

Esta informação encontra-se publicada no sítio da ANACOM na Internet em:
<http://www.anacom.pt/template12.jsp?categoryId=237202>

QoS - Redes e Serviços Móveis

GSM / UMTS

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.

Novembro / Dezembro de 2006

ANACOM / DFI 2

Branca

Índice

I	Sumário Executivo	5
I.I	Enquadramento Geral.....	5
I.II	Principais Resultados e Conclusões.....	8
1	Aferição da Qualidade de Serviço	15
1.1	Objectivo	15
1.2	Serviços Analisados.....	15
1.2.1	Independente dos Serviços (GSM / WCDMA):.....	15
1.2.2	Serviços de Telefonia (GSM / UMTS):.....	15
2	Metodologia	16
2.1	Aspectos Fundamentais.....	16
2.2	Indicadores de QoS	16
2.2.1	Independentes do Serviço.....	17
2.2.1.1	Disponibilidade da Rede Radioelétrica (Cobertura)	17
2.2.2	Serviços de Telefonia	18
2.2.2.1	Acessibilidade do Serviço (de voz ou de videotelefonia)	18
2.2.2.2	Tempo de Estabelecimento de Chamadas (de voz ou de videotelefonia)	18
2.2.2.3	Taxa de Terminação de Chamadas (de voz ou de videotelefonia)	18
2.2.2.4	Qualidade Áudio de Chamada (de voz ou de videotelefonia)	18
2.2.2.5	Qualidade Vídeo de Chamada de Videotelefonia	19
2.3	Perfis de Medida	21
2.3.1	Cobertura.....	21
2.3.2	Serviços de Telefonia	22
2.3.2.1	Serviço de Voz	22
2.3.2.2	Serviço de Videotelefonia	22
2.4	Sistema de Teste/Medida e Pós-Processamento	23
3	Amostra do Estudo	24
3.1	Locais Analisados	24
3.2	Dimensão da Amostra.....	26
3.3	Condições de Recolha de Dados.....	26
4	Resultados Agregados	27
4.1	Aglomerados Urbanos	27
4.1.1	Serviço de Voz (GSM).....	27
4.1.1.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço</i> e <i>Taxa de Terminação de Chamadas</i>	27
4.1.1.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	28
4.1.1.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	28
4.1.1.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	28
4.1.1.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	29
4.1.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	30
4.1.2.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço</i> e <i>Taxa de Terminação de Chamadas</i>	30
4.1.2.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	31
4.1.2.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	31
4.1.2.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	31
4.1.2.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	32
4.1.2.6	Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	32
4.1.2.7	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	32
4.1.2.8	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	33

4.1.3	Cobertura das Redes	33
4.1.3.1	GSM.....	33
4.1.3.2	GSM - Função Densidade de Probabilidade	34
4.1.3.3	GSM - Função de Distribuição Cumulativa	34
4.1.3.4	WCDMA.....	34
4.1.3.5	WCDMA - Função Densidade de Probabilidade	35
4.1.3.6	WCDMA - Função de Distribuição Cumulativa	35
4.2	Eixos Rodoviários.....	36
4.2.1	Serviço de Voz (GSM)	36
4.2.1.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço e Taxa de Terminação de Chamadas</i>	36
4.2.1.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	37
4.2.1.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	37
4.2.1.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	37
4.2.1.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	38
4.2.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	39
4.2.2.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço e Taxa de Terminação de Chamadas</i>	39
4.2.2.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	40
4.2.2.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	40
4.2.2.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	40
4.2.2.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	41
4.2.2.6	Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	41
4.2.2.7	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	41
4.2.2.8	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	42
4.2.3	Cobertura das Redes	42
4.2.3.1	GSM.....	42
4.2.3.2	GSM - Função Densidade de Probabilidade	43
4.2.3.3	GSM - Função de Distribuição Cumulativa	43
4.2.3.4	WCDMA.....	43
4.2.3.5	WCDMA - Função Densidade de Probabilidade	44
4.2.3.6	WCDMA - Função de Distribuição Cumulativa	44
4.3	Global	45
4.3.1	Serviço de Voz (GSM)	45
4.3.1.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço e Taxa de Terminação de Chamadas</i>	45
4.3.1.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	46
4.3.1.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	46
4.3.1.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	46
4.3.1.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Voz</i>	47
4.3.2	Serviço de Videotelefonia (UMTS).....	48
4.3.2.1	Indicadores <i>Acessibilidade do Serviço e Taxa de Terminação de Chamadas</i>	48
4.3.2.2	Indicador <i>Tempo de Estabelecimento de Chamadas</i>	49
4.3.2.3	Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	49
4.3.2.4	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	49
4.3.2.5	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Áudio das Chamadas de Videotelefonia</i>	50
4.3.2.6	Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	50
4.3.2.7	Função Densidade de Probabilidade do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	50
4.3.2.8	Função de Distribuição Cumulativa do Indicador <i>Qualidade Vídeo das Chamadas de Videotelefonia</i>	51
4.3.3	Cobertura das Redes	51
4.3.3.1	GSM.....	51
4.3.3.2	GSM - Função Densidade de Probabilidade	52
4.3.3.3	GSM - Função de Distribuição Cumulativa	52
4.3.3.4	WCDMA.....	52
4.3.3.5	WCDMA - Função Densidade de Probabilidade	53
4.3.3.6	WCDMA - Função de Distribuição Cumulativa	53
4.3.3.7	Mapas de Cobertura	53

Siglas e Acrónimos	61
--------------------------	----

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

I SUMÁRIO EXECUTIVO

I.1 ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou, em Novembro e Dezembro de 2006, 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.

Esta avaliação da qualidade apresenta inovações significativas em relação aos estudos realizados nos últimos 6 anos, onde se salientam a reformulação da metodologia e o alargamento da análise a serviços suportados em redes UMTS, possíveis graças à utilização de novos equipamentos de medida e pós-processamento, recentemente adquiridos pela ANACOM para este efeito. As mais recentes técnicas de teste e algoritmos de cálculo implementados, por este novo sistema de medida, possibilitam resultados com maior rigor e fiabilidade.

Com o contributo dos operadores OPTIMUS, TMN e VODAFONE foi reformulada a metodologia de análise nos seus vários aspectos, nomeadamente no que respeita a definição de indicadores e perfis de medida, e alargado o âmbito de análise a serviços suportados em redes UMTS. Contudo, em relação aos estudos dos anos anteriores, mantiveram-se três princípios 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.

A abordagem metodológica seguida permite que a análise dos serviços seja feita de forma independente do funcionamento das próprias redes móveis, isto é, por exemplo áreas com cobertura deficiente ou mesmo ausente são também consideradas na análise, possibilitando que os resultados do estudo traduzam um bom indicador do comportamento global das redes na perspectiva de utilizador.

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.

Na escolha dos locais para realização das medidas deste estudo foram mantidos os critérios seguidos nos estudos realizados nos anos anteriores, pelo que foram efectuados testes em todas as capitais de distrito, alargando a área de recolha às regiões metropolitanas de Lisboa e Porto, e principais eixos rodoviários do continente.

A população presente, nos aglomerados urbanos que constituem a amostra seleccionada, representa 41,7% da população total portuguesa, de acordo com os resultados dos últimos Censos (Censos 2001).

A recolha de medidas decorreu, nos dias úteis e durante as horas normais de trabalho, entre 13 de Novembro e 20 de Dezembro de 2006. Foram efectuadas 23.353 chamadas de teste e 3.198.504 medidas de nível de sinal radioelétrico, o que corresponde a mais de 212 horas de medidas ao longo de 8.789 quilómetros.

A utilização de uma amostra representativa permitiu que os resultados obtidos, por cada operador, apresentem erros máximos inferiores a 1,47% nos aglomerados urbanos e inferiores a 3,16% 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. 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:

- 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 novos sistemas de medida utilizados recorrem às mais recentes técnicas de teste e implementam novos algoritmos de cálculo pelo que os resultados produzidos não são directamente comparáveis com os dos estudos efectuados pela ANACOM nos últimos 6 anos;
- 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, observam-se zonas com cobertura deficiente e muitas vezes inexistente, principalmente nos eixos rodoviários. Por seu lado, o serviço de videotelefonia apresenta um desempenho razoável nos aglomerados urbanos mas substancialmente inferior nos eixos rodoviários.

Coberturas das Redes GSM e WCDMA

A cobertura das redes apresenta resultados distintos para cada tecnologia analisada. Em GSM os resultados são bons, sendo pouco significativas as diferenças entre operadores e entre tipo de locais analisados – aglomerados urbanos e eixos rodoviários. Em WCDMA observam-se resultados inferiores aos de GSM com diferenças significativas entre o tipo de locais analisados e também entre operadores.

Nas zonas urbanas a cobertura WCDMA, embora inferior à GSM, apresenta ainda bons resultados. O operador TMN obteve os resultados mais baixos com 97,2% das medições a atingirem o patamar “Boa Cobertura”.

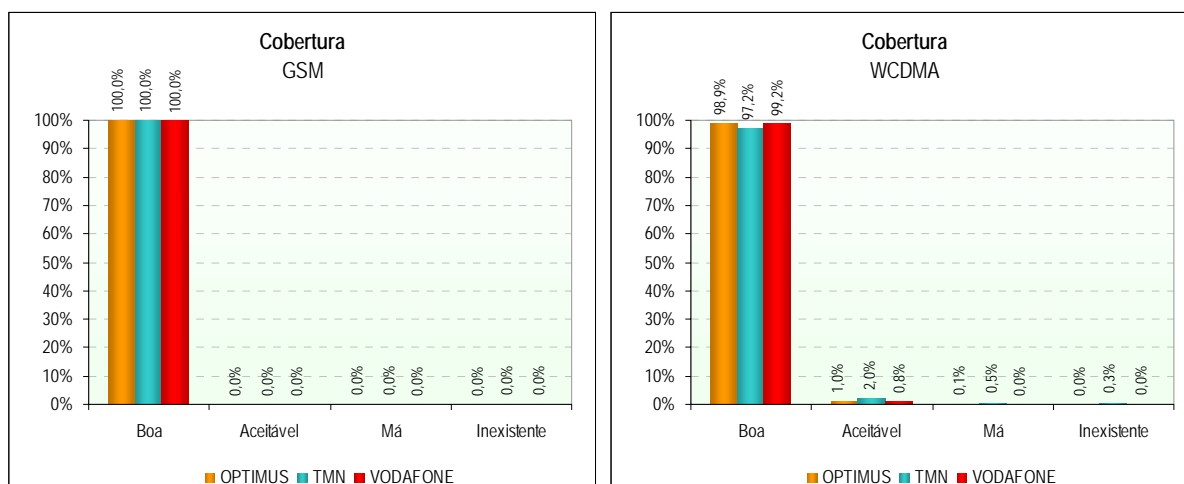


Figura 1 – Indicador *Cobertura* nos Aglomerados Urbanos.

Nos eixos rodoviários a cobertura WCDMA encontra-se muito aquém do que é adequado para a prestação de serviços com qualidade. Em todas as redes se observam zonas com cobertura deficiente e muitas vezes inexistente. Distingue-se pela negativa o operador OPTIMUS, com apenas 82,6% das medições realizadas a apresentarem níveis de qualidade “Bons” ou “Aceitáveis” e 17,4% a apresentarem níveis “Maus” ou “Inexistentes”. Os melhores resultados foram obtidos pelo operador VODAFONE com 87,3% das medições em níveis “Bons” ou “Aceitáveis” e 12,7% em níveis “Maus” ou “Inexistentes”.

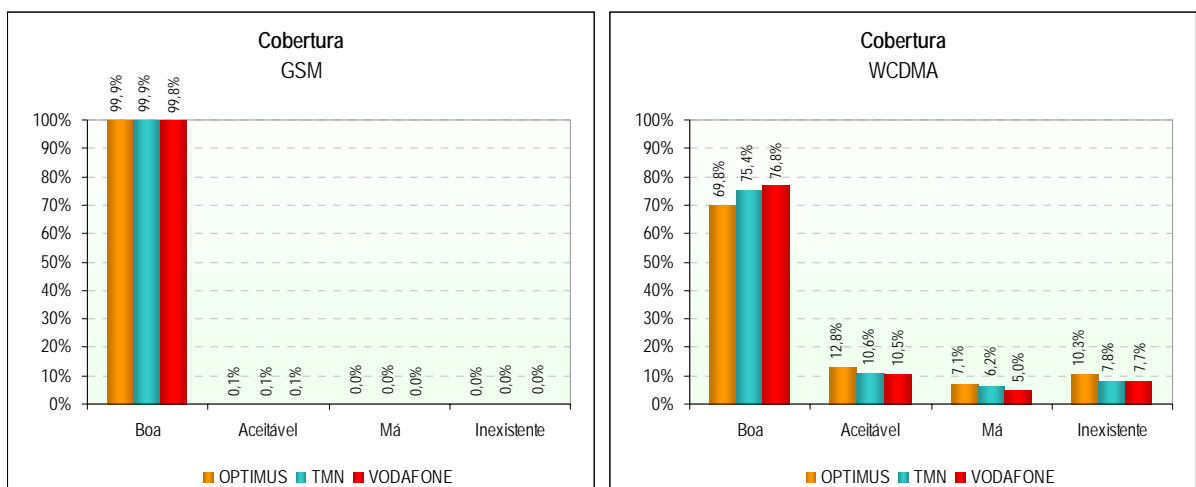


Figura 2 – Indicador *Cobertura* nos Eixos Rodoviários.

Serviço de Voz (GSM)

O serviço de voz apresenta bons resultados em todos os indicadores analisados.

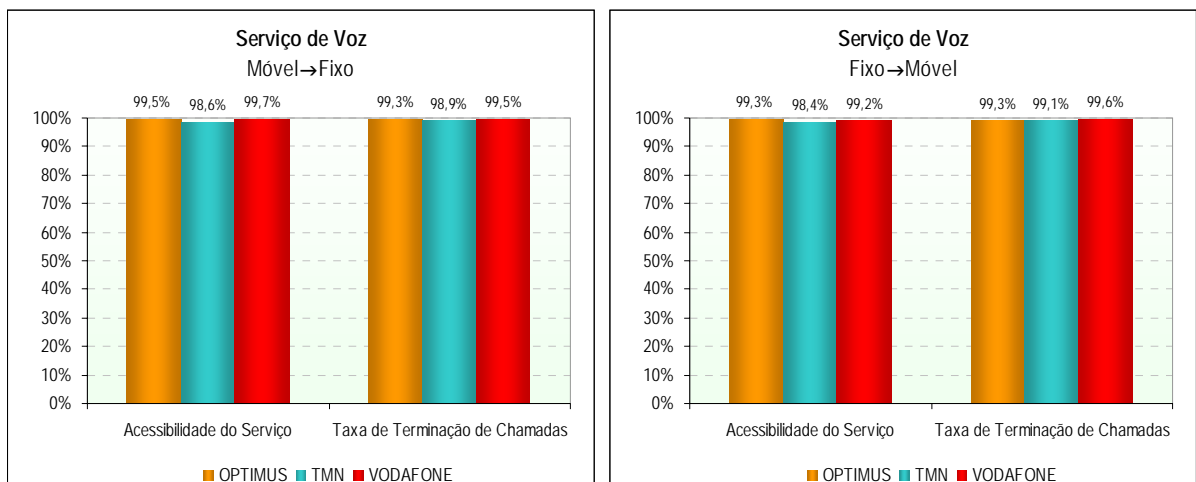


Figura 3 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas* nos Aglomerados Urbanos.

As diferenças entre operadores são pouco significativas. Também entre aglomerados urbanos e eixos rodoviários não se observam diferenças significativas nos indicadores analisados.

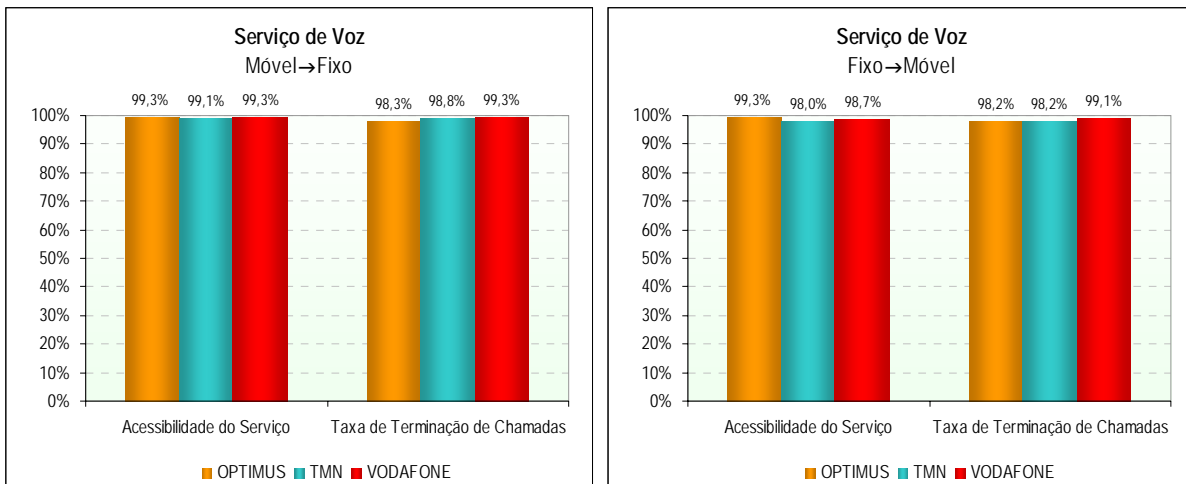


Figura 4 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas* nos Eixos Rodoviários.

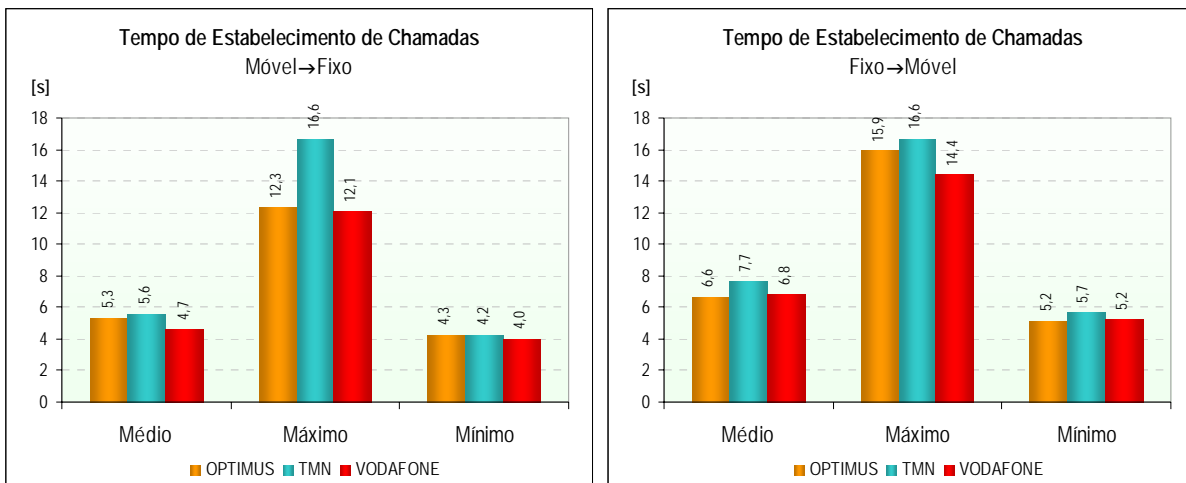


Figura 5 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas* nos Aglomerados Urbanos.

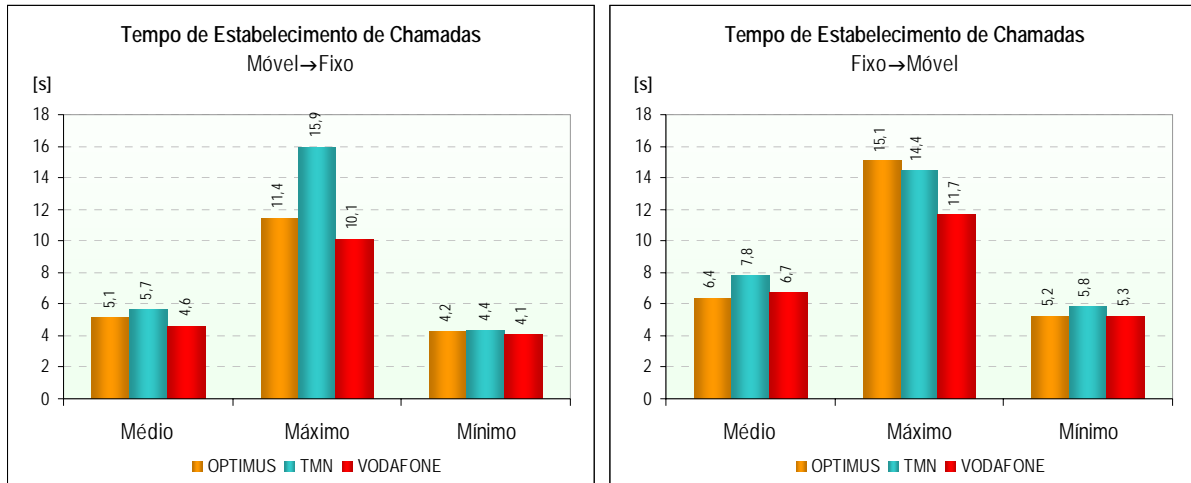


Figura 6 – Indicador Tempo de Estabelecimento de Chamadas nos Eixos Rodoviários.

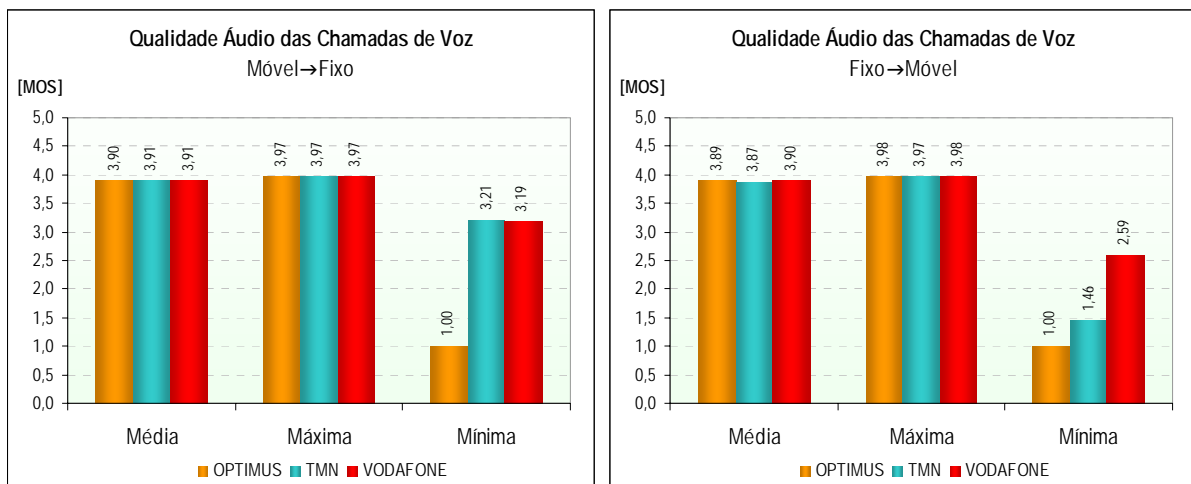


Figura 7 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas* nos Aglomerados Urbanos.

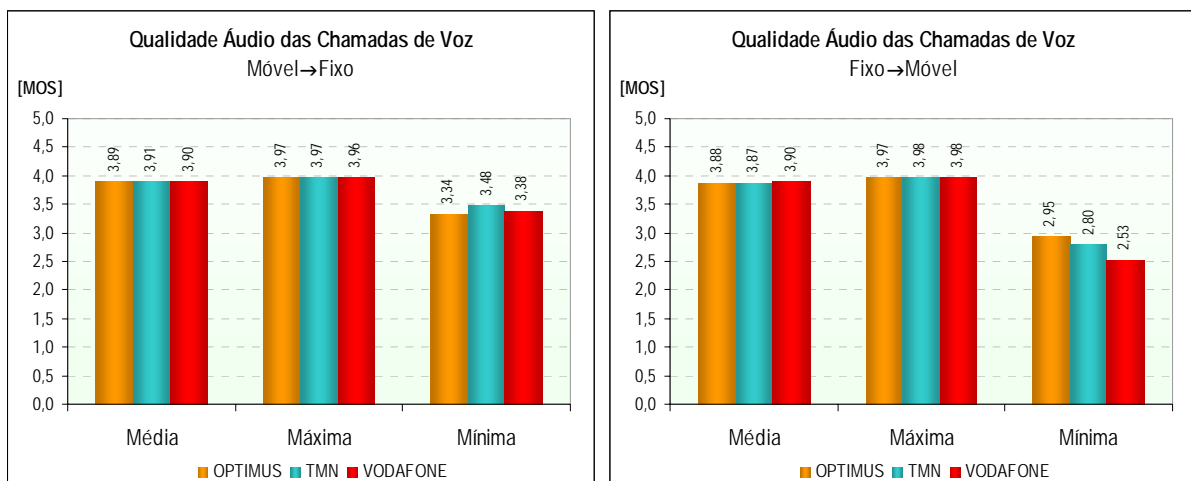


Figura 8 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas* nos Eixos Rodoviários.

Serviço de Videotelefonia (UMTS)

O serviço de videotelefonia apresenta resultados muito aquém dos observados para o serviço de voz, nomeadamente nos indicadores “Acessibilidade do Serviço” e “Taxa de Terminação de Chamadas”.

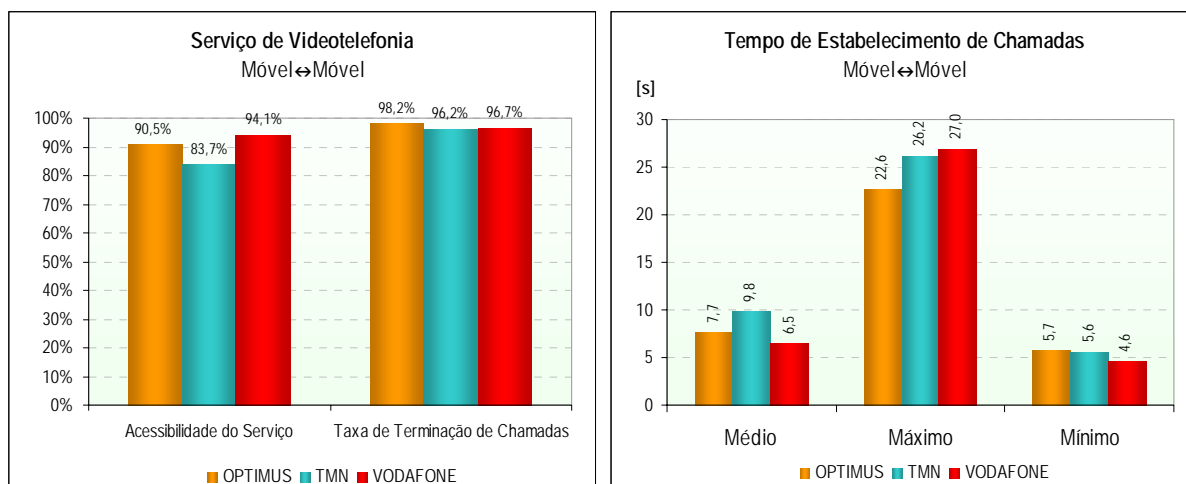


Figura 9 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas* nos Aglomerados Urbanos.

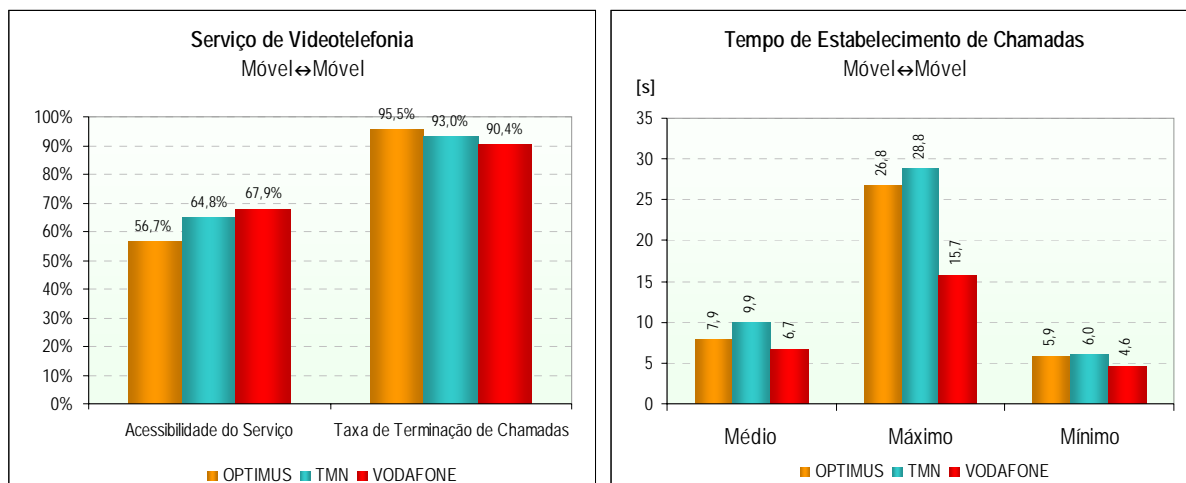


Figura 10 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas* nos Eixos Rodoviários.

O indicador “Acessibilidade do Serviço” apresenta diferenças acentuadas entre as zonas urbanas e os eixos rodoviários. Enquanto que nas zonas urbanas apresenta níveis aceitáveis, nos eixos rodoviários os níveis observados são consideravelmente inferiores. O operador VODAFONE é o que apresenta os melhores resultados, com taxas de sucesso no estabelecimento de chamadas de 94,1% e 67,9%, nos aglomerados urbanos e nos eixos rodoviários, respectivamente. Os resultados mais baixos observados

nos aglomerados urbanos pertencem ao operador TMN, com 83,7% de taxa de sucesso no estabelecimento de chamadas, enquanto que nos eixos rodoviários a taxa mais baixa foi registada pela OPTIMUS, com apenas 56,7% de sucesso no estabelecimento de chamadas.

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.

As diferenças entre operadores são mais significativas nos eixos rodoviários. O operador OPTIMUS apresenta os melhores valores: 98,2%, nos aglomerados urbanos, e 95,5%, nos eixos rodoviários. Os resultados mais baixos foram registados pela TMN, com 96,2% nos aglomerados urbanos, e pela VODAFONE, com 90,4% nos eixos rodoviários.

O tempo médio de estabelecimento de chamadas não apresenta diferenças significativas entre os resultados observados nos aglomerados urbanos e nos eixos rodoviários. O tempo médio mais elevado foi registado pela TMN com cerca de 10 segundos. O melhor tempo médio observado foi registado pela VODAFONE com aproximadamente 6,5 segundos.

Os indicadores “Qualidade Áudio” e “Qualidade Vídeo” apresentam bons resultados, sendo pouco significativas as diferenças entre operadores e entre aglomerados urbanos e eixos rodoviários. No entanto, os melhores resultados médios foram obtidos pelo operador VODAFONE e nos aglomerados urbanos.

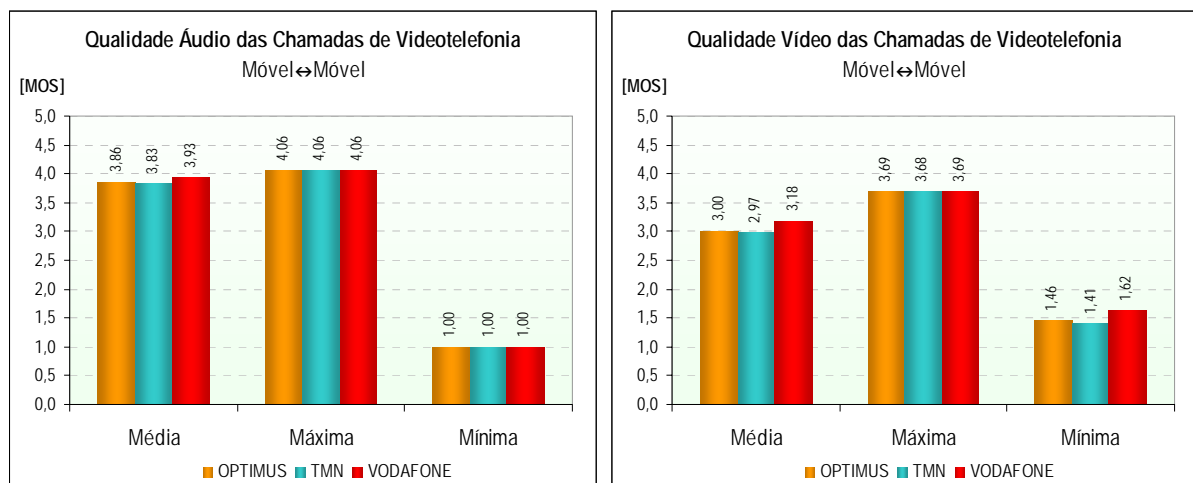


Figura 11 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas* nos Aglomerados Urbanos.

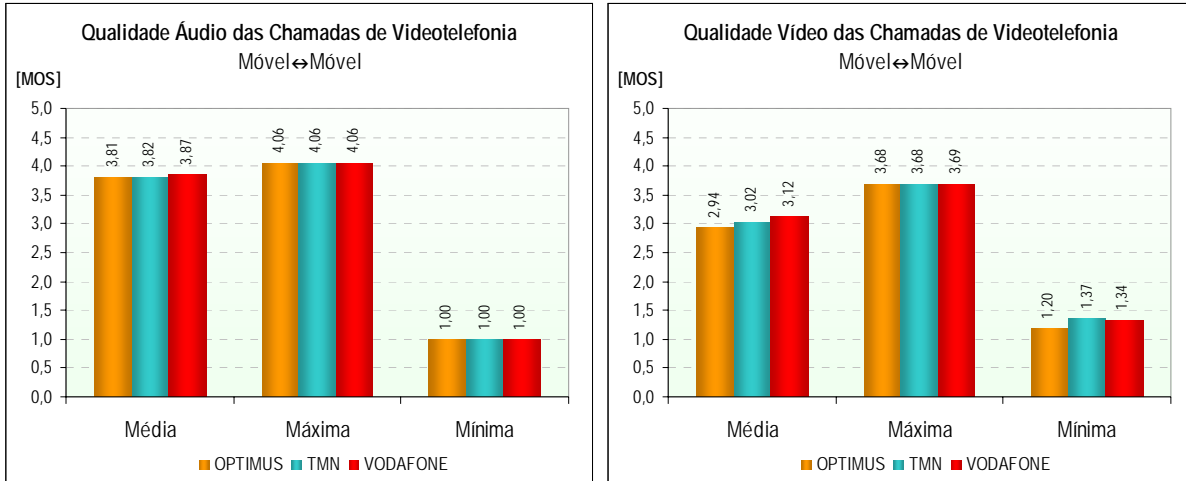


Figura 12 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas* nos Eixos Rodoviários.

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

Foram analisados os serviços que, para cada tecnologia, apresentam elevados índices de utilização pelos consumidores em geral.

1.2.1 INDEPENDENTE DOS SERVIÇOS (GSM / WCDMA):

- a. Cobertura das Redes;

1.2.2 SERVIÇOS DE TELEFONIA (GSM / UMTS):

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

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*. Além de permitir avaliar as redes numa perspectiva do utilizador, esta abordagem permite que a realização dos testes seja independente do correcto funcionamento das próprias redes.

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.

Esta abordagem permite ainda que as áreas com cobertura deficiente ou ausente sejam tidas em consideração na avaliação da qualidade de serviço das redes móveis.

2.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspectos fundamentais:

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

2.2 INDICADORES DE QoS

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

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

- b. **Acesso ao Serviço** – Quando o utilizador pretende utilizar um serviço, o operador móvel deve disponibilizar o mais rapidamente possível o acesso a esse serviço (*v.g.* estabelecer uma chamada de voz);
- c. **Integridade do Serviço** – Corresponde à Qualidade do Serviço (QoS) durante a sua utilização (*v.g.* Qualidade Áudio durante uma chamada de voz);
- d. **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)

Probabilidade dos serviços móveis estarem disponíveis para um utilizador (cobertura 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.

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.

Tabela 1 – 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)

Probabilidade de um utilizador ter acesso ao serviço (voz ou videotelefonia), ou seja, probabilidade de sucesso no estabelecimento de chamadas (de voz ou de videotelefonia).

Uma chamada é 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)

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

$$\text{Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]} = t_2 - t_1$$

t_1 – momento em que o utilizador pressiona o botão de envio.

t_2 – 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)

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 videotelefonia). No cálculo deste indicador apenas são consideradas as chamadas com terminação normal.

$$\begin{array}{l} \text{Qualidade \u00c1udio de Chamada} \\ \text{lado A} = f(\text{MOS}_{\text{LQO}}) \\ \text{Qualidade \u00c1udio de Chamada} \\ \text{lado B} = f(\text{MOS}_{\text{LQO}}) \end{array}$$

lado A – refere-se \u00e0 qualidade percebida do lado do terminal m\u00f3vel (que se desloca no local objecto de an\u00e1lise).

lado B – refere-se \u00e0 qualidade percebida do lado do terminal fixo RDIS, no caso de chamadas de voz, ou do lado do terminal m\u00f3vel que permanece est\u00e1tico, no caso de chamadas de videotelefonia.

MOS_{LQO} – Escala de quantifica\u00e7\u00e3o da qualidade \u00e1udio percebida (*Mean Opinion Score_Listening Quality Objective*).

Os algoritmos de c\u00e1lculo utilizados s\u00e3o o *PESQ*¹ e *SQuad-LQ*², para chamadas de voz e de videotelefonia, respectivamente.

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 ou de v\u00eddeo (a qualidade de voz ou de v\u00eddeo obtida com os *CoDec* normalmente utilizados apresenta valores de MOS inferiores a 4,5).

Tabela 2 - Escala MOS

MOS	Qualidade
5	Excelente
4	Boa
3	Aceit\u00e1vel
2	Pobre
1	M\u00e1

2.2.2.5 QUALIDADE V\u00cdDEO DE CHAMADA DE VIDEOTELEFONIA

Quantifica a qualidade v\u00eddeo da comunica\u00e7\u00e3o, recorrendo ao algoritmo *VQuad*⁴, desenvolvido pela *SwissQual*. No c\u00e1lculo deste indicador apenas s\u00e3o consideradas as chamadas com termina\u00e7\u00e3o normal.

$$\text{Qualidade V\u00eddeo de Chamada} = f(\text{MOS})$$

MOS – Escala de quantifica\u00e7\u00e3o da qualidade v\u00eddeo percebida (*Mean Opinion Score_Video Quality Objective*).

¹ 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)).

² SQuad-LQ – *SwissQual's speech quality algorithm for Listening Quality*.

³ CoDec – Codificador/Descodificador.

⁴ VQuad – *Objective Model for Video Quality Assessment*.

A escala MOS apresenta os níveis já indicados na Tabela 2.

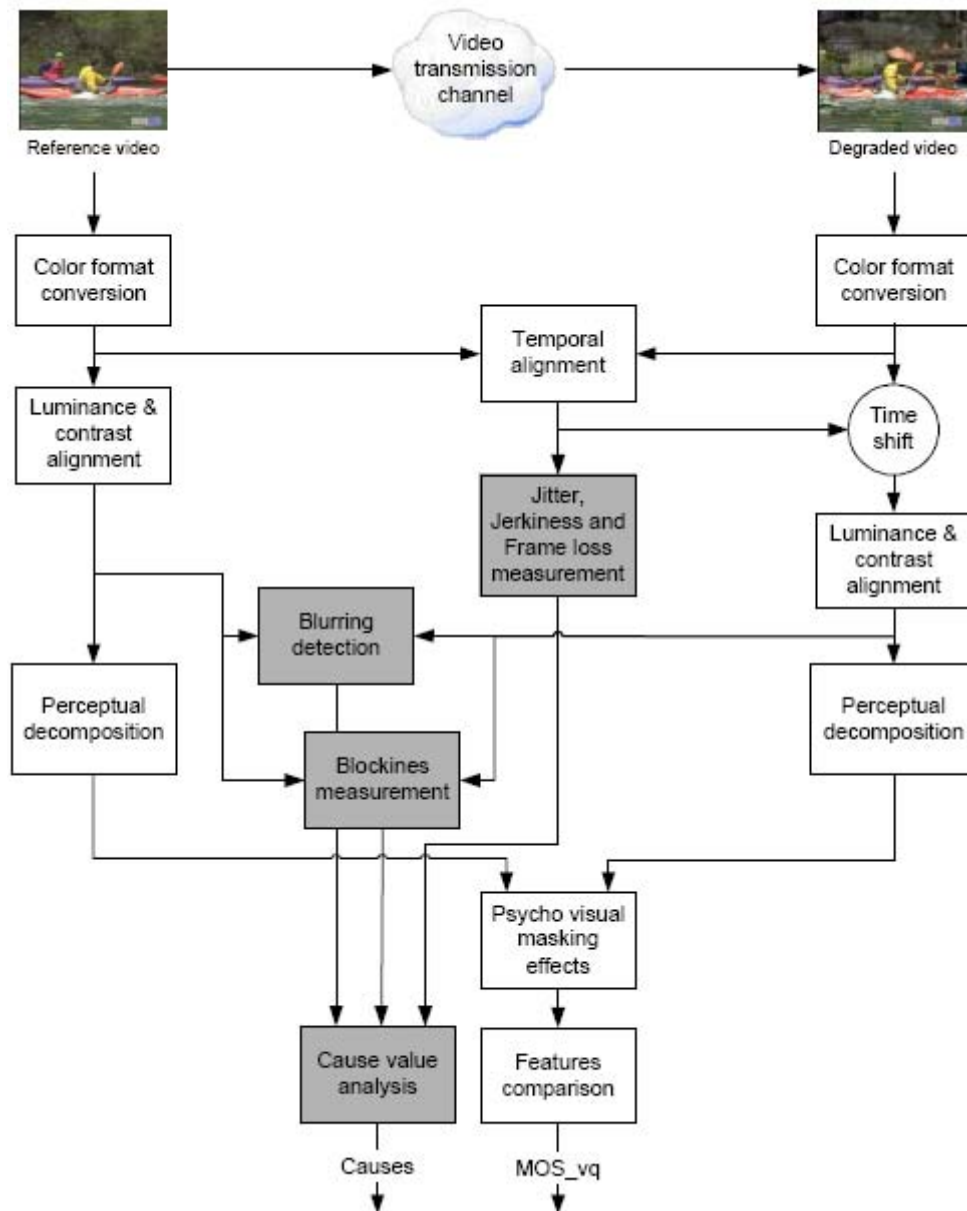


Figura 13 – Diagrama funcional do algoritmo *VQuad*

2.3 PERFIS DE MEDIDA⁵

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).

As medidas são realizadas em movimento, utilizando viaturas automóveis com antenas exteriores (sem ganho).

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 de infra-estrutura 2G ou 3G (GSM/UMTS).

Todos os parâmetros recolhidos são georeferenciados, permitindo a sua posterior representação em cartografia digital.

2.3.1 COBERTURA

A avaliação da cobertura das redes é efectuada através da medição contínua dos níveis de sinal, de cada rede móvel, ao longo de cada trajecto em estudo.

As medidas são efectuadas através de um *Scanner* de RF, pelo que os níveis de sinal medidos correspondem aos níveis efectivos em cada ponto.

São recolhidas amostras de sinal de todos os canais radioeléctricos utilizados pelos três operadores móveis, com periodicidade de aproximadamente um segundo para a tecnologia GSM e de dois segundos e meio para a tecnologia WCDMA⁶.

Estas amostras de sinal são posteriormente analisados sendo apenas considerados, nos indicadores *Cobertura GSM* e *Cobertura WCDMA*, os melhores valores obtidos em cada ponto de medida.

⁵ 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 (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)).

⁶ *Wideband Code Division Multiple Access* – Tecnologia utilizada na rede radioeléctrica dos sistemas de comunicações UMTS.

2.3.2 SERVIÇOS DE TELEFONIA

2.3.2.1 SERVIÇO DE VOZ

Para a análise do serviço de voz são realizadas chamadas de teste entre equipamentos terminais móveis e equipamentos terminais de uma rede fixa (RDIS). Estas chamadas são designadas MOC, quando são originadas na rede móvel e terminadas na rede fixa, e MTC, quando são originadas no terminal fixo e terminadas no terminal móvel.

Os equipamentos terminais móveis deslocam-se ao longo do trajecto em estudo.

As janelas temporais para realização das chamadas de teste são iniciadas simultaneamente para os três operadores.

Depois de estabelecida a chamada, é analisada a qualidade áudio da comunicação, nos dois extremos, de acordo com o algoritmo *PESQ*.

Parâmetros de Teste:

- ▶ 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.

2.3.2.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

Para a análise do serviço de videotelefonia são realizadas chamadas de teste entre equipamentos terminais móveis. Um dos terminais permanece estático, em local com adequada cobertura, enquanto que o outro se desloca no local objecto de análise. Estas chamadas são designadas MOC, quando são originadas no equipamento terminal que se desloca no local em análise e terminadas no equipamento terminal que permanece estático. Na situação inversa, as chamadas são designadas MTC.

As janelas temporais para realização das chamadas de teste são iniciadas simultaneamente para os três operadores.

Depois de estabelecida a chamada, são analisadas a qualidade áudio e a qualidade vídeo da comunicação, nos dois extremos, de acordo com os algoritmos *SQuad-LQ* e *VQuad* (algoritmos

proprietários da *SwissQual*, fornecedor do sistema de teste e medida utilizado).

Parâmetros de Teste:

- ▶ 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/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*, recentemente adquirido pela ANACOM.

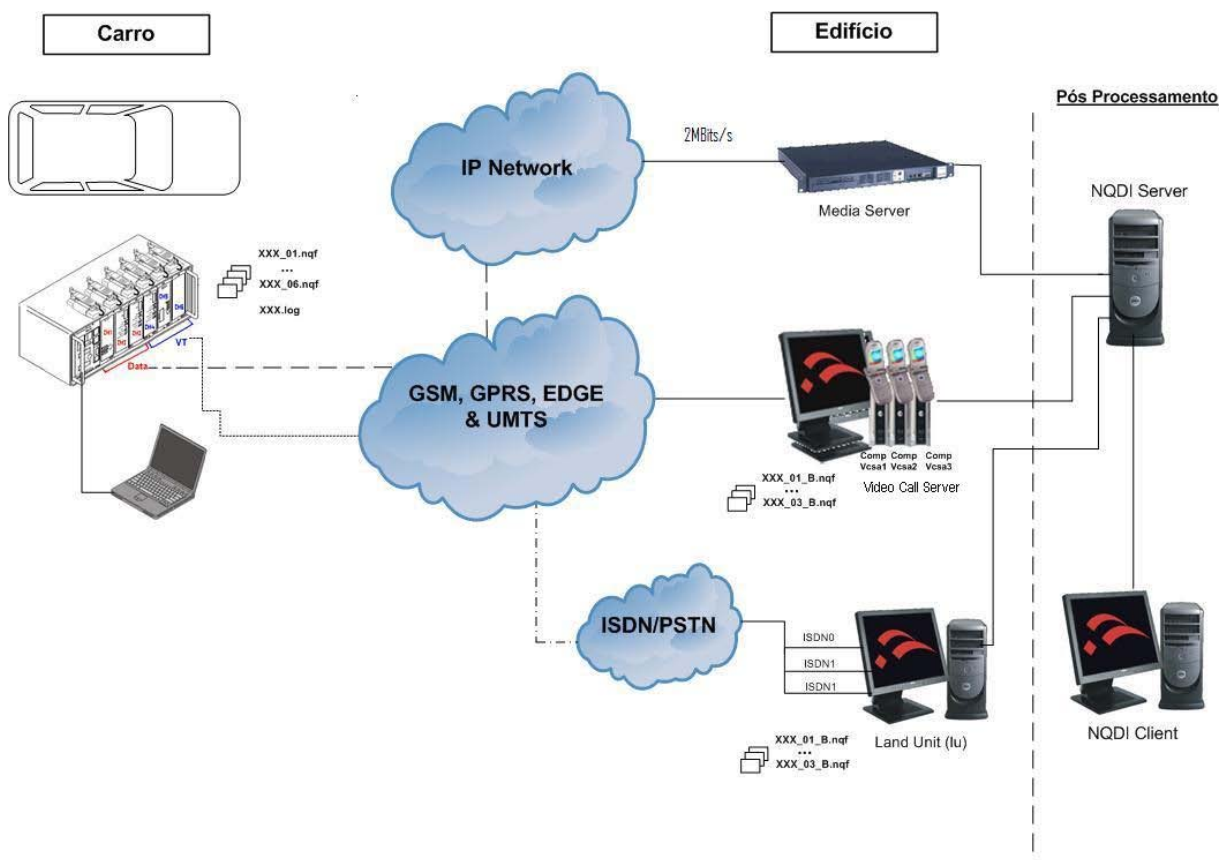


Figura 14 – Arquitectura do sistema *Seven.Five/NetQual*

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 em Portugal Continental.

3.1 LOCAIS ANALISADOS

Pretende-se com este estudo aferir a qualidade dos serviços disponibilizados pelas redes móveis, tal como esta é sentida pelos consumidores. Como tal, 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 3 – 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 4 – Eixos Rodoviários

Eixos Rodoviários	Distância Aproximada (Km)
Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	60
Lisboa-Porto (A1)	325
Oeiras-Castelo Branco-Guarda (A9 / A1 / A23)	330
Lisboa-Vila Real de S ^{to} . António (A2 / A22)	320
Vila Real de S ^{to} . António-Faro-Lagos (EN 125)	130
Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	210
Lisboa-Leiria (A8)	140
Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	240
Porto-Bragança (A4 / IP4)	240
Aveiro-Viseu-Vilar Formoso (IP5 / A25)	200
Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	215
Total	2.410

3.2 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Tabela 5 – Amostra, para os três operadores estudados.

	Horas em Medidas	Chamadas de Voz	Videochamadas	Medidas Cobertura		Quilómetros em Medidas	
				GSM	WCDMA		
Aglomerados Urbanos	Aveiro	6 h 24	380	331	70.488	27.787	185
	Beja	6 h 08	359	311	66.808	25.107	123
	Braga	6 h 08	361	316	66.925	26.349	204
	Bragança	6 h 19	372	324	68.269	27.232	155
	Castelo Branco	6 h 08	359	314	67.616	25.533	129
	Coimbra	6 h 28	375	328	70.272	27.692	191
	Évora	6 h 08	363	320	66.760	22.429	133
	Faro	6 h 08	362	314	67.339	23.200	105
	Guarda	6 h 19	372	330	68.416	26.355	154
	Leiria	6 h 11	362	321	67.823	26.522	139
	Portalegre	6 h 13	364	316	67.808	26.618	112
	Santarém	6 h 17	368	320	68.750	26.591	173
	Setúbal	6 h 11	365	311	67.940	26.135	128
	Viana do Castelo	6 h 06	360	316	65.866	26.138	129
	Vila Real	6 h 11	364	321	67.303	26.439	138
	Viseu	6 h 23	378	323	69.133	26.983	190
	Grande Porto	18 h 23	1.082	936	200.251	78.653	532
	Grande Lisboa	36 h 08	2.129	1.851	396.048	151.672	793
	Total Aglomerados Urbanos	154 h 13	9.075	7.903	1.683.815	647.435	3.713
Eixos Rodoviários	Lisboa-Cascais-Sintra-Lisboa (A5 / IC19)	6 h 35	385	340	71.635	28.217	342
	Lisboa-Porto (A1)	6 h 35	384	338	71.308	27.293	657
	Oeiras-Castelo Branco-Guarda (A9 / A1 / A23)	6 h 45	393	346	72.022	23.107	663
	Lisboa-Vila Real de Sto. António (A2 / A22)	6 h 41	393	338	71.945	27.954	640
	Vila Real de Sto. António-Faro-Lagos (EN125)	4 h 47	278	244	51.939	20.031	263
	Lisboa-Évora-Elvas (A2 / A6)	4 h 00	234	201	43.490	15.830	421
	Lisboa-Leiria (A8)	3 h 01	177	153	32.691	12.602	292
	Porto-Braga-Valença-Viana do Castelo-Porto (A3 / IC1)	5 h 05	298	253	54.911	21.859	484
	Porto-Bragança (A4 / IP4)	5 h 47	341	296	62.442	24.563	484
	Aveiro-Vilar Formoso (IP5 / A25)	3 h 46	218	193	40.451	16.091	401
	Vila Real-Figueira da Foz (IP3 / A24 / A14)	5 h 07	304	268	55.300	21.573	429
	Total Eixos Rodoviários	58 h 09	3.405	2.970	628.134	239.120	5.076
	Total Global	212 h 22	12.480	10.873	2.311.949	886.555	8.789

3.3 CONDIÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

As campanhas no terreno decorreram em dias úteis do período de 13 de Novembro a 20 de Dezembro.

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 (6h30).

4 RESULTADOS AGREGADOS

4.1 AGLOMERADOS URBANOS

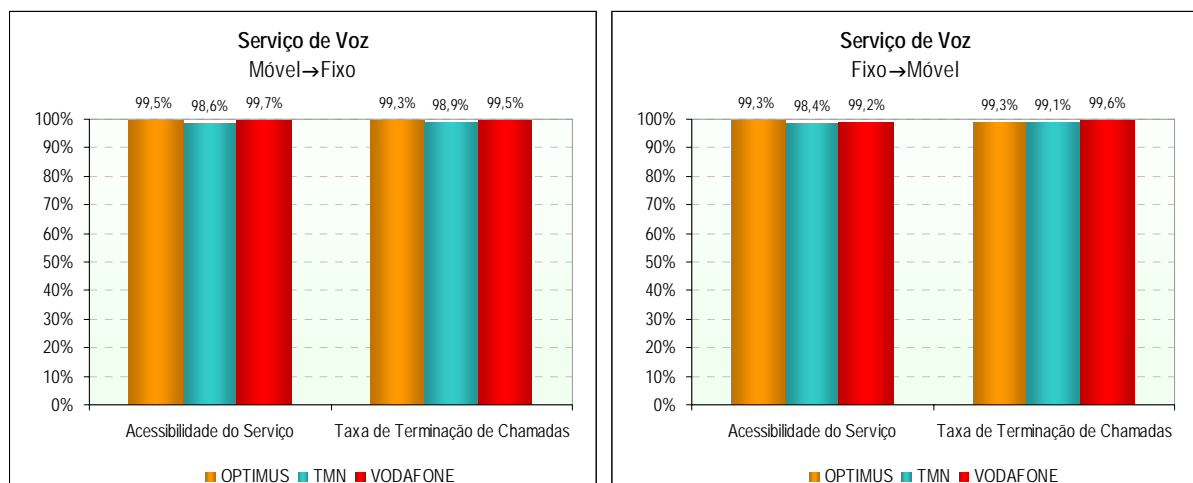
4.1.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	1.539	1.496	1.537	1.495	1.525	1.483
	Falhadas no Estabelecimento	7	10	21	24	5	12
	Falhadas Durante a Chamada	11	11	17	13	8	6
	Com Terminação Normal	1.521	1.475	1.499	1.458	1.512	1.465
	Acessibilidade do Serviço	99,5%	99,3%	98,6%	98,4%	99,7%	99,2%
	Taxa de Terminação de Chamadas	99,3%	99,3%	98,9%	99,1%	99,5%	99,6%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	1.532	1.486	1.516	1.471	1.520	1.471
	Tempo Médio [s]	5,3	6,6	5,6	7,7	4,7	6,8
	Tempo Máximo [s]	12,3	15,9	16,6	16,6	12,1	14,4
	Tempo Mínimo [s]	4,3	5,2	4,2	5,7	4,0	5,2
	Desvio Padrão [s]	0,9	1,1	0,7	1,2	0,5	0,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	2.995	2.996	2.956	2.957	2.977	2.977
	Média [MOS]	3,90	3,89	3,91	3,87	3,91	3,90
	Máxima [MOS]	3,97	3,98	3,97	3,97	3,97	3,98
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	3,21	1,46	3,19	2,59
	Desvio Padrão [MOS]	0,09	0,12	0,06	0,13	0,07	0,09

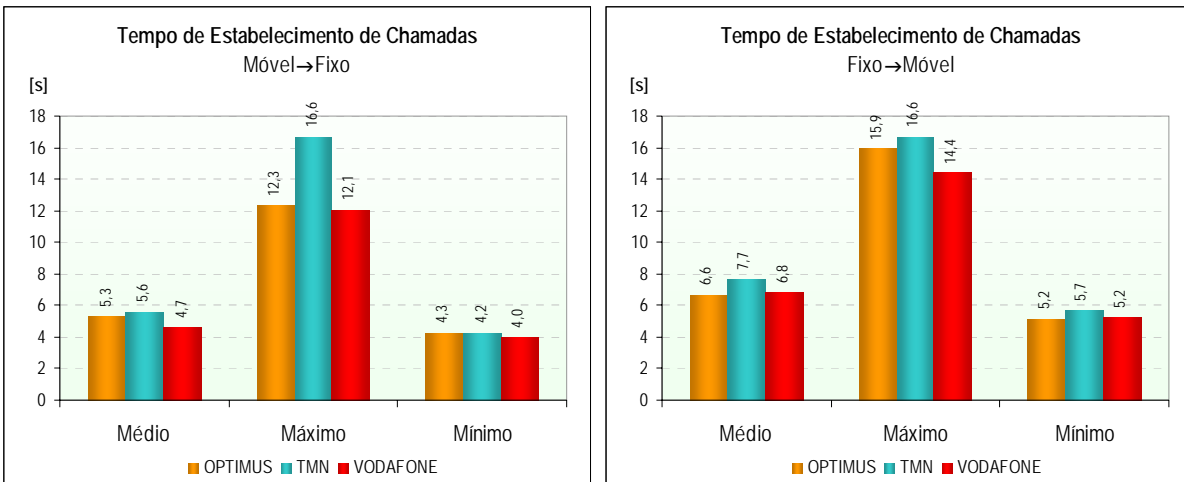
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,4%	0,6%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,6%	0,6%	0,7%	0,6%	0,5%	0,5%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,044	0,055	0,034	0,062	0,027	0,038
	Qualidade Áudio [MOS]	0,003	0,004	0,002	0,005	0,002	0,003

Nível de Confiança = 95 %

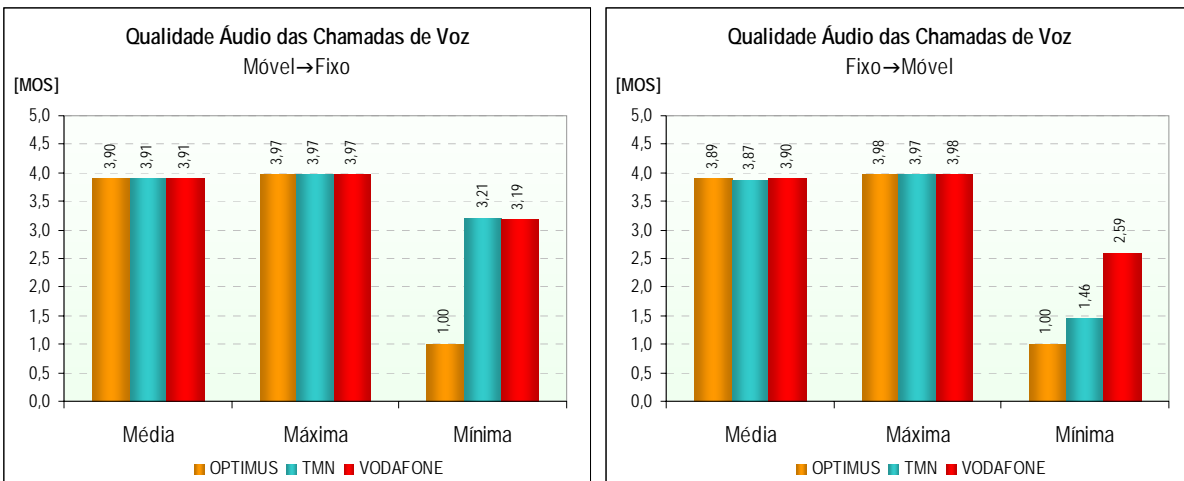
4.1.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



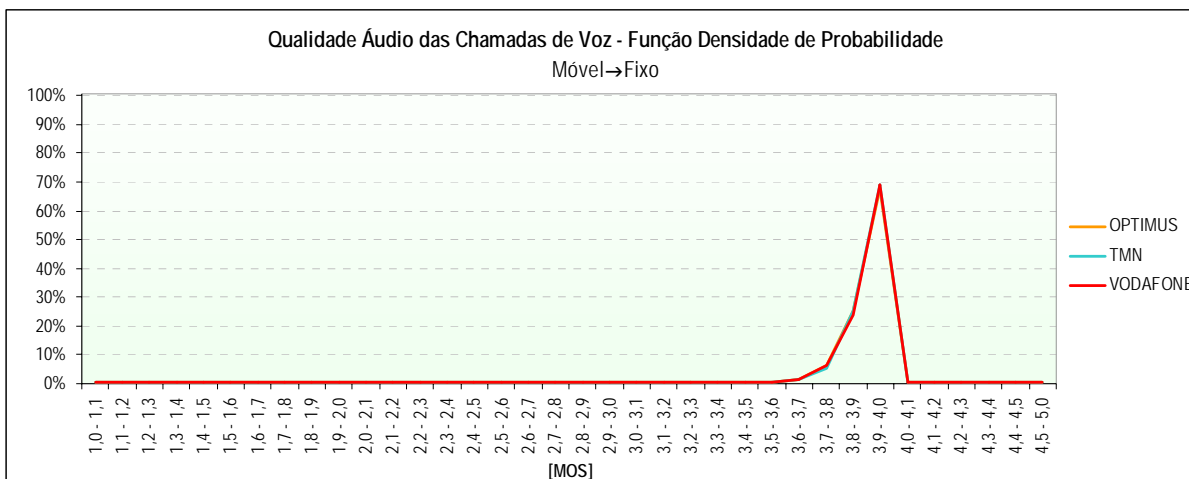
4.1.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

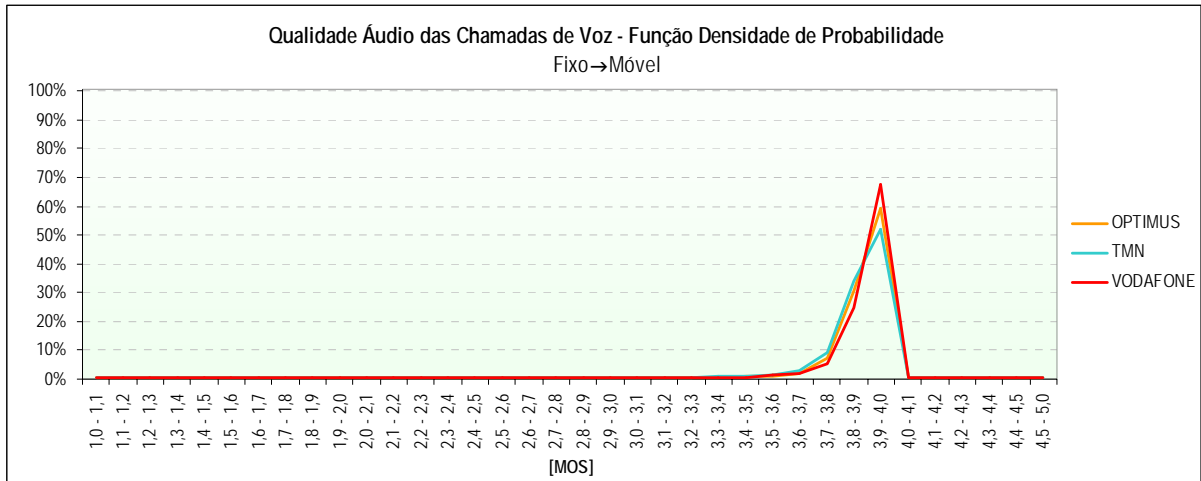


4.1.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*

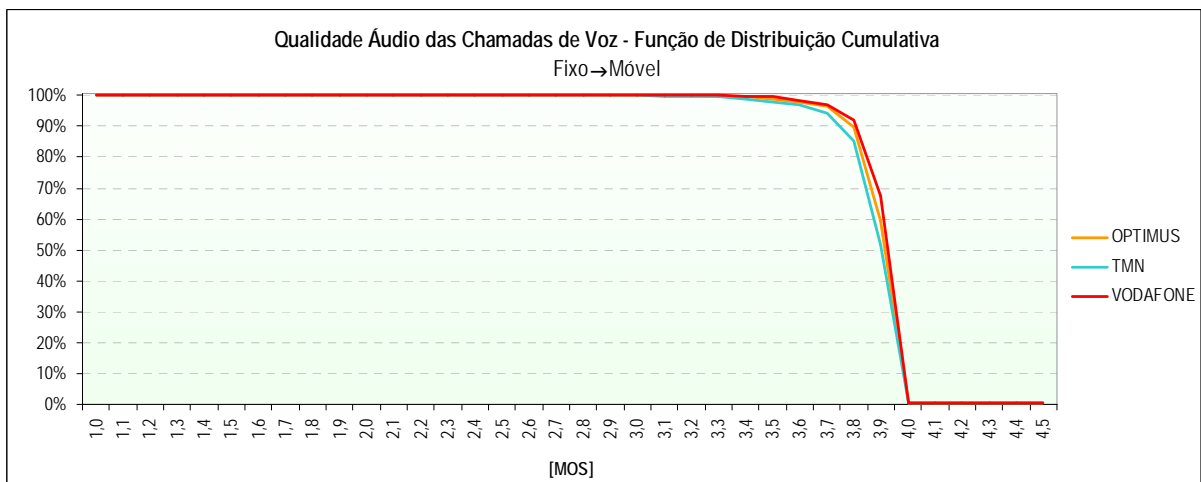
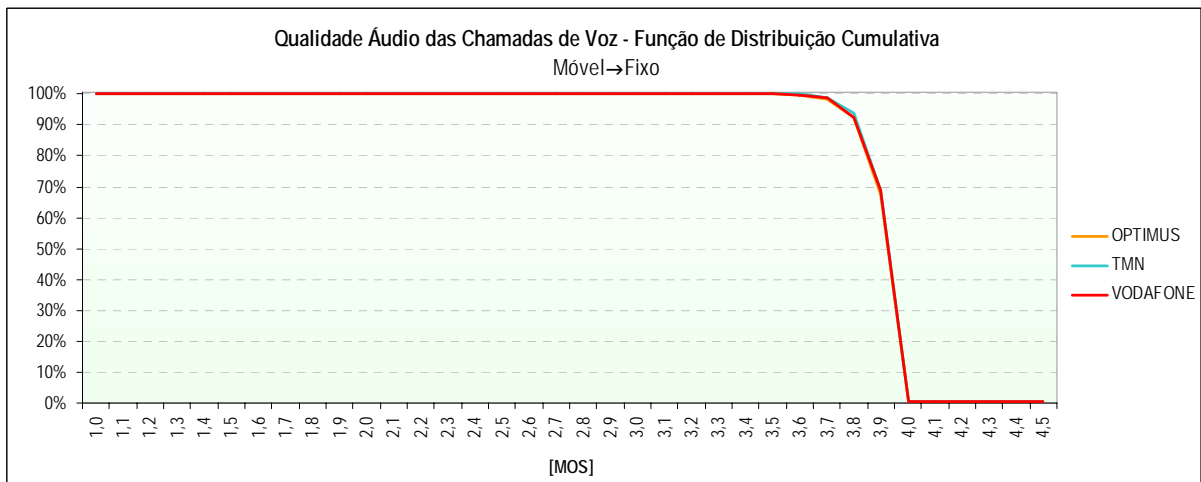


4.1.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





4.1.1.5 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ



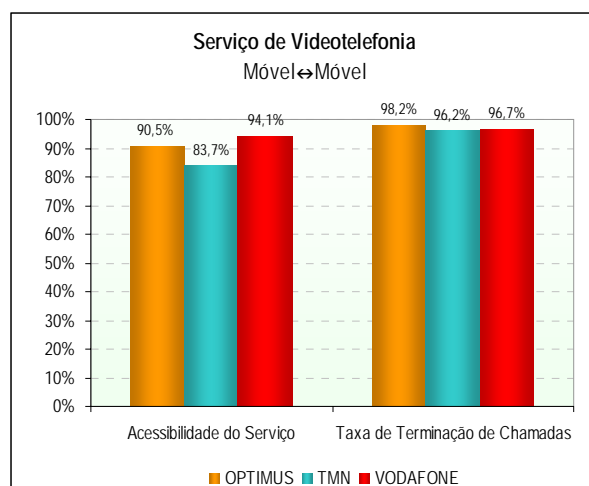
4.1.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	2.631	2.623	2.649
	Falhadas no Estabelecimento	249	428	156
	Falhadas Durante a Chamada	43	83	82
	Com Terminação Normal	2.339	2.112	2.411
	Acessibilidade do Serviço	90,5%	83,7%	94,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,2%	96,2%	96,7%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	2.382	2.195	2.493
	Tempo Médio [s]	7,7	9,8	6,5
	Tempo Máximo [s]	22,6	26,2	27,0
	Tempo Mínimo [s]	5,7	5,6	4,6
	Desvio Padrão [s]	1,4	2,3	1,7
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	4.668	4.199	4.813
	Média [MOS]	3,86	3,83	3,93
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,28	0,38	0,22
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	4.659	4.183	4.803
	Média [MOS]	3,00	2,97	3,18
	Máxima [MOS]	3,69	3,68	3,69
	Mínima [MOS]	1,46	1,41	1,62
	Desvio Padrão [MOS]	0,54	0,58	0,54

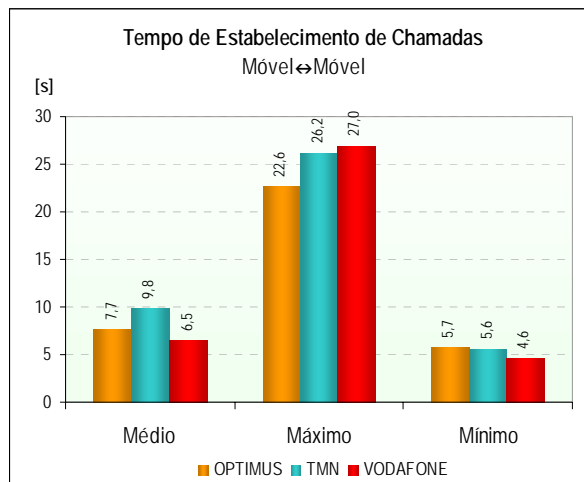
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	1,2%	1,5%	1,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,6%	0,9%	0,8%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,058	0,096	0,067
	Qualidade Áudio [MOS]	0,008	0,012	0,006
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,016	0,018	0,015

Nível de Confiança = 95 %

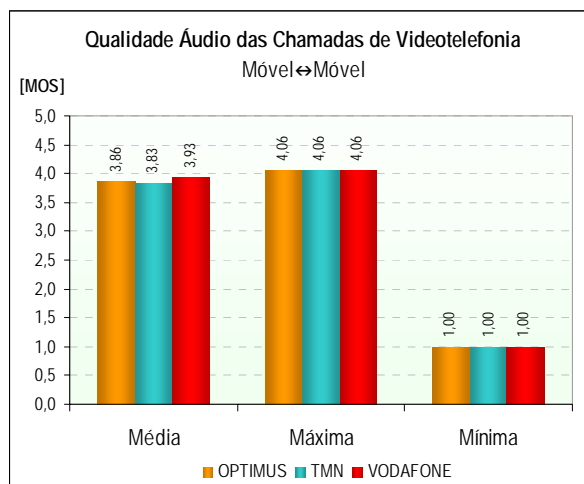
4.1.2.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



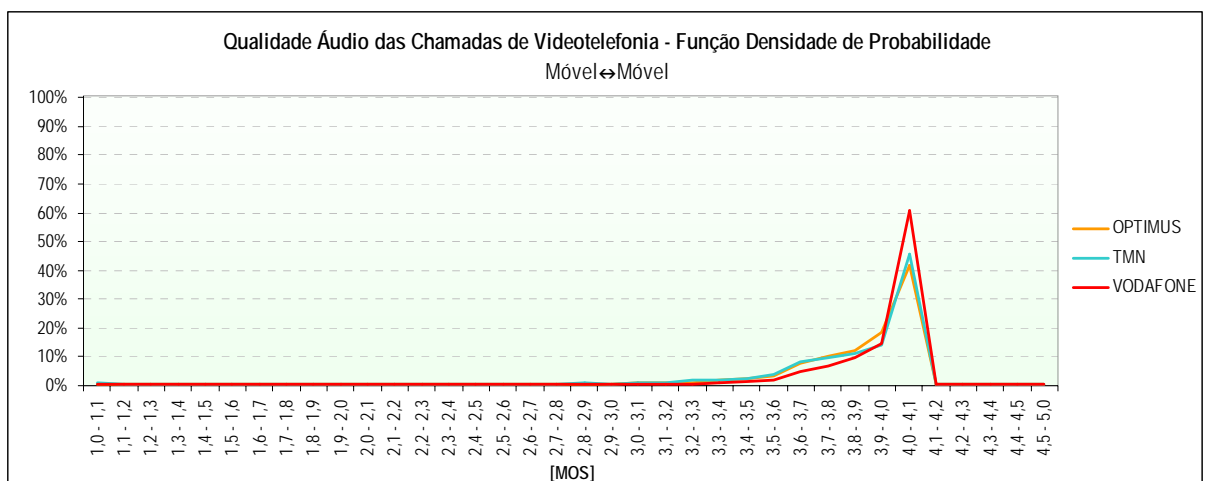
4.1.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



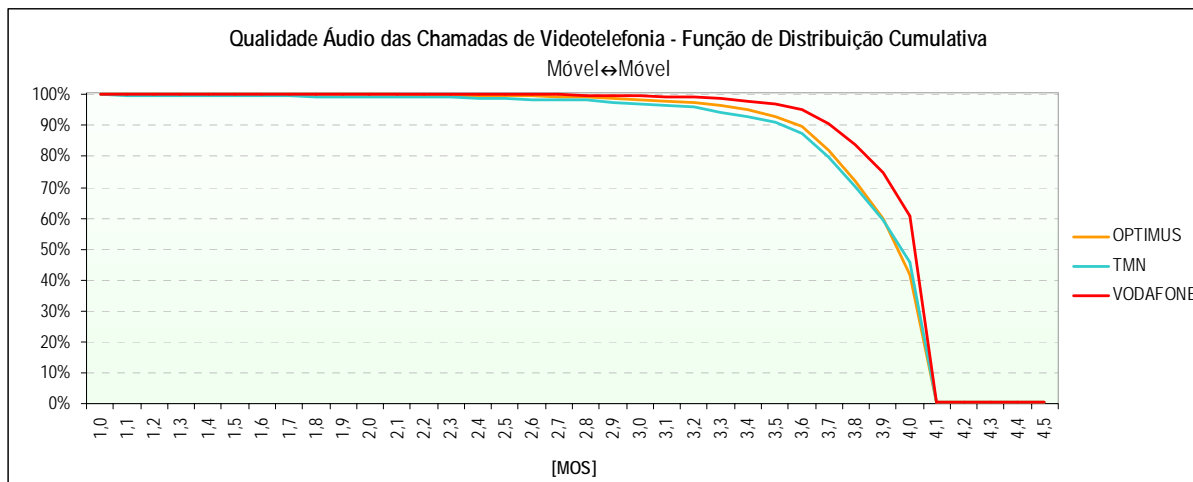
4.1.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



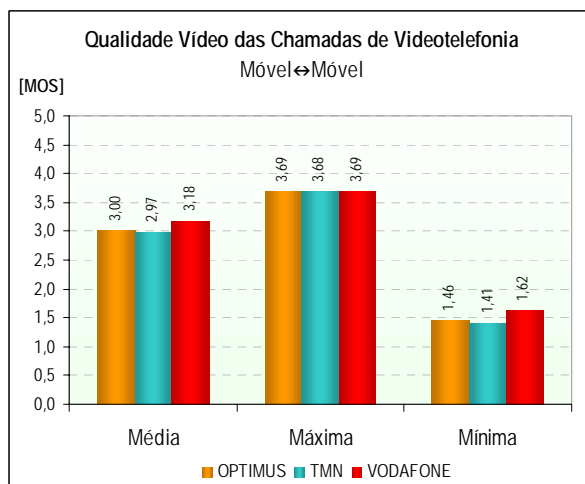
4.1.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



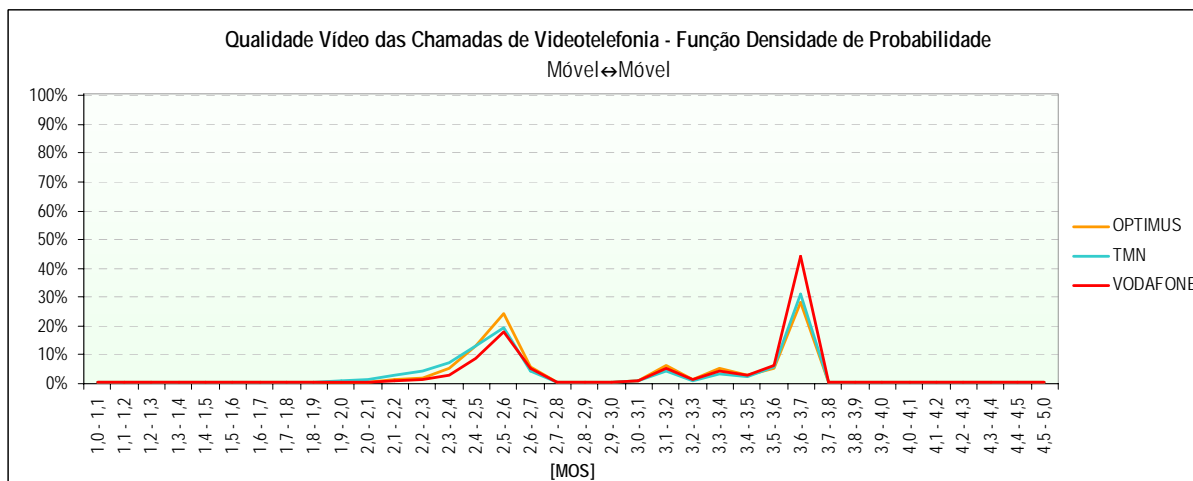
4.1.2.5 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



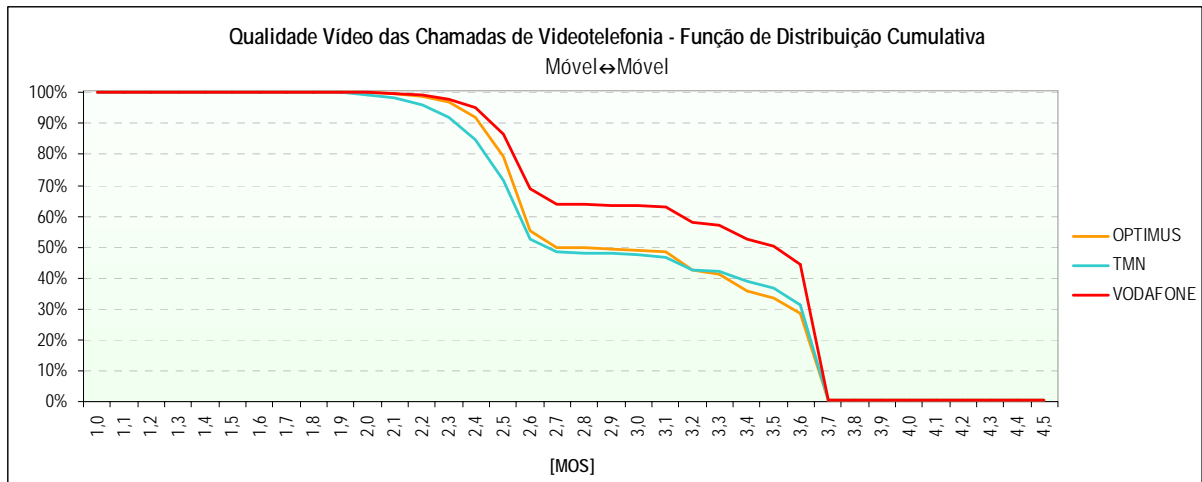
4.1.2.6 INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



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



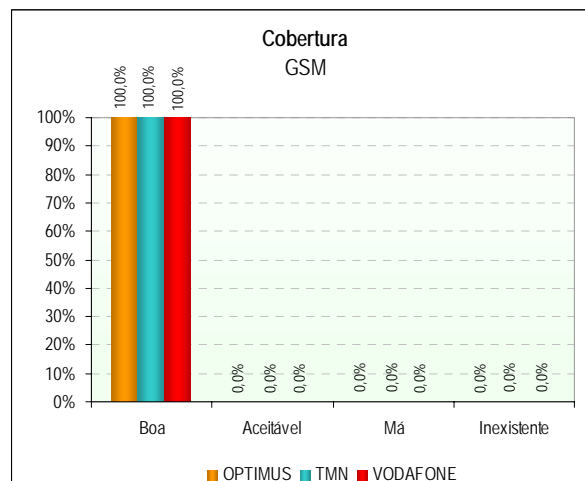
4.1.2.8 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



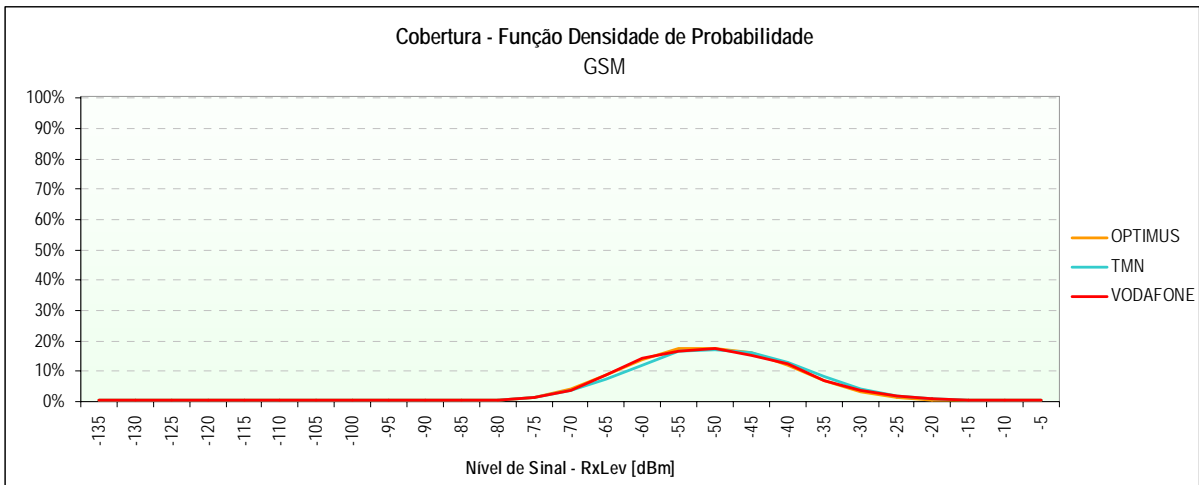
4.1.3 COBERTURA DAS REDES

	GSM			WCDMA		
	OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura						
Número de Amostras (Medições)	557.416	565.129	561.270	217.027	215.112	215.296
Nível Médio de Sinal [dBm]	-48	-47	-48	-68	-70	-66
Nível Máximo de Sinal [dBm]	-4	-3	-1	-30	-26	-25
Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-107	-110	-109	-124	-124	-122
Desvio Padrão [dBm]	11	11	11	11	13	12
Boa	100,0%	100,0%	100,0%	98,9%	97,2%	99,2%
Aceitável	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	2,0%	0,8%
Má	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,0%
Inexistente	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%

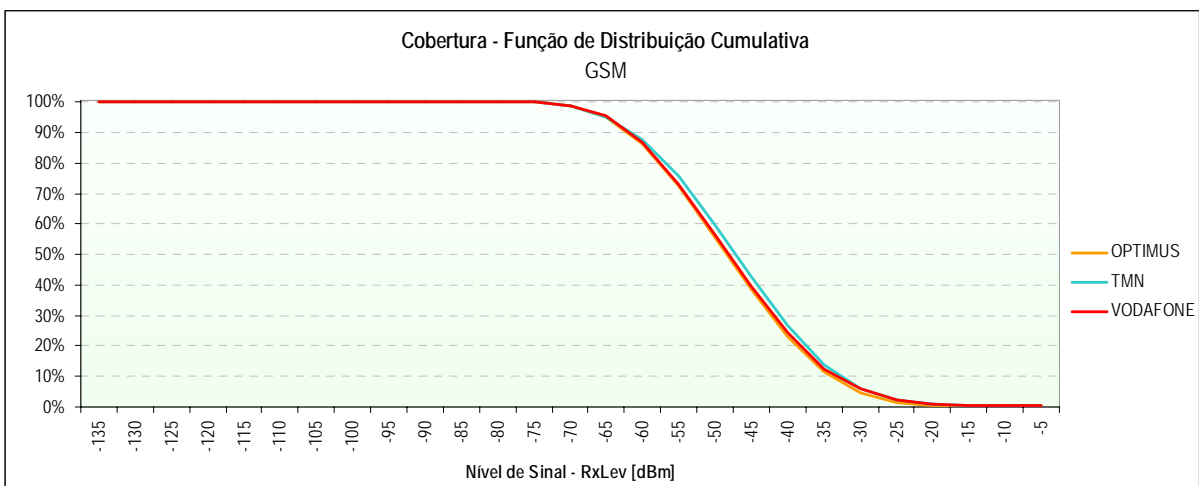
4.1.3.1 GSM



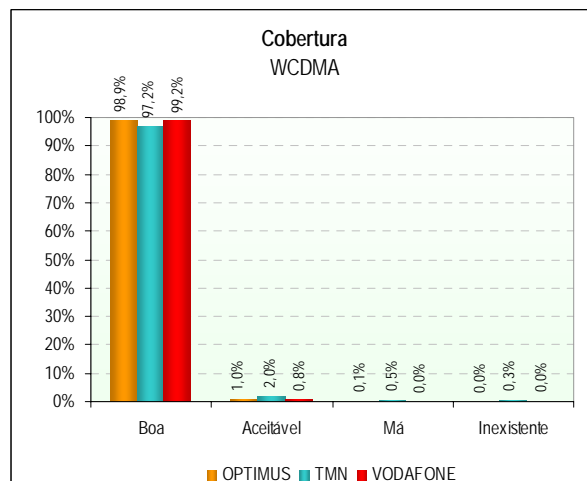
4.1.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



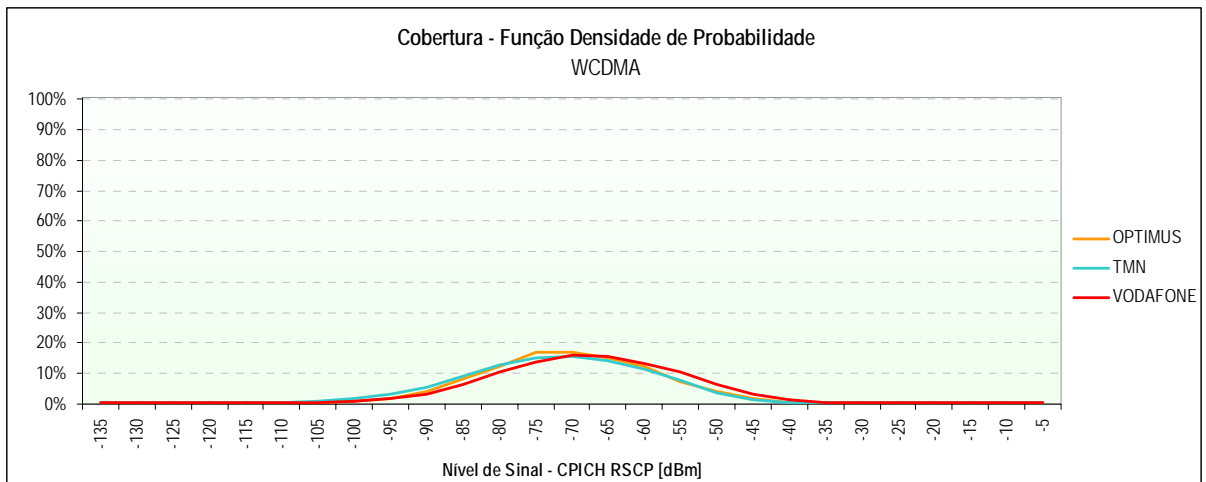
4.1.3.3 GSM - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA



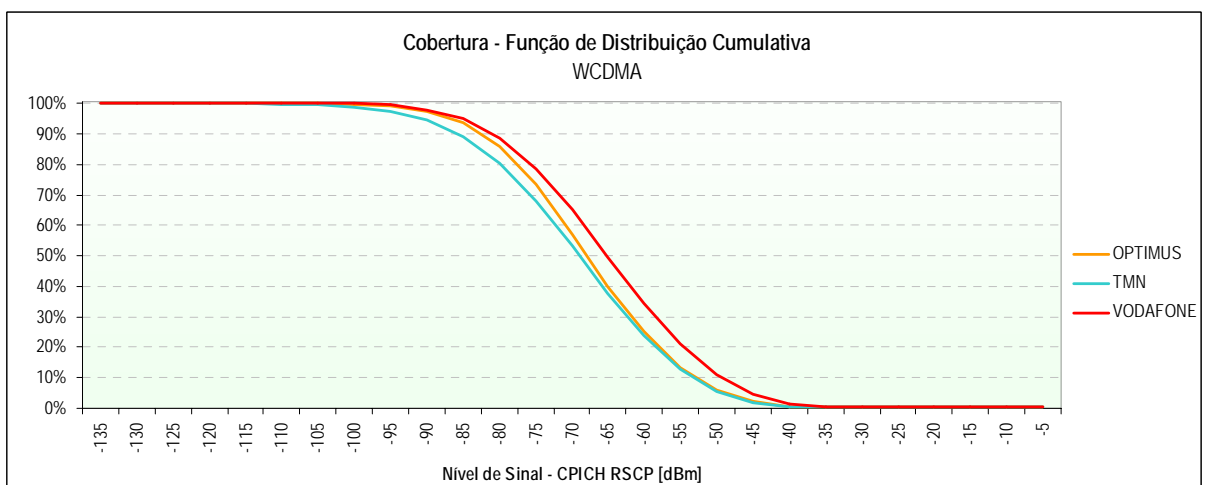
4.1.3.4 WCDMA



4.1.3.5 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.1.3.6 WCDMA - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA



4.2 EIXOS RODOVIÁRIOS

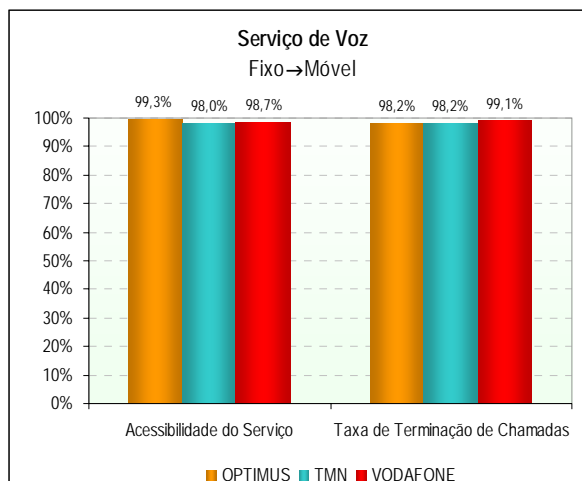
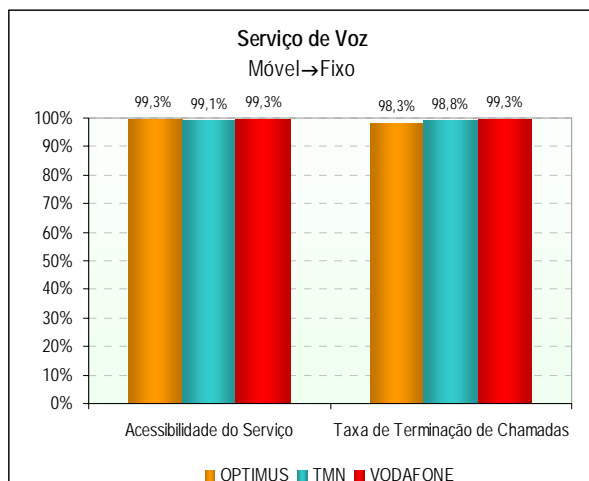
4.2.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	576	560	578	560	573	558
	Falhadas no Estabelecimento	4	4	5	11	4	7
	Falhadas Durante a Chamada	10	10	7	10	4	5
	Com Terminação Normal	562	546	566	539	565	546
	Acessibilidade do Serviço	99,3%	99,3%	99,1%	98,0%	99,3%	98,7%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,3%	98,2%	98,8%	98,2%	99,3%	99,1%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	572	556	573	549	569	551
	Tempo Médio [s]	5,1	6,4	5,7	7,8	4,6	6,7
	Tempo Máximo [s]	11,4	15,1	15,9	14,4	10,1	11,7
	Tempo Mínimo [s]	4,2	5,2	4,4	5,8	4,1	5,3
	Desvio Padrão [s]	0,7	0,9	0,7	1,4	0,5	0,7
Qualidade Audio	Número de Amostras (Chamadas)	1.107	1.108	1.105	1.105	1.111	1.111
	Média [MOS]	3,89	3,88	3,91	3,87	3,90	3,90
	Máxima [MOS]	3,97	3,97	3,97	3,98	3,96	3,98
	Mínima [MOS]	3,34	2,95	3,48	2,80	3,38	2,53
	Desvio Padrão [MOS]	0,08	0,11	0,06	0,11	0,07	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%	1,1%	1,1%	1,5%	1,1%	1,3%
	Taxa de Terminação de Chamadas	1,4%	1,5%	1,3%	1,5%	1,1%	1,2%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,060	0,078	0,056	0,114	0,043	0,060
	Qualidade Audio [MOS]	0,005	0,006	0,003	0,006	0,004	0,006

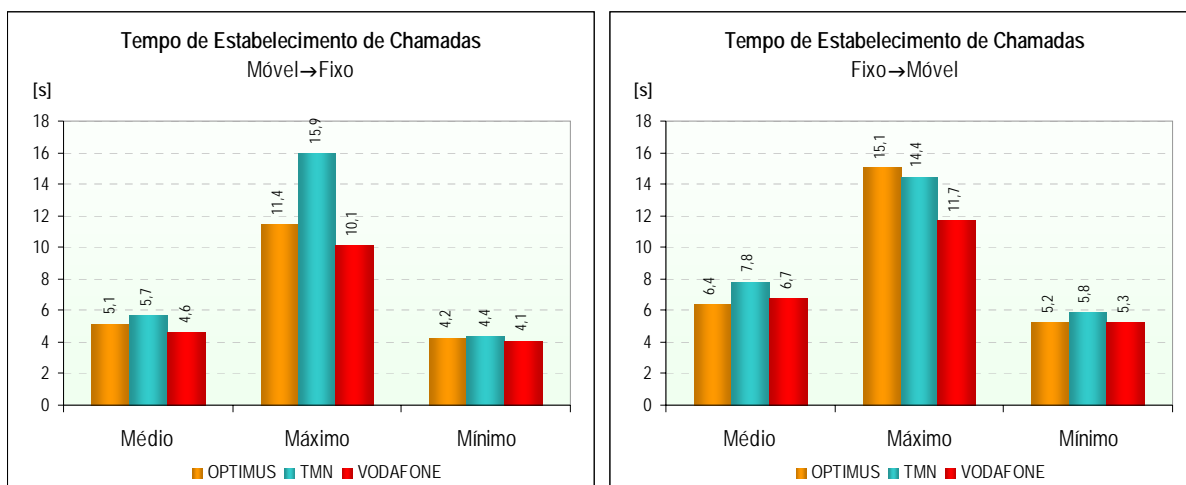
Nível de Confiança = 95 %

4.2.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS

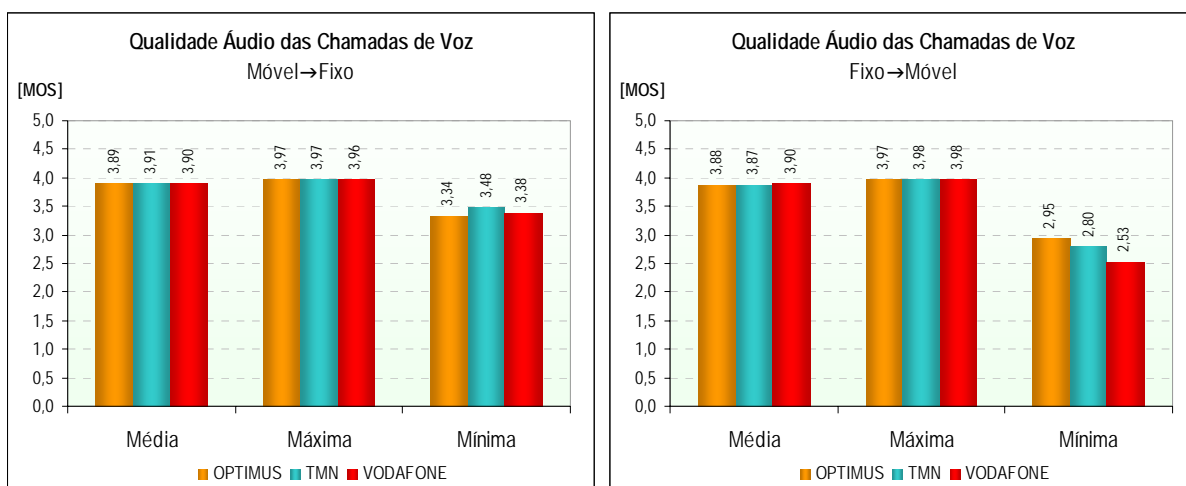




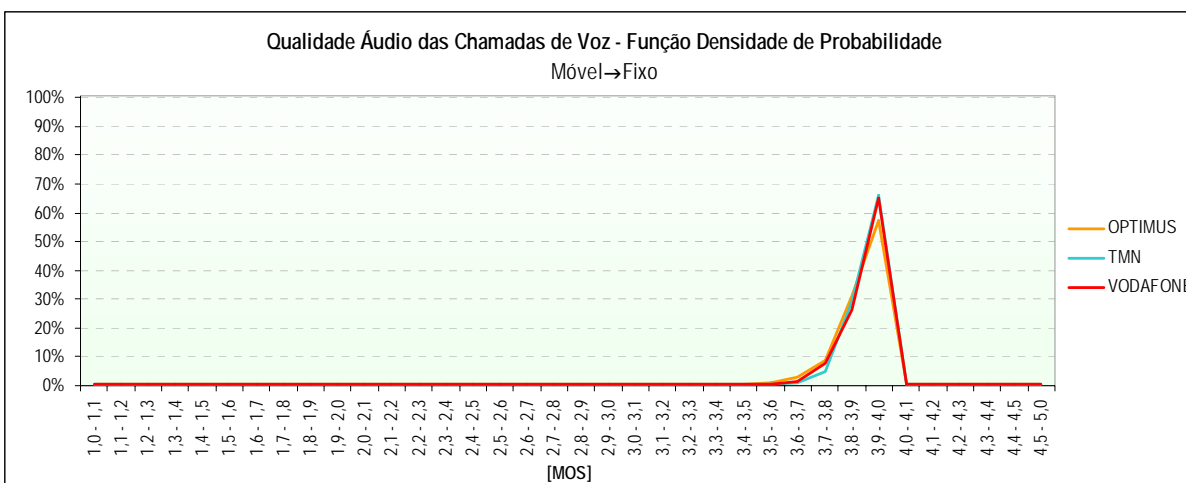
4.2.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

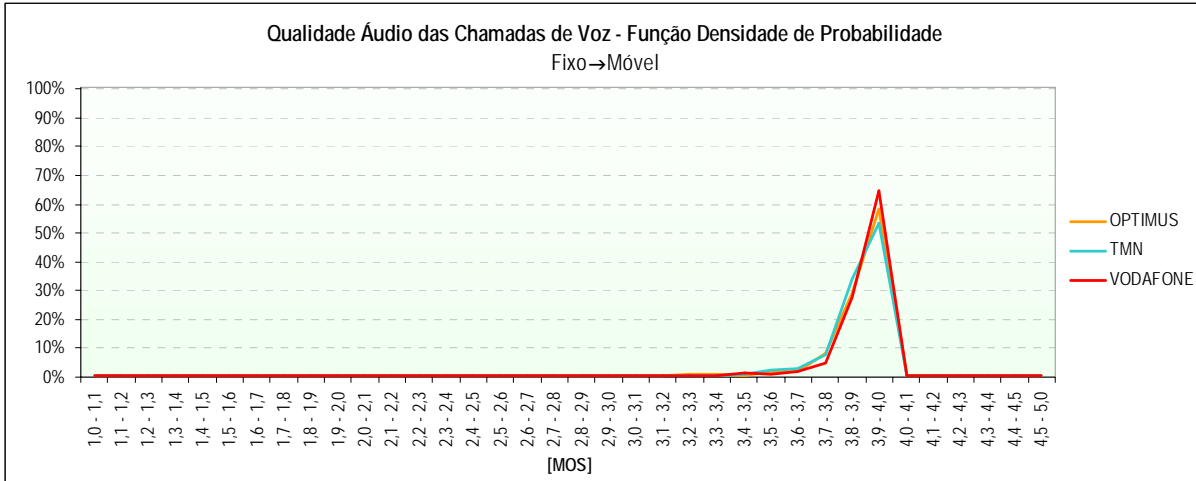


4.2.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*

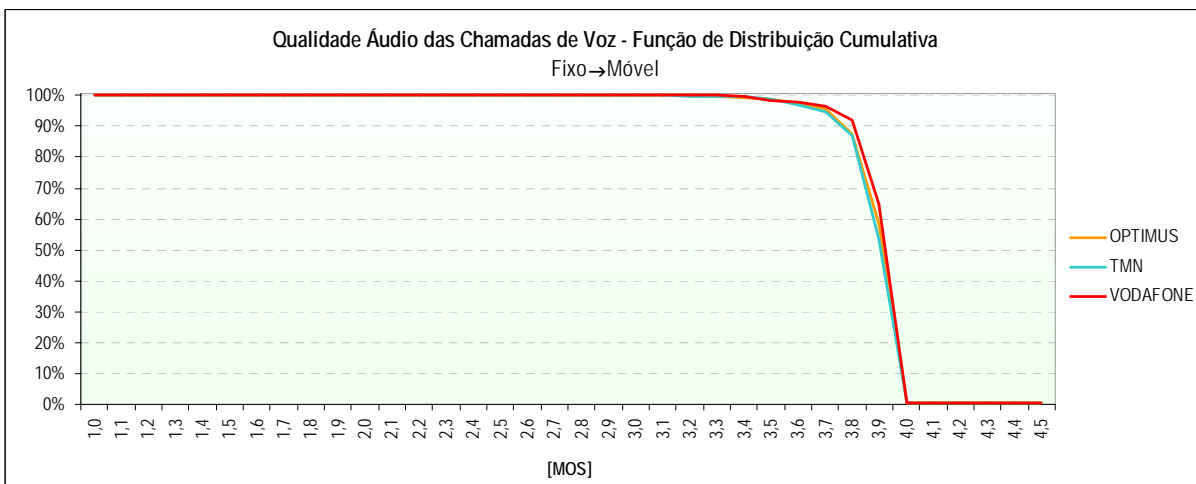
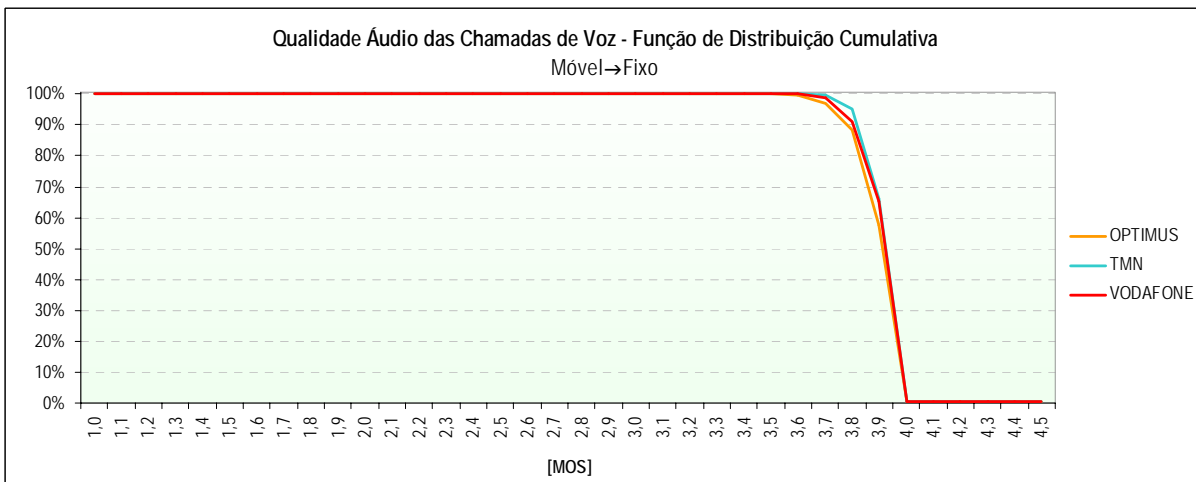


4.2.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





4.2.15 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*



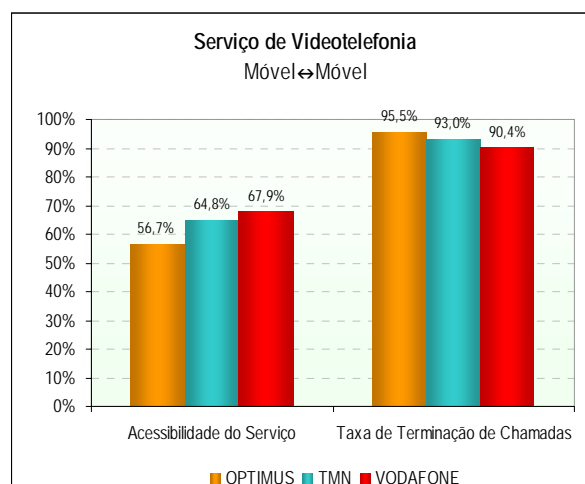
4.2.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	984	987	999
	Falhadas no Estabelecimento	426	347	321
	Falhadas Durante a Chamada	25	45	65
	Com Terminação Normal	533	595	613
	Acessibilidade do Serviço	56,7%	64,8%	67,9%
	Taxa de Terminação de Chamadas	95,5%	93,0%	90,4%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	558	640	678
	Tempo Médio [s]	7,9	9,9	6,7
	Tempo Máximo [s]	26,8	28,8	15,7
	Tempo Mínimo [s]	5,9	6,0	4,6
	Desvio Padrão [s]	1,9	2,3	1,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	1.058	1.175	1.224
	Média [MOS]	3,81	3,82	3,87
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,39	0,48	0,42
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	1.056	1.169	1.222
	Média [MOS]	2,94	3,02	3,12
	Máxima [MOS]	3,68	3,68	3,69
	Mínima [MOS]	1,20	1,37	1,34
	Desvio Padrão [MOS]	0,53	0,59	0,56

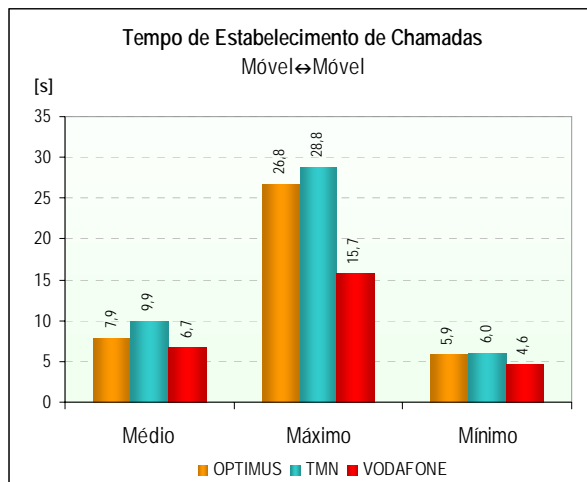
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	3,2%	3,1%	3,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	2,1%	2,3%	2,5%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,157	0,175	0,133
	Qualidade Áudio [MOS]	0,024	0,027	0,024
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,032	0,034	0,031

Nível de Confiança = 95 %

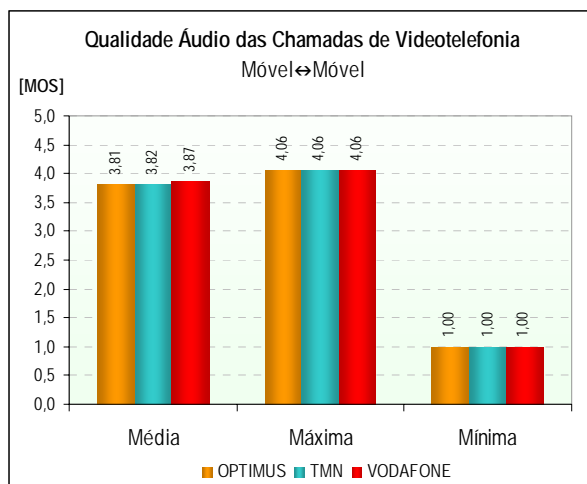
4.2.2.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



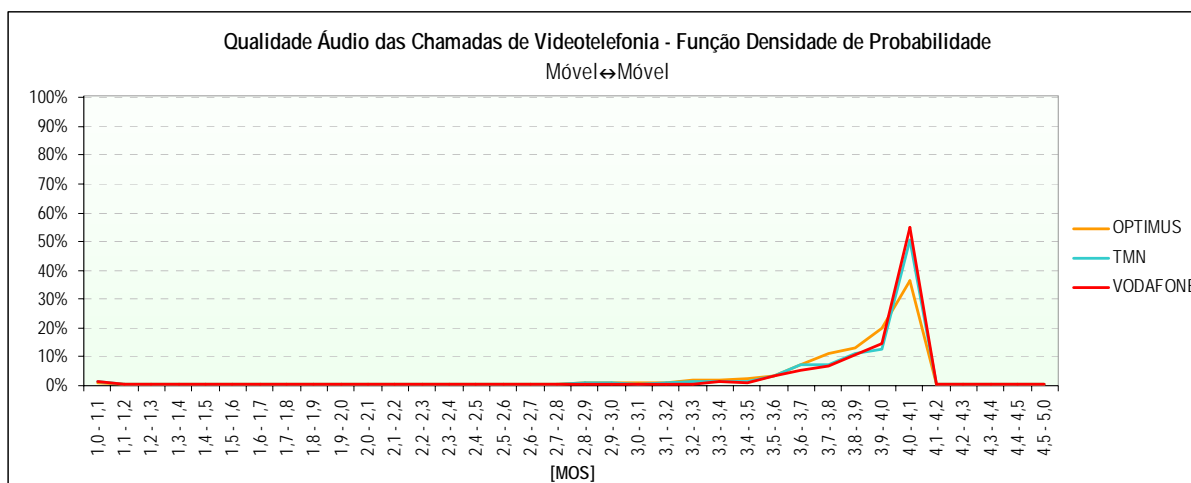
4.2.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



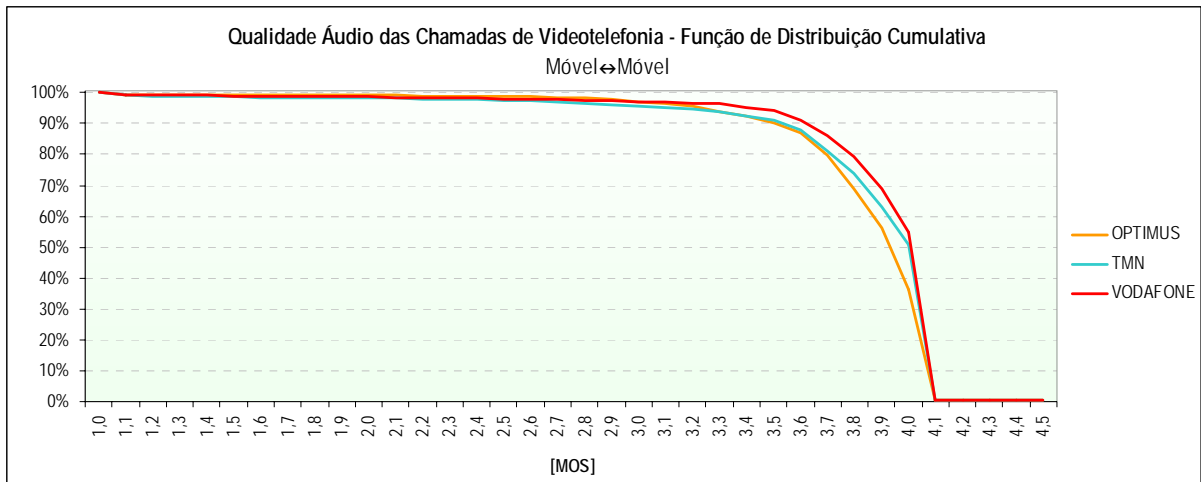
4.2.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



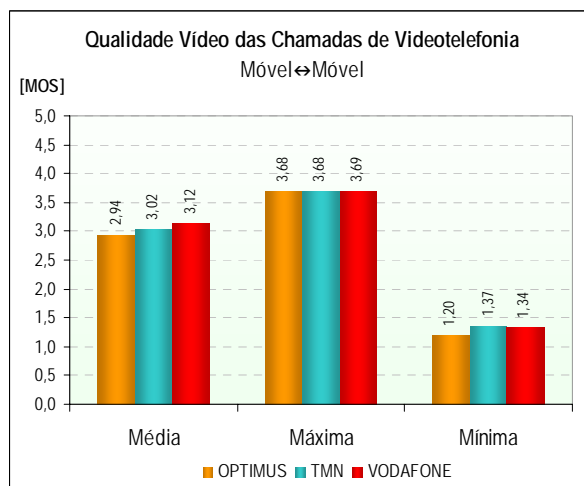
4.2.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



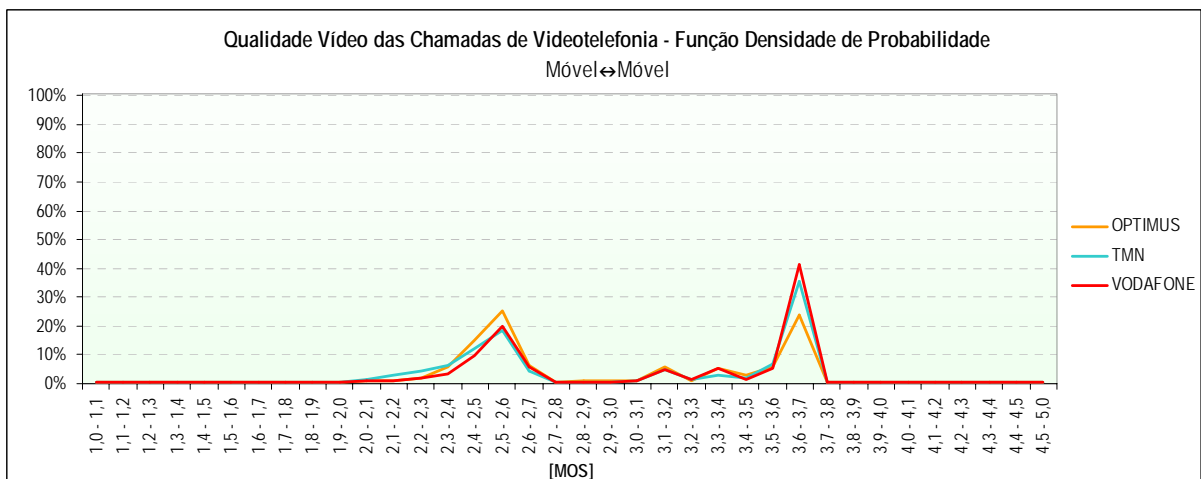
4.2.2.5 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



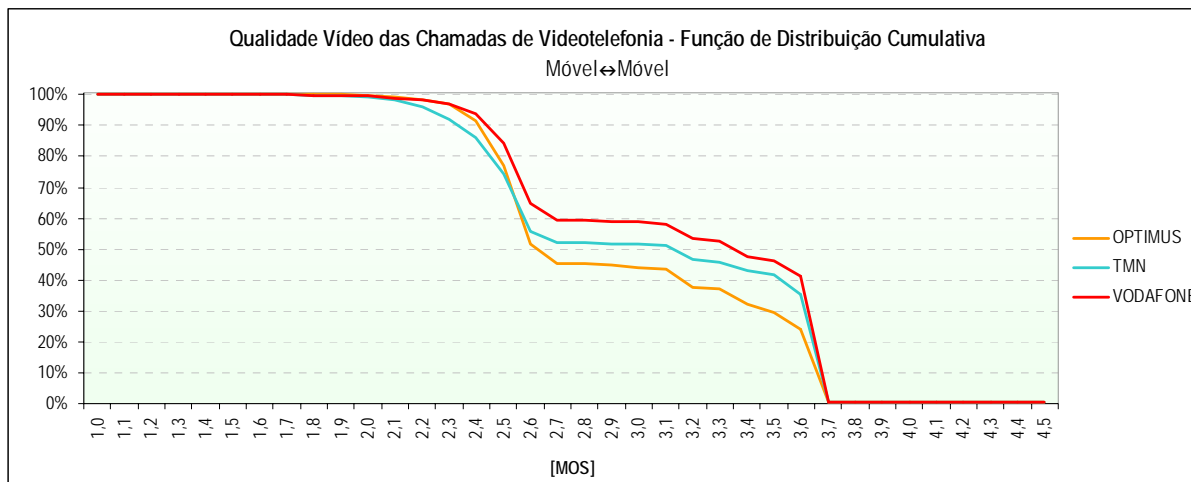
4.2.2.6 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



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



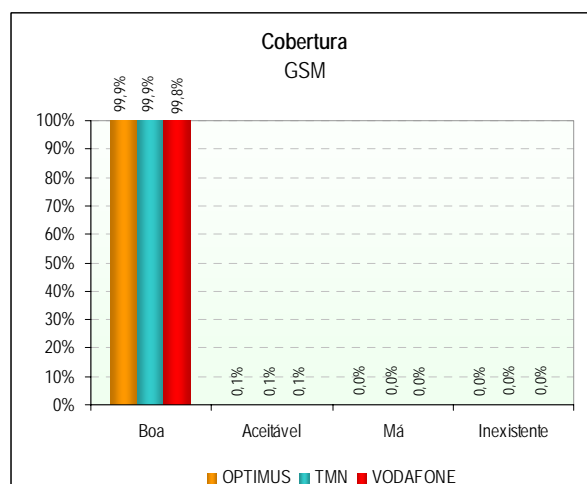
4.2.2.8 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



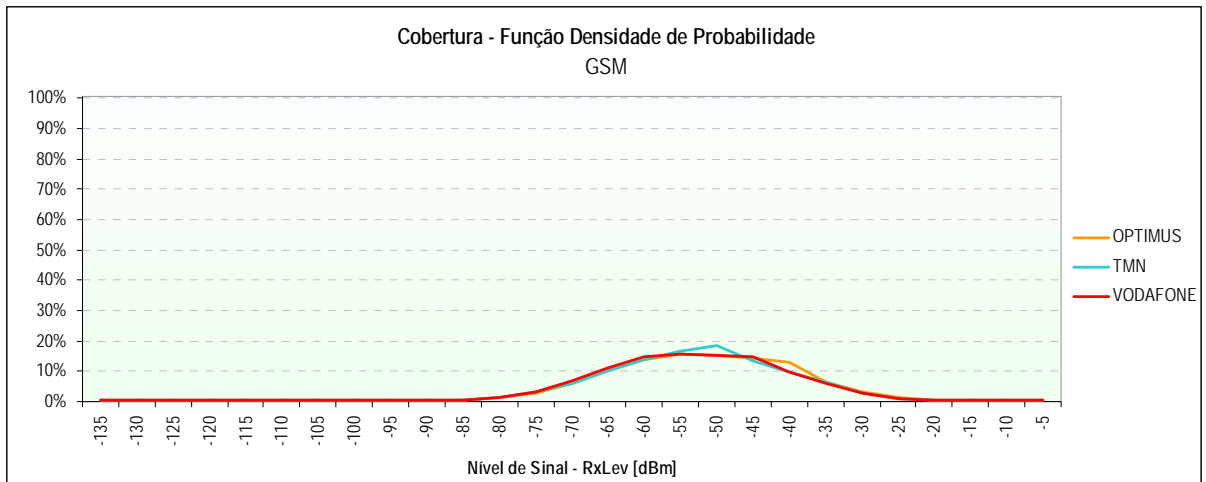
4.2.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	208.837	210.532	208.765	80.160	79.308	79.652
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-49	-50	-51	-84	-80	-79
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-6	-9	-2	-30	-34	-28
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-110	-113	-113	-135	-135	-124
	Desvio Padrão [dBm]	12	11	12	20	20	21
	Boa	99,9%	99,9%	99,8%	69,8%	75,4%	76,8%
	Aceitável	0,1%	0,1%	0,1%	12,8%	10,6%	10,5%
	Má	0,0%	0,0%	0,0%	7,1%	6,2%	5,0%
Inexistente	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%	7,8%	7,7%	

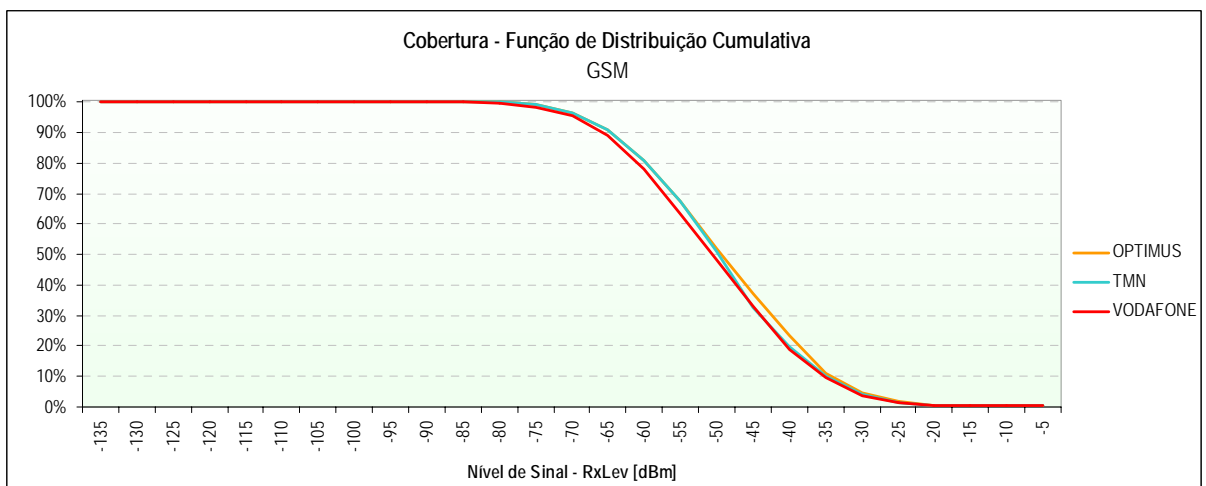
4.2.3.1 GSM



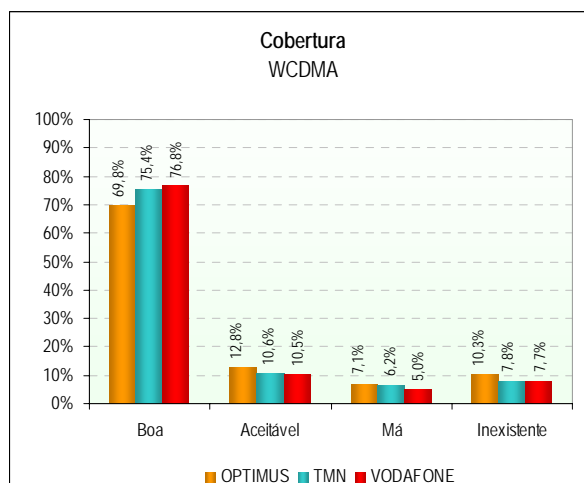
4.2.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



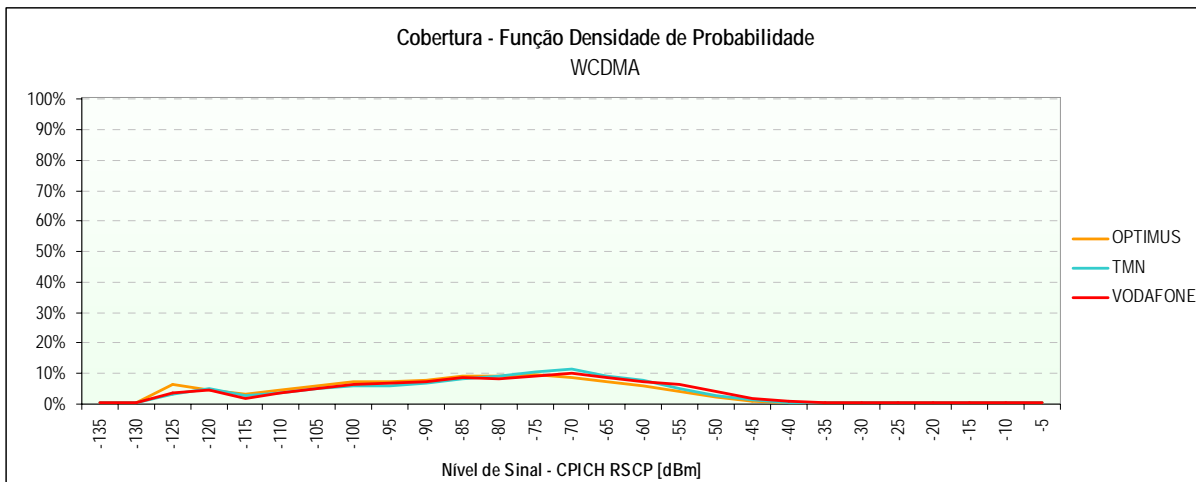
4.2.3.3 GSM - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA



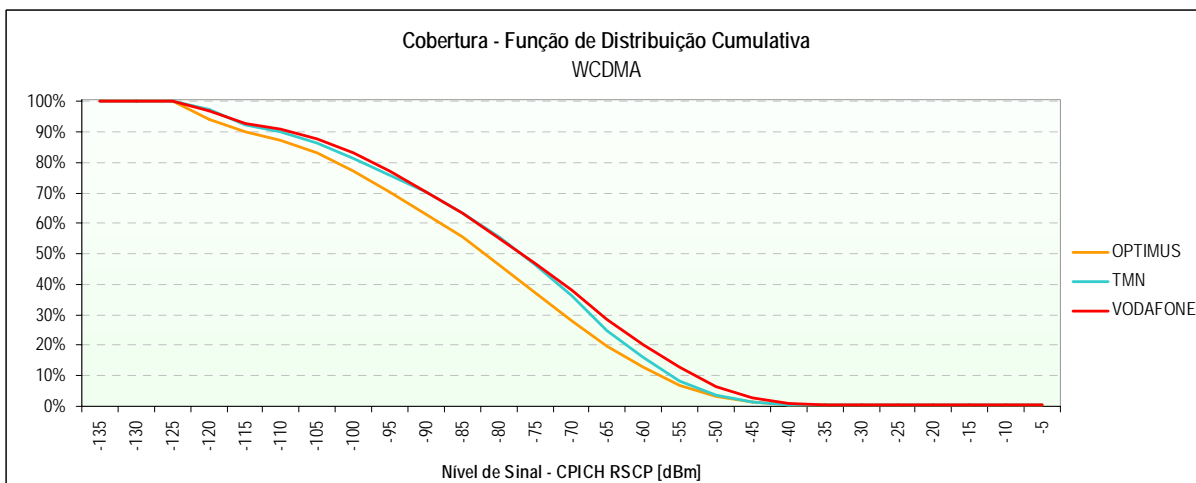
4.2.3.4 WCDMA



4.2.3.5 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.2.3.6 WCDMA - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA



4.3 GLOBAL

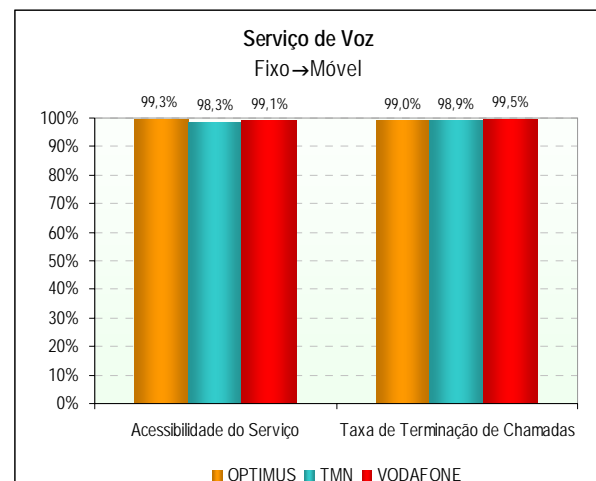
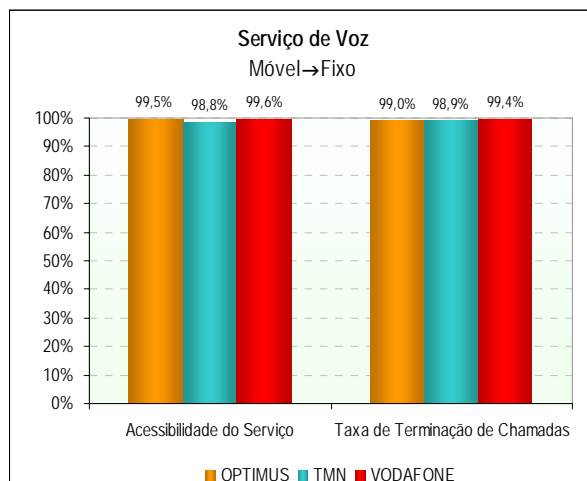
4.3.1 SERVIÇO DE VOZ (GSM)

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	2.115	2.056	2.115	2.055	2.098	2.041
	Falhadas no Estabelecimento	11	14	26	35	9	19
	Falhadas Durante a Chamada	21	21	24	23	12	11
	Com Terminação Normal	2.083	2.021	2.065	1.997	2.077	2.011
	Acessibilidade do Serviço	99,5%	99,3%	98,8%	98,3%	99,6%	99,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	99,0%	99,0%	98,9%	98,9%	99,4%	99,5%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	2.104	2.042	2.089	2.020	2.089	2.022
	Tempo Médio [s]	5,3	6,6	5,6	7,7	4,6	6,8
	Tempo Máximo [s]	12,3	15,9	16,6	16,6	12,1	14,4
	Tempo Mínimo [s]	4,2	5,2	4,2	5,7	4,0	5,2
	Desvio Padrão [s]	0,8	1,1	0,7	1,3	0,5	0,7
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	4.102	4.104	4.061	4.062	4.088	4.088
	Média [MOS]	3,90	3,89	3,91	3,87	3,91	3,90
	Máxima [MOS]	3,97	3,98	3,97	3,98	3,97	3,98
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	3,21	1,46	3,19	2,53
	Desvio Padrão [MOS]	0,09	0,12	0,06	0,13	0,07	0,10

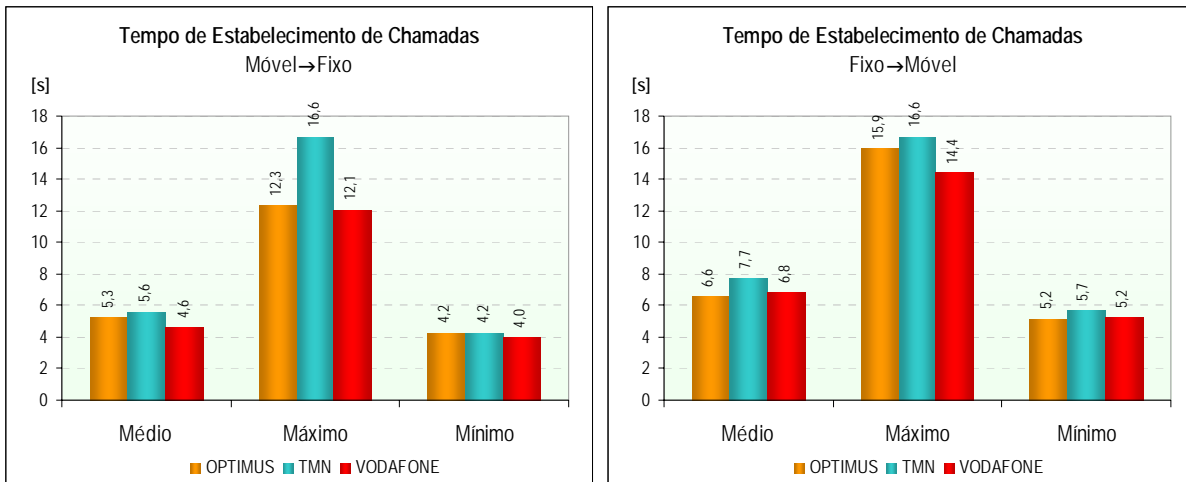
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,4%	0,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,5%	0,5%	0,6%	0,6%	0,4%	0,4%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,036	0,046	0,029	0,055	0,023	0,032
	Qualidade Audio [MOS]	0,003	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003

Nível de Confiança = 95 %

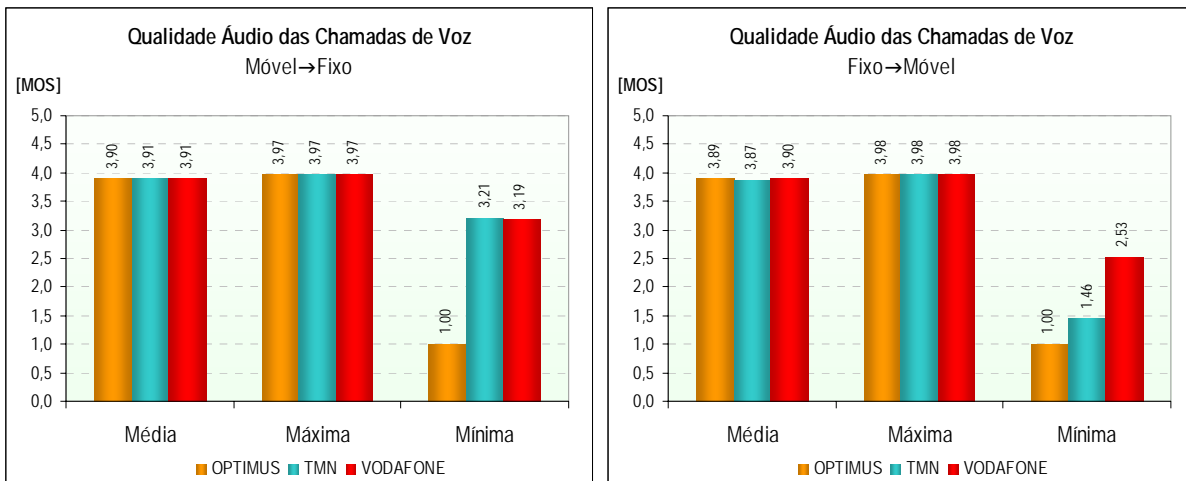
4.3.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



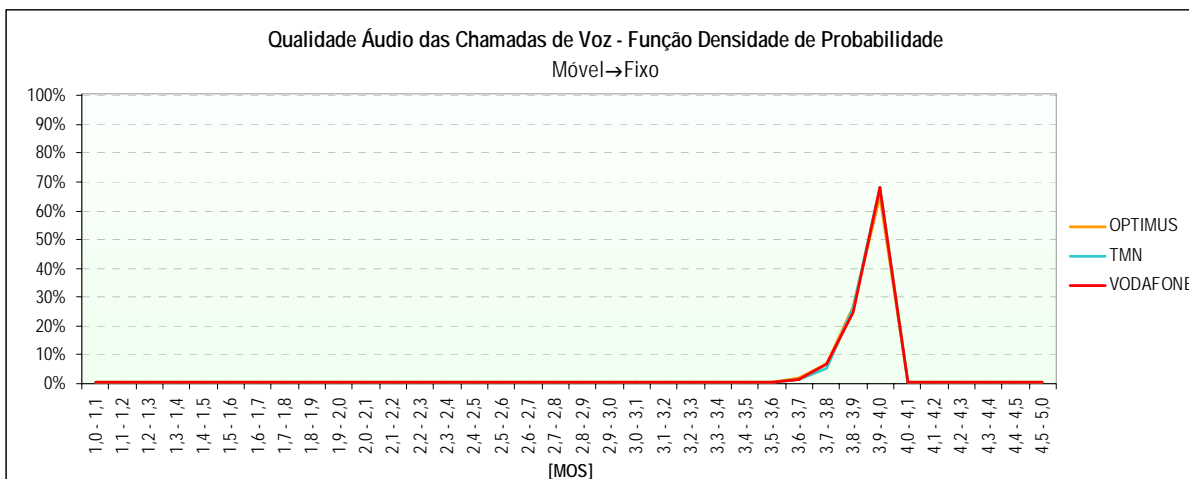
4.3.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*

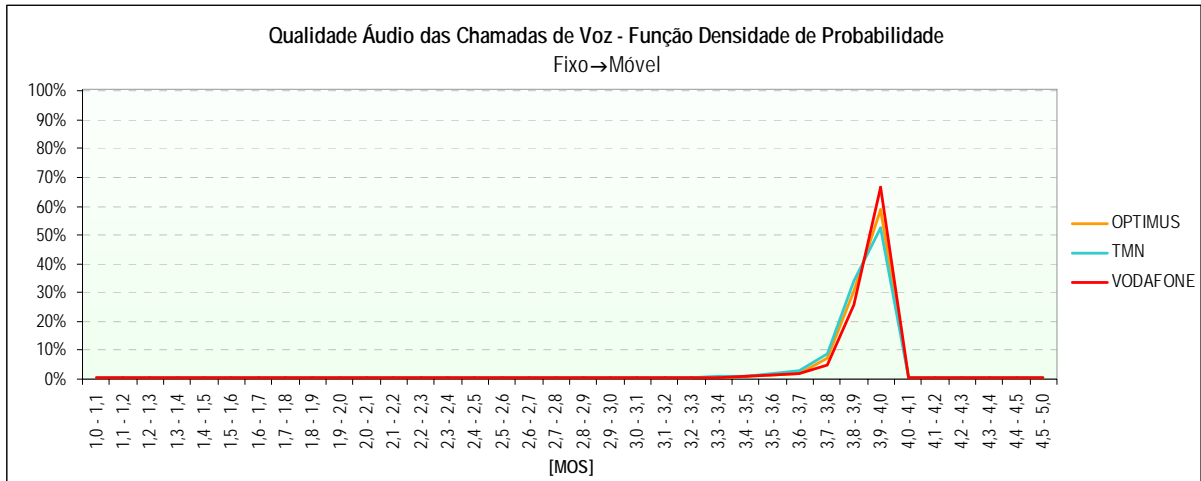


4.3.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*

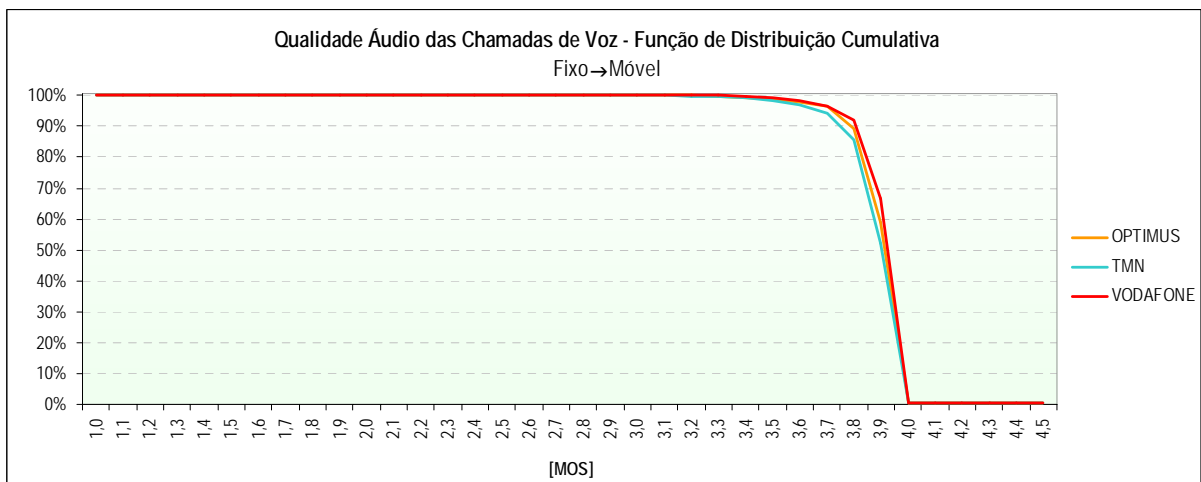
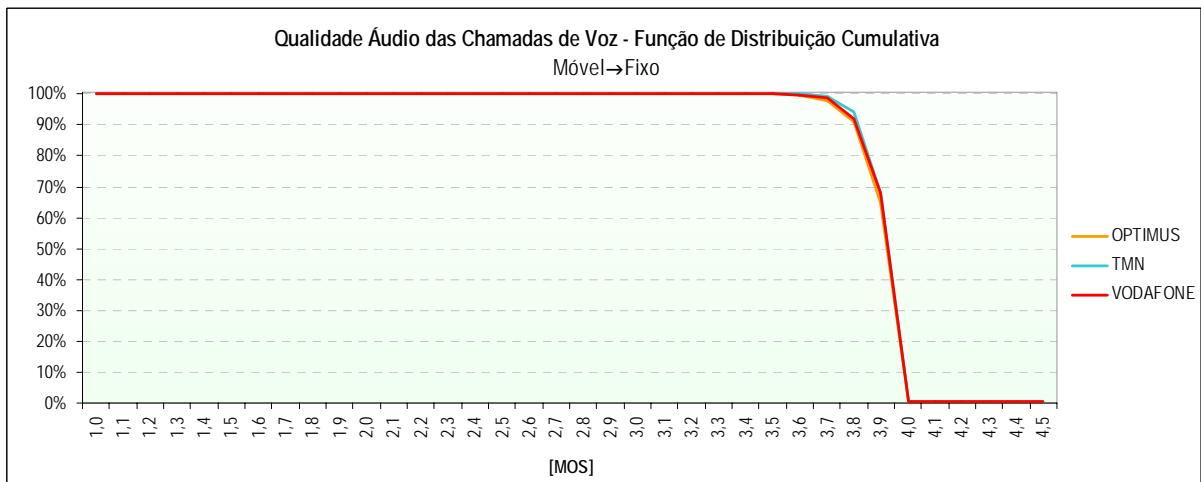


4.3.1.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





4.3.1.5 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*



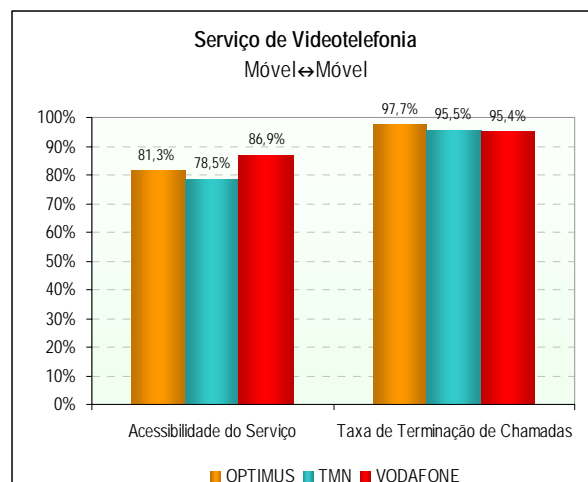
4.3.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA (UMTS)

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	3.615	3.610	3.648
	Falhadas no Estabelecimento	675	775	477
	Falhadas Durante a Chamada	68	128	147
	Com Terminação Normal	2.872	2.707	3.024
	Acessibilidade do Serviço	81,3%	78,5%	86,9%
	Taxa de Terminação de Chamadas	97,7%	95,5%	95,4%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	2.940	2.835	3.171
	Tempo Médio [s]	7,7	9,8	6,5
	Tempo Máximo [s]	26,8	28,8	27,0
	Tempo Mínimo [s]	5,7	5,6	4,6
	Desvio Padrão [s]	1,5	2,3	1,7
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	5.726	5.374	6.037
	Média [MOS]	3,85	3,83	3,92
	Máxima [MOS]	4,06	4,06	4,06
	Mínima [MOS]	1,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,31	0,40	0,27
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	5.715	5.352	6.025
	Média [MOS]	2,99	2,99	3,17
	Máxima [MOS]	3,69	3,68	3,69
	Mínima [MOS]	1,20	1,37	1,34
	Desvio Padrão [MOS]	0,54	0,58	0,54

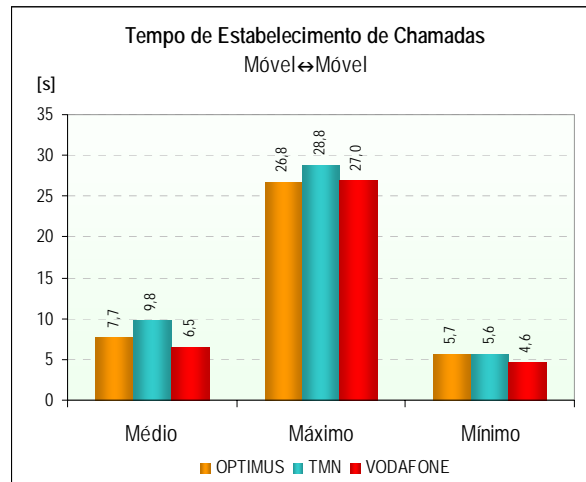
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	1,3%	1,4%	1,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,6%	0,8%	0,8%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,056	0,084	0,060
	Qualidade Áudio [MOS]	0,008	0,011	0,007
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,014	0,016	0,014

Nível de Confiança = 95 %

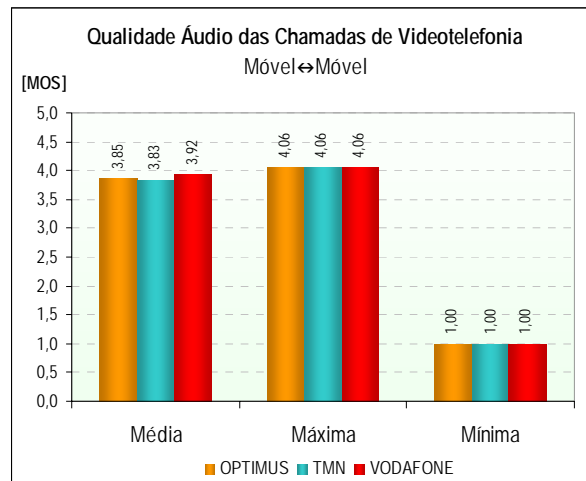
4.3.2.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



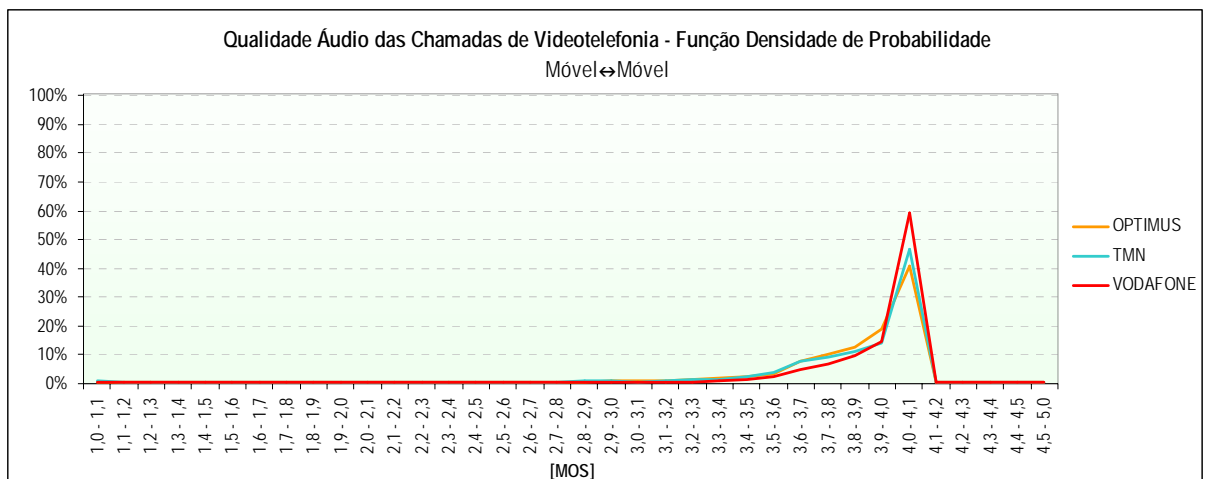
4.3.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



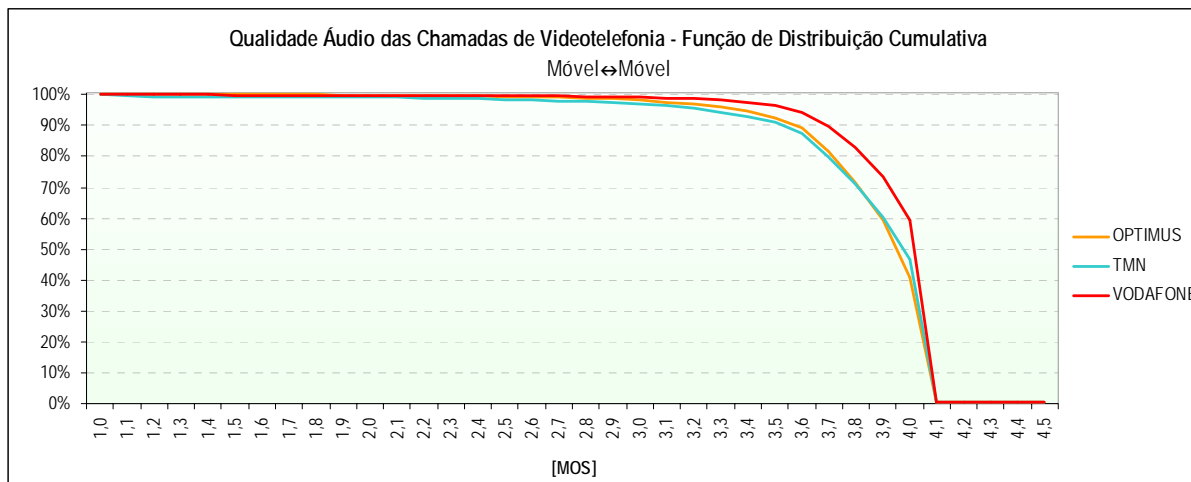
4.3.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



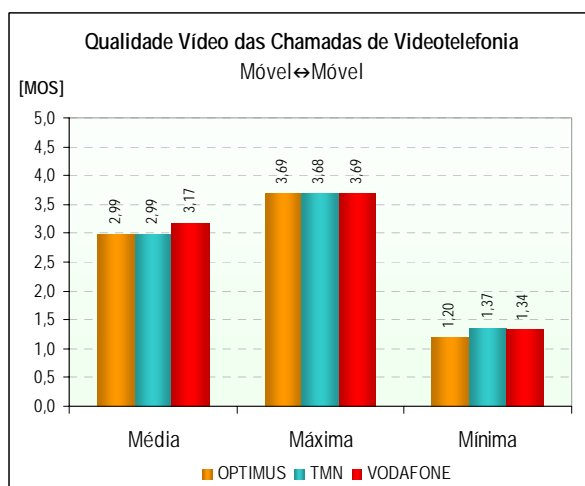
4.3.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



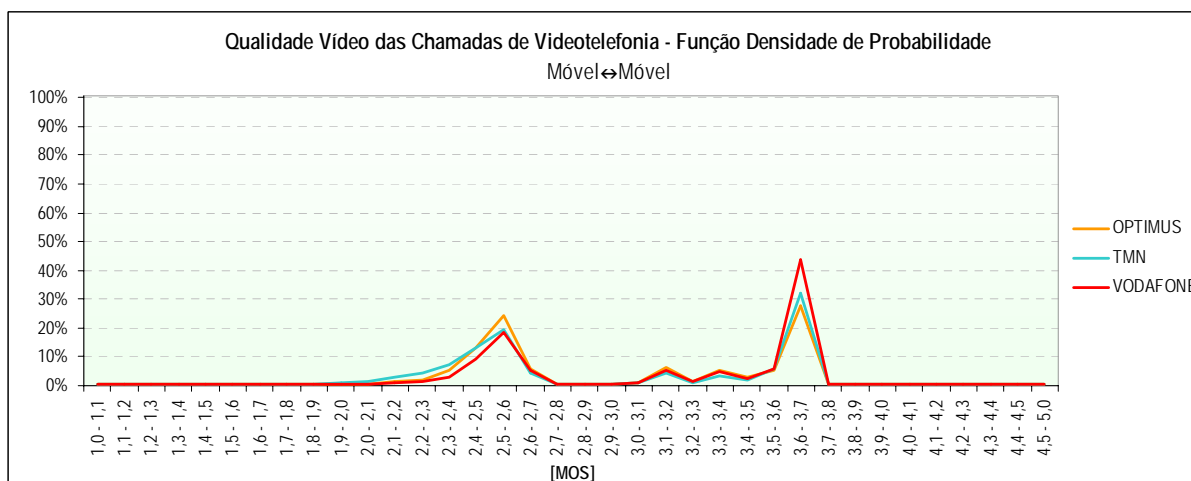
4.3.2.5 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



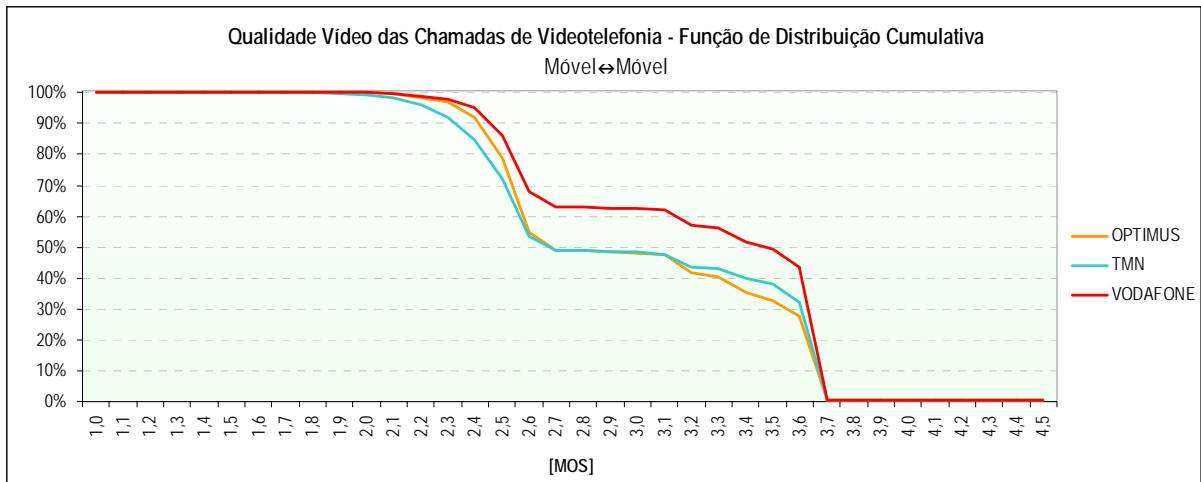
4.3.2.6 INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



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



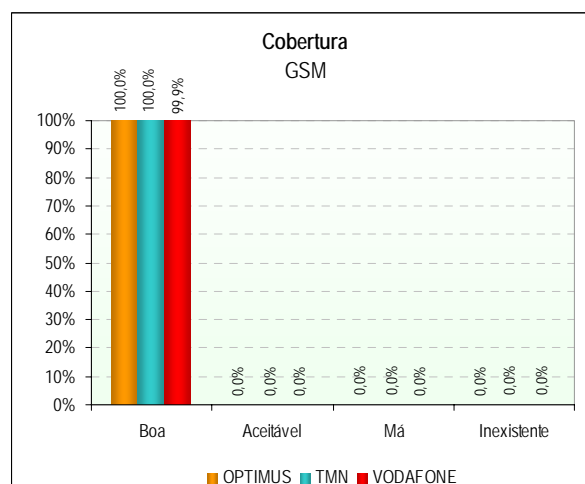
4.3.2.8 FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DO INDICADOR *QUALIDADE VIDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



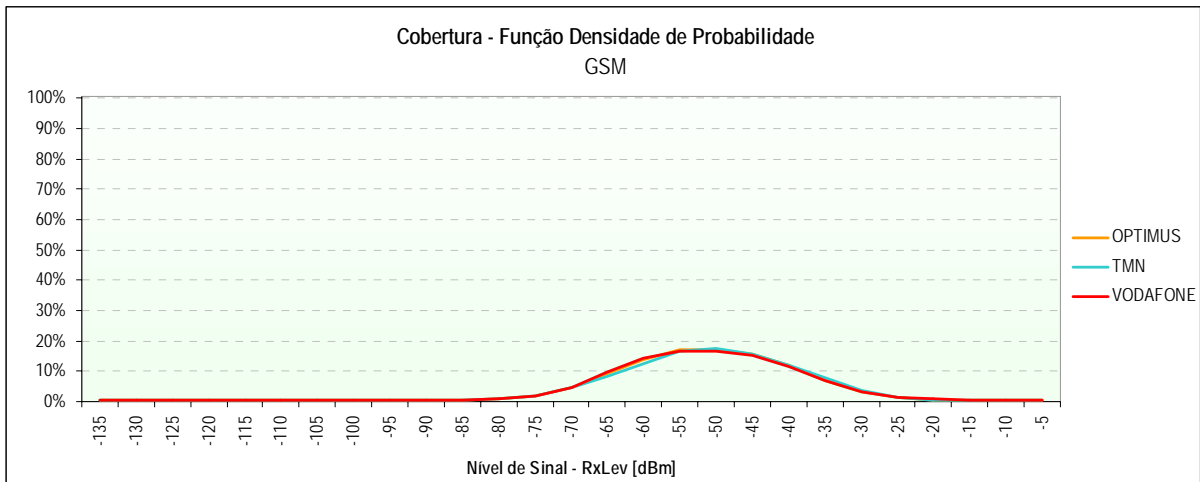
4.3.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	766.253	775.661	770.035	297.187	294.420	294.948
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-49	-48	-49	-73	-73	-69
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-4	-3	-1	-30	-26	-25
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-110	-113	-113	-135	-135	-124
	Desvio Padrão [dBm]	11	11	11	16	16	16
	Boa	100,0%	100,0%	99,9%	91,0%	91,3%	93,1%
	Aceitável	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	4,4%	3,4%
	Inexistente	0,0%	0,0%	0,0%	2,8%	2,3%	2,1%

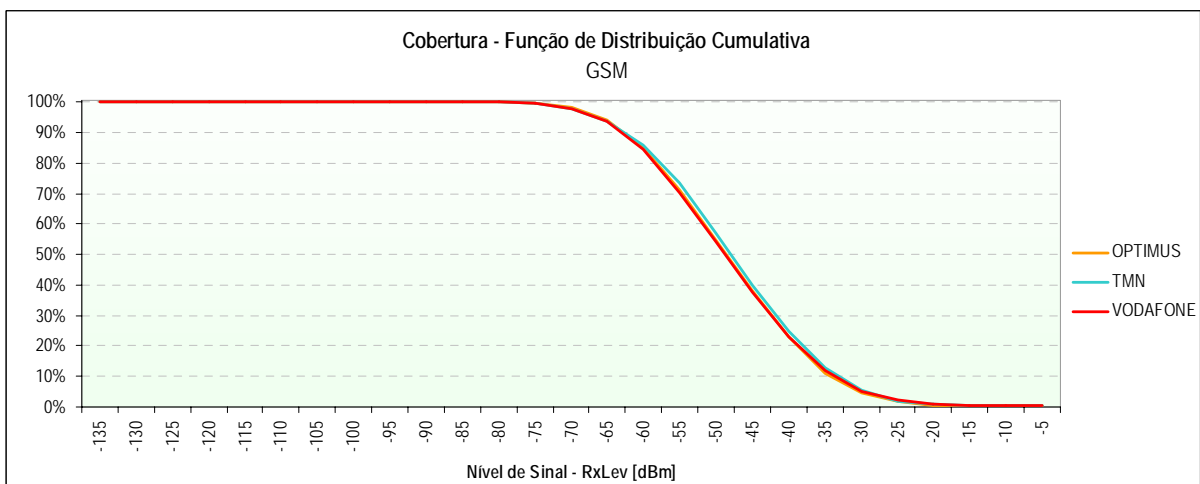
4.3.3.1 GSM



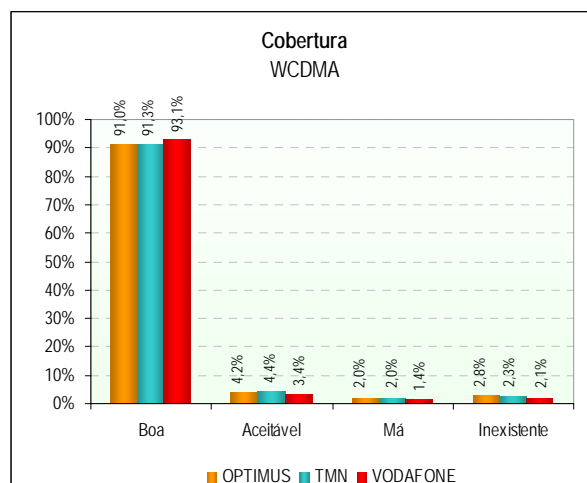
4.3.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



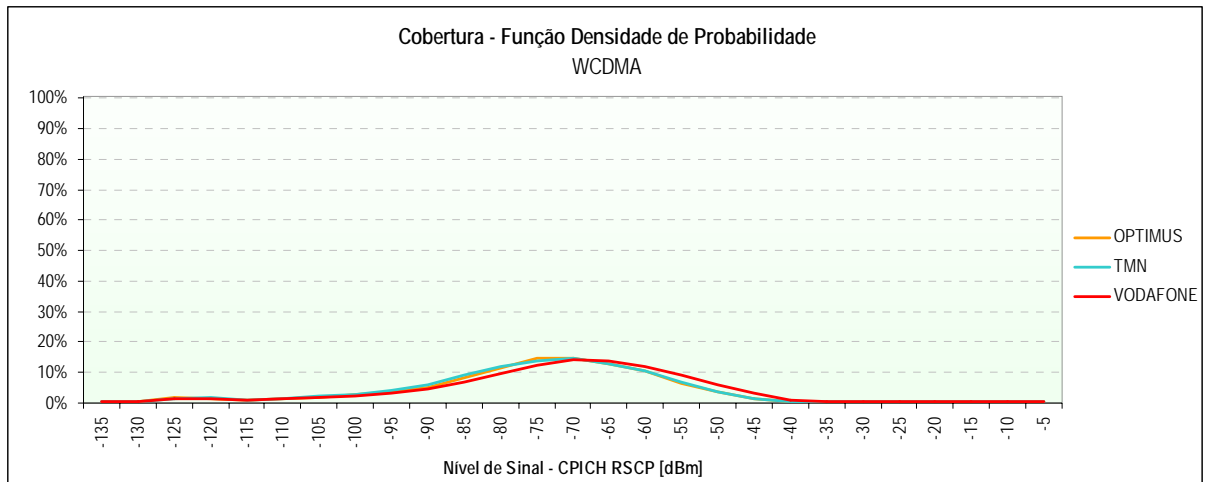
4.3.3.3 GSM - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA



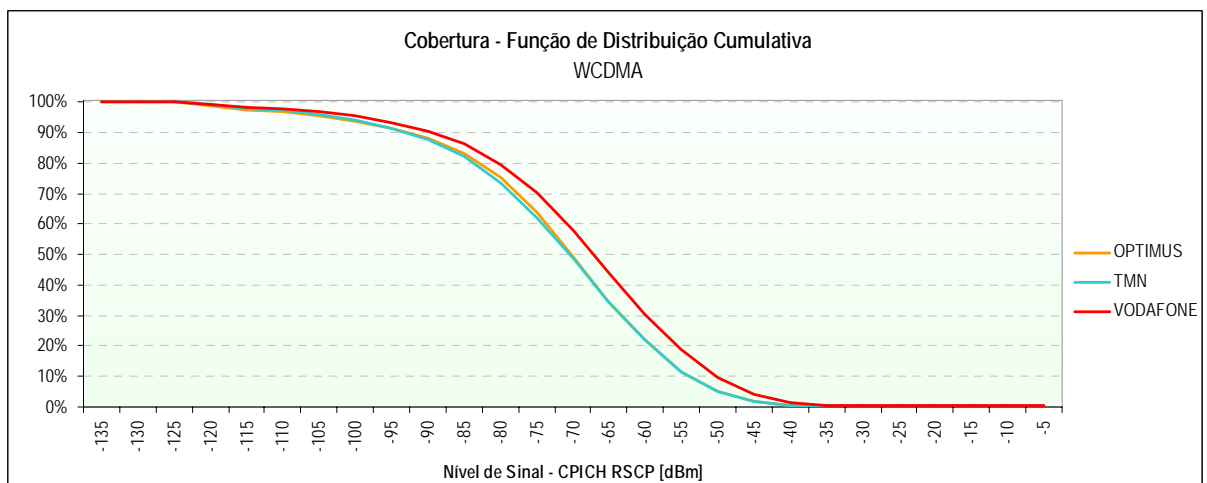
4.3.3.4 WCDMA



4.3.3.5 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE

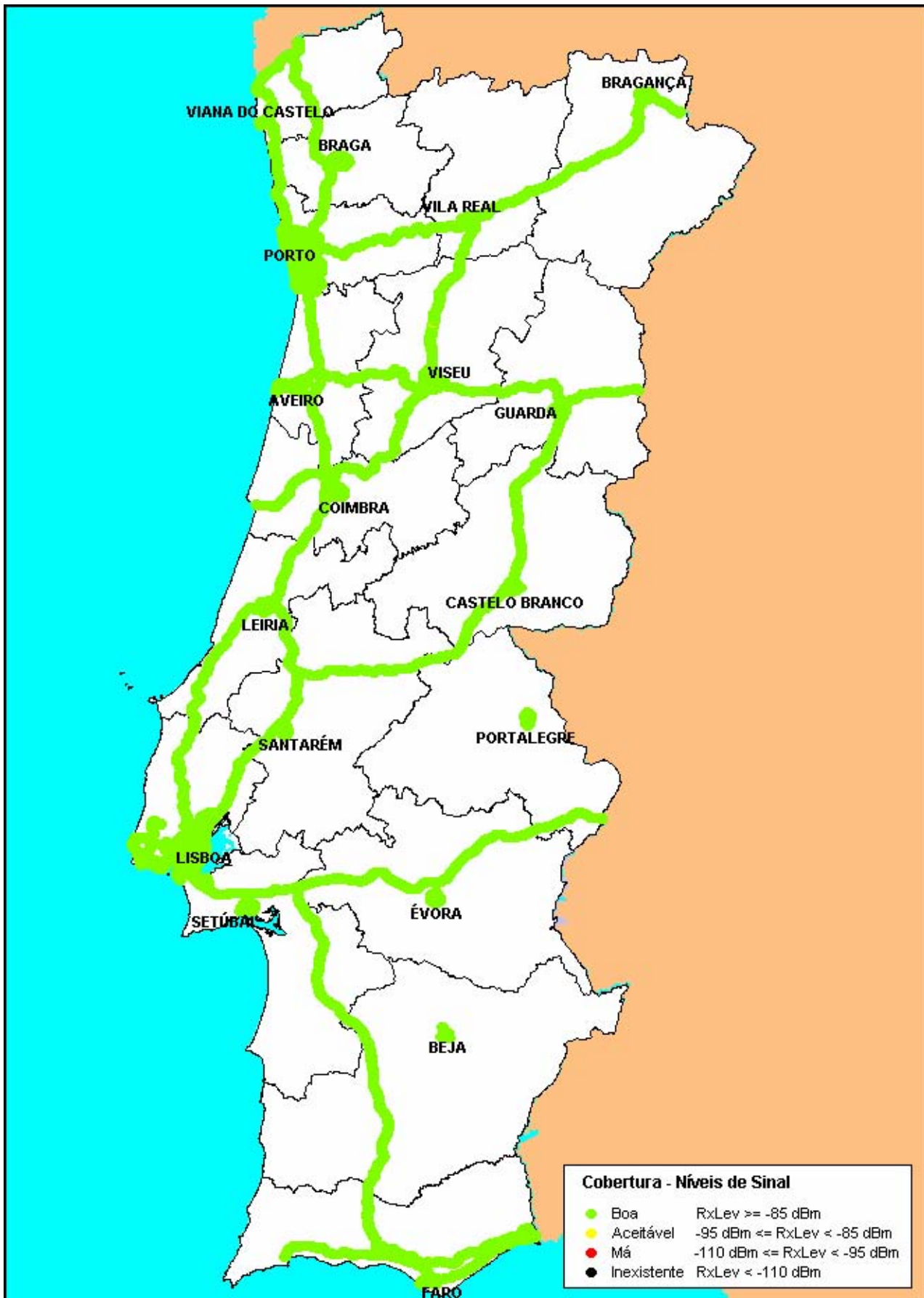


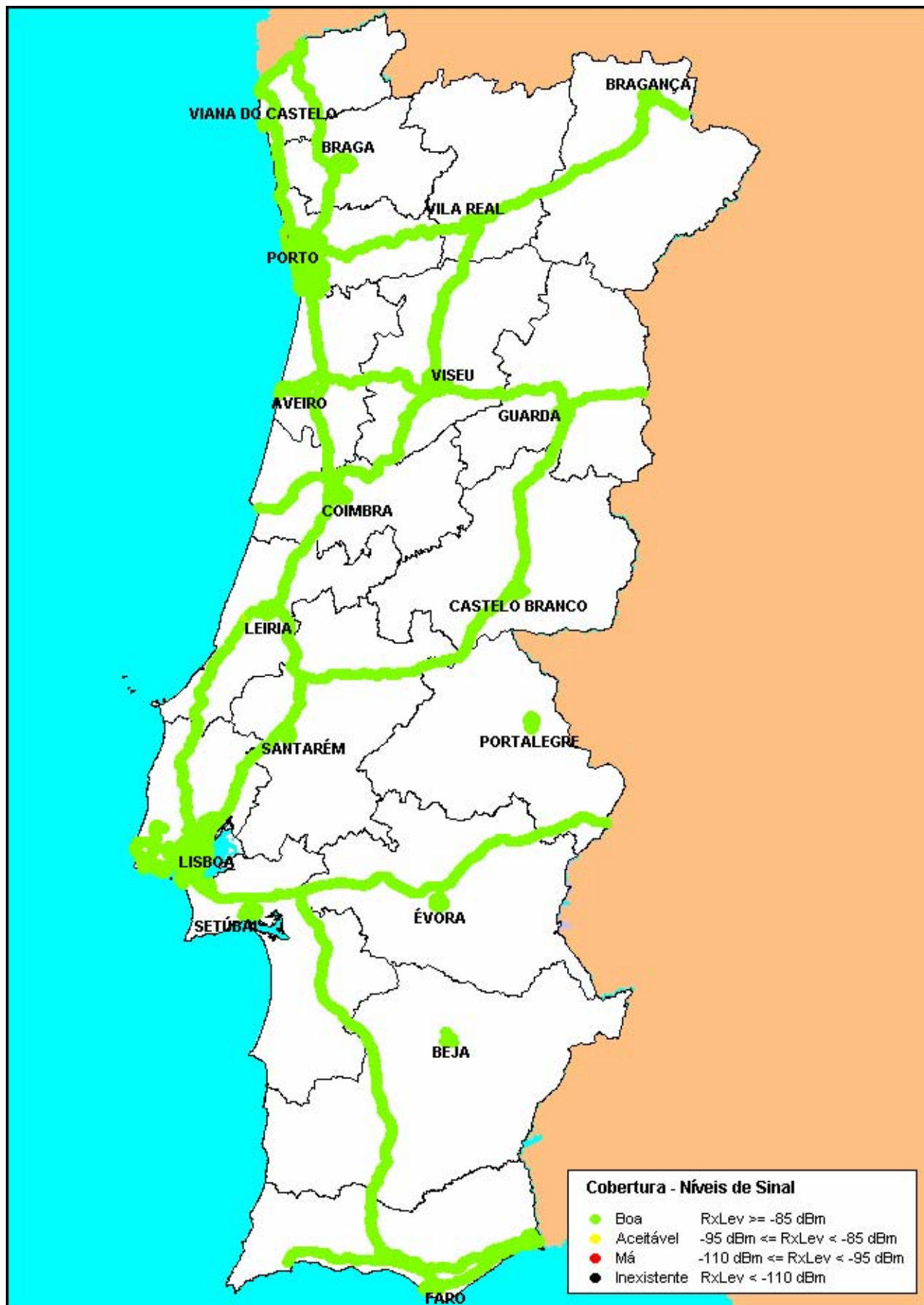
4.3.3.6 WCDMA - FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA

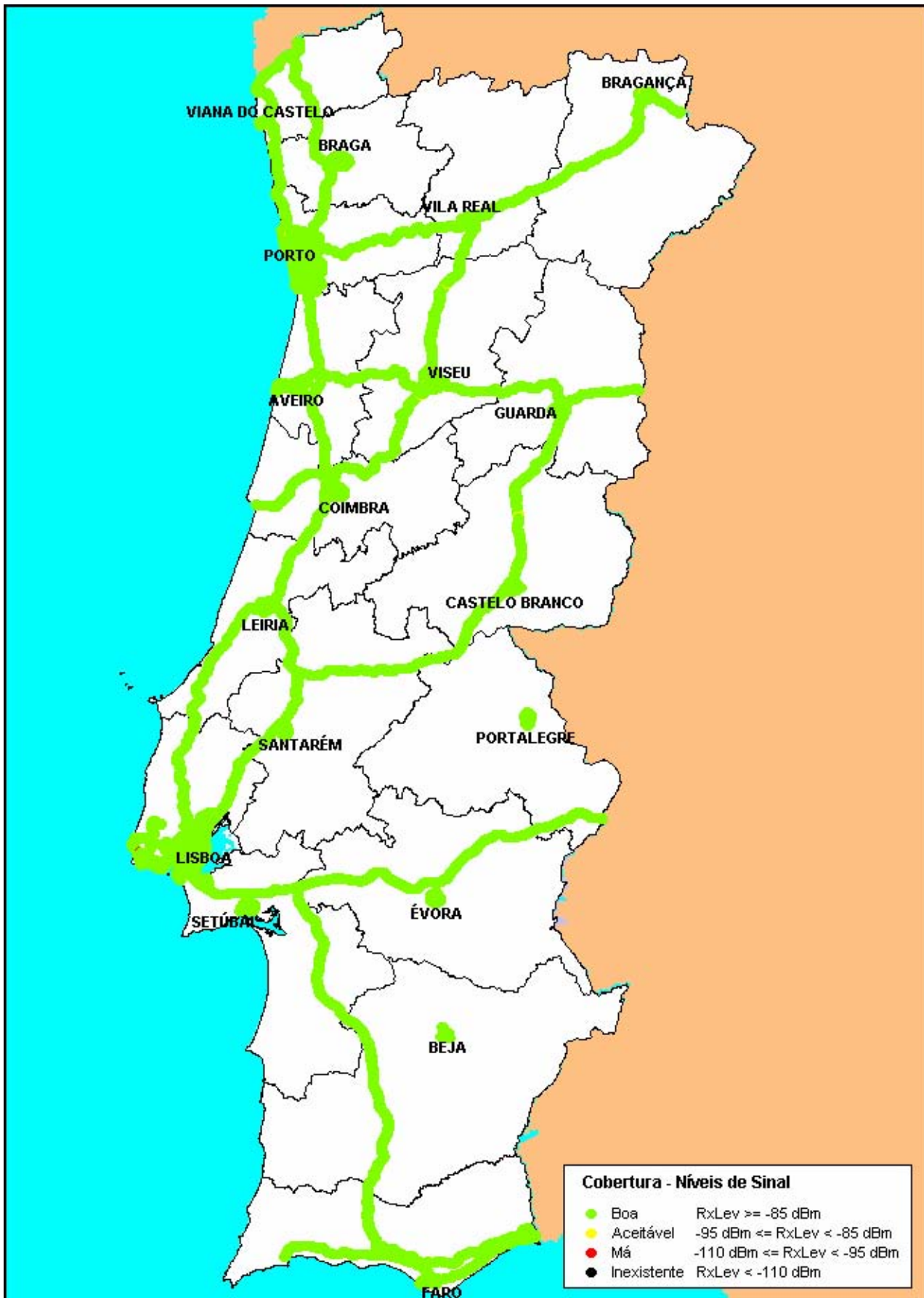


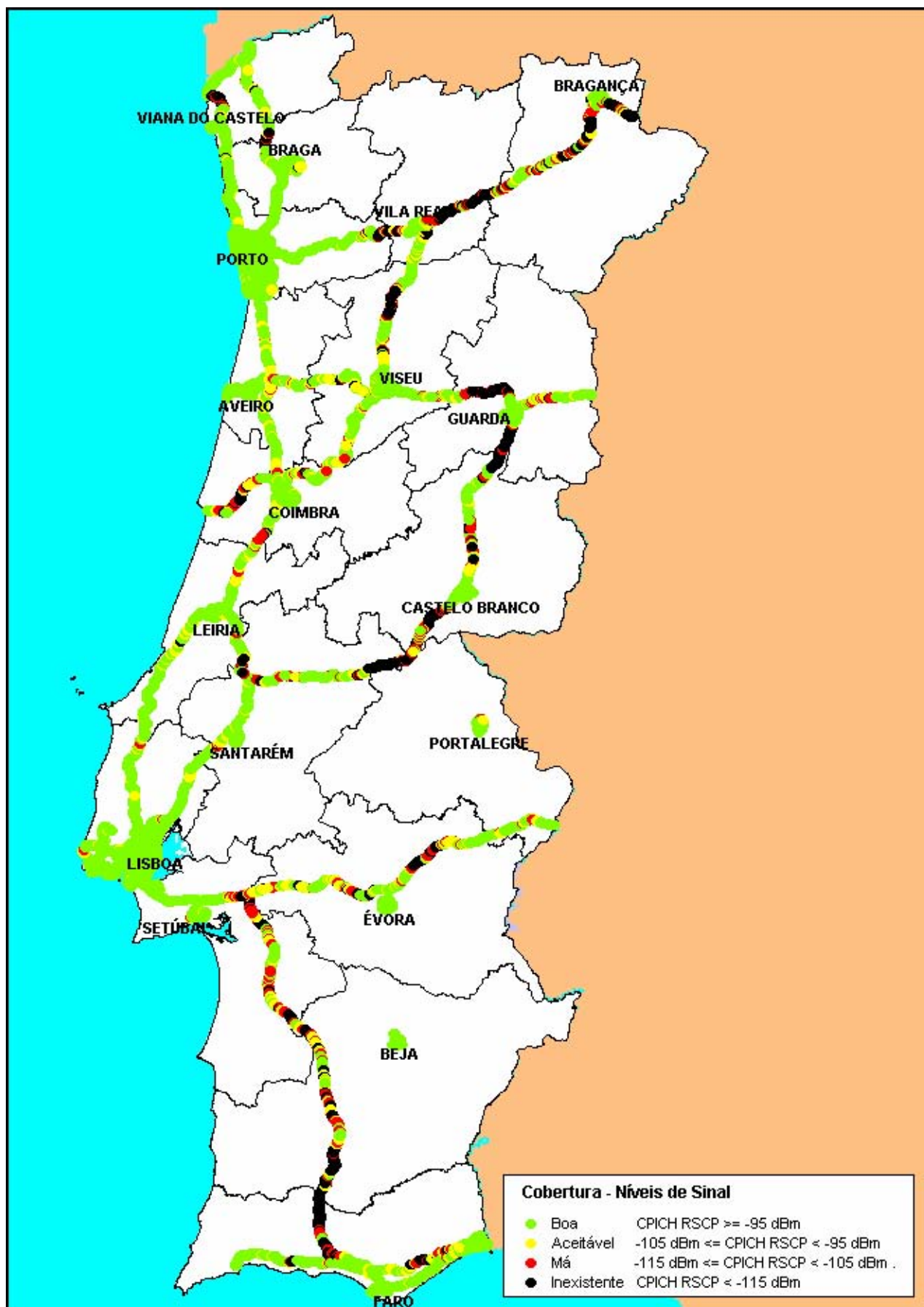
4.3.3.7 MAPAS DE COBERTURA

(Páginas seguintes)





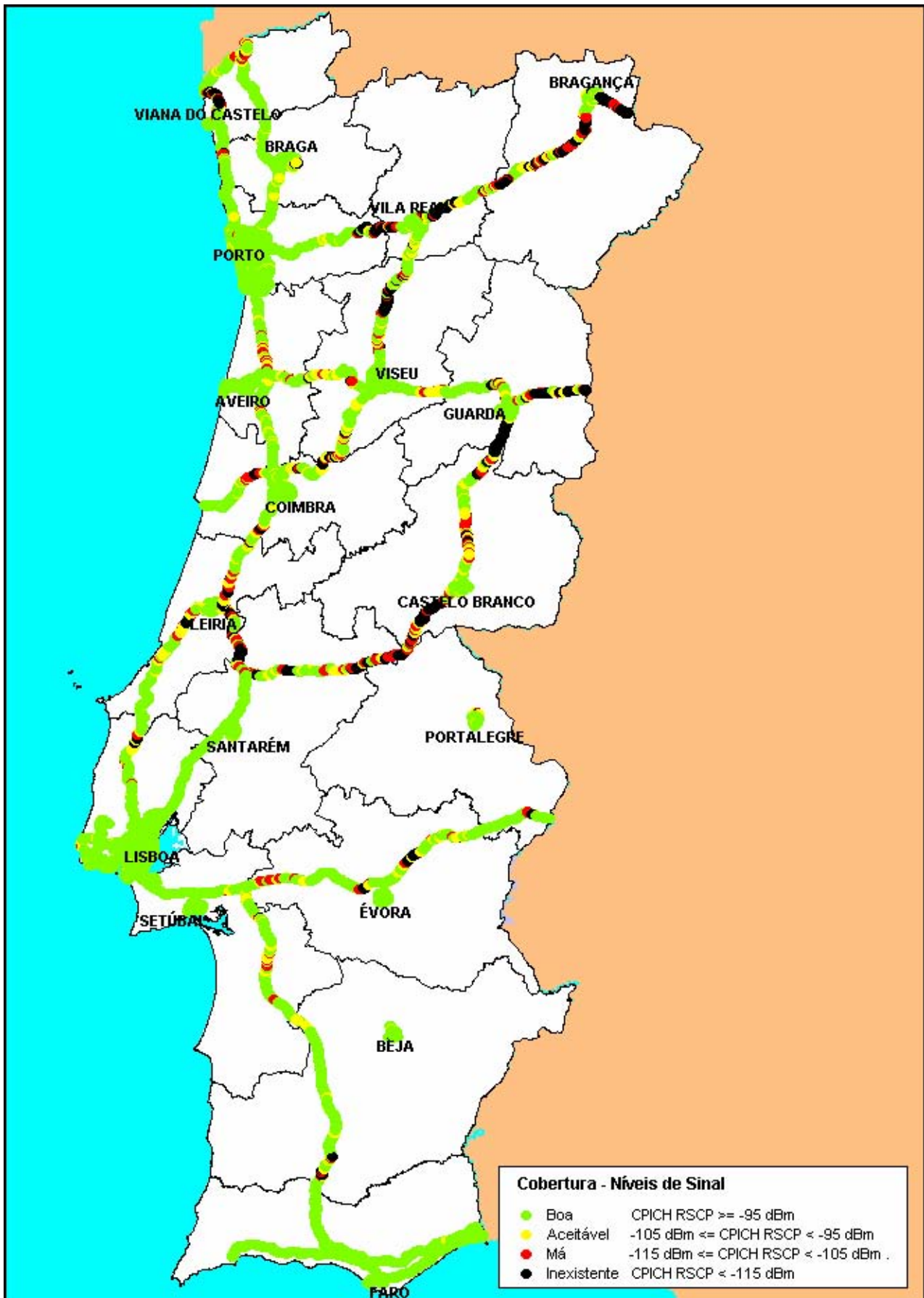






PORTUGAL CONTINENTAL

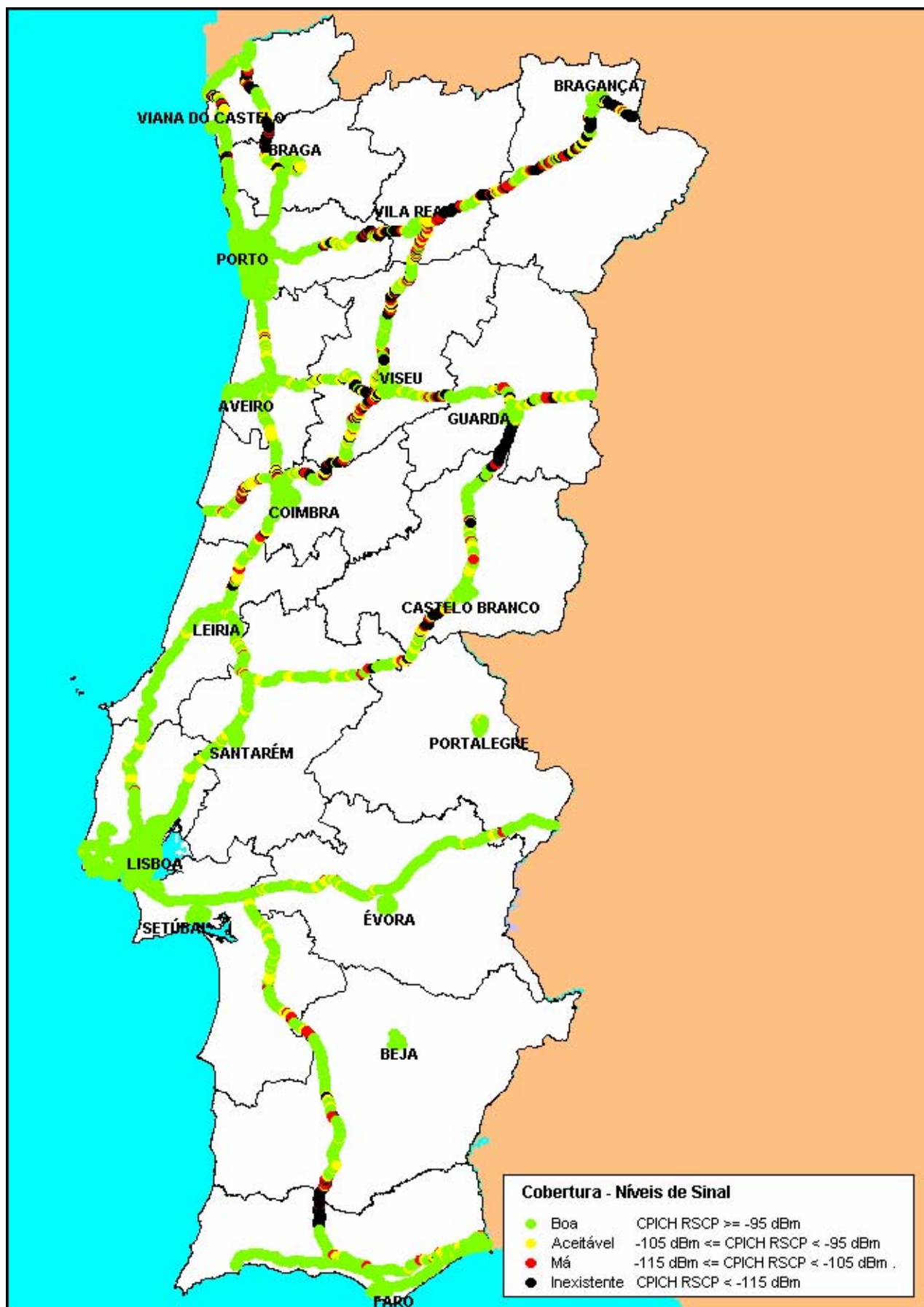
TMN – Cobertura WCDMA





PORTUGAL CONTINENTAL

VODAFONE – Cobertura WCDMA



SIGLAS E ACRÓNIMOS

CoDec	Codificador/Descodificador.
CPICH RSCP	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nivel 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> – Nivel 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.

Branca