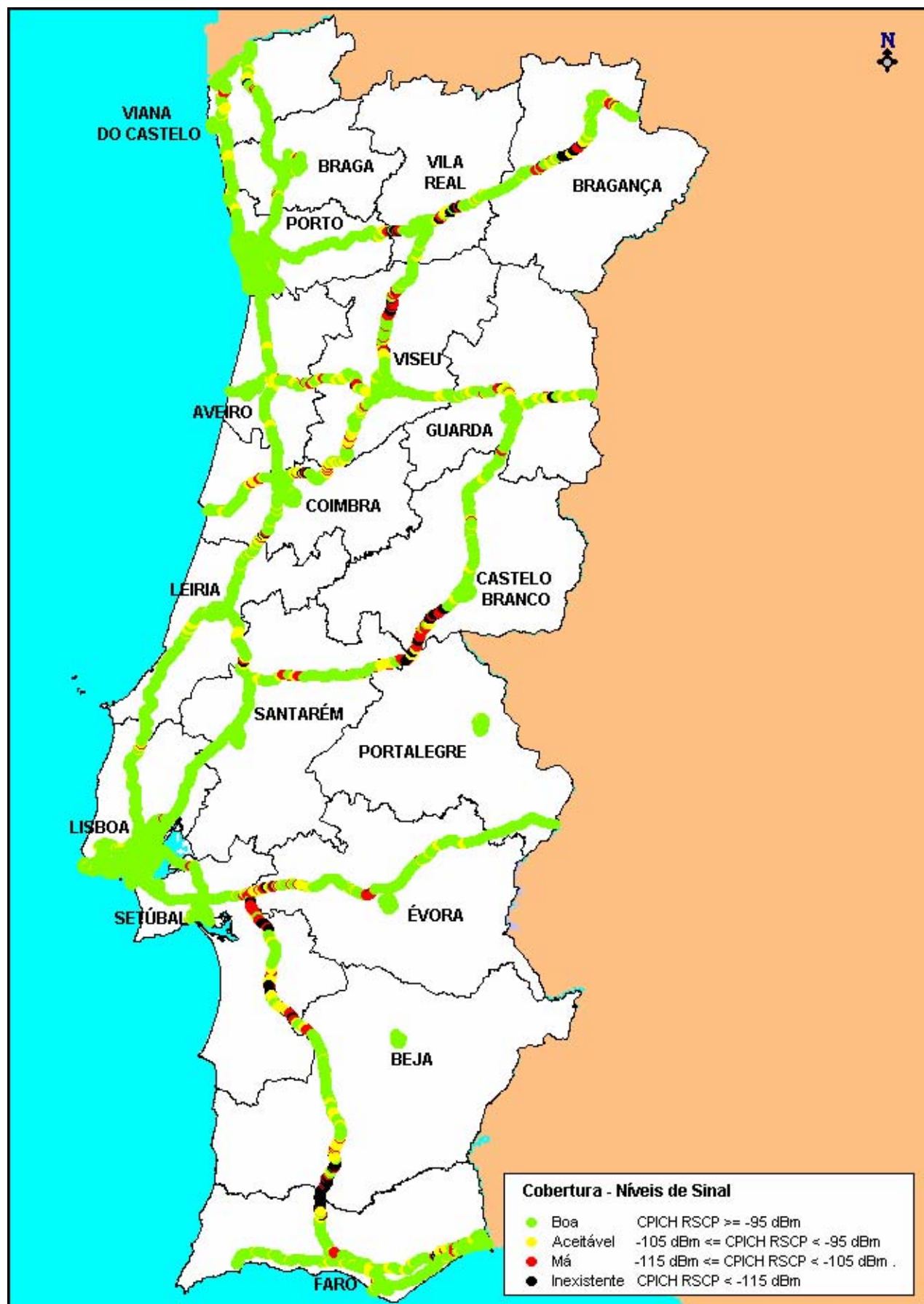


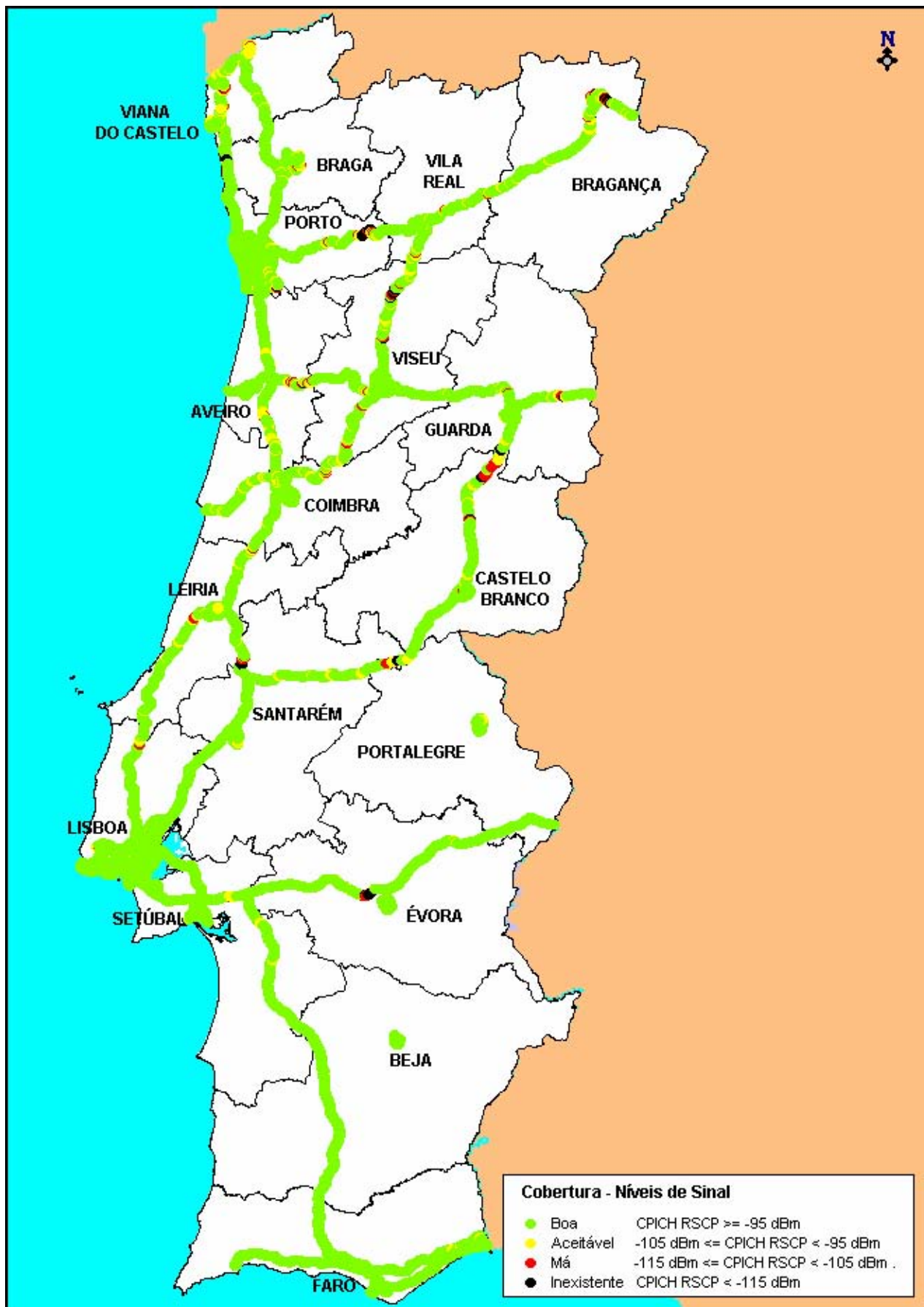




PORTUGAL CONTINENTAL

OPTIMUS – Cobertura WCDMA







PORTUGAL CONTINENTAL

VODAFONE – Cobertura WCDMA

