ANACOM AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES

Sistemas de Comunicações Móveis

GSM/UMTS

Aferição da Qualidade de Serviço

Avaliação da QoS dos Serviços de Voz, Videotelefonia e Cobertura das Redes GSM e WCDMA, nos principais Aglomerados Urbanos e Eixos Rodoviários das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira

Maio / Julho de 2011

DFI2

SIGLAS E ACRÓNIMOS

CoDec Codificador/Descodificador.

CPICH RSCP *Common Pilot Channel, Received Signal Code Power* – Nível de sinal recebido por um terminal móvel (WCDMA).

ETSI *European Telecommunications Standards Institute* – Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.

GSM *Global System for Mobile communications* – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).

ITU *International Telecommunications Union* – União Internacional de Telecomunicações.

MOS *Mean Opinion Score* – 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 *CoDec*, 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 *CoDec* normalmente utilizados apresenta valores MOS inferiores a 4,5).

PESQ *Perceptual Evaluation of Speech Quality* – Algoritmo utilizado na análise da qualidade áudio de uma comunicação de voz (Recomendado pelo ITU: *ITU-T Recommendation P.862 (02/2001)*; *ITU-T Recommendation P.862.1 (11/2003)*).

RDIS *Rede Digital com Integração de Serviços* – Tecnologia utilizada na rede fixa de acesso.

RF Rádio Frequência.

RxLev *Received signal level* – Nível de sinal recebido por um terminal móvel (GSM).

s *Segundo* – unidade de tempo.

Scanner Equipamento de medida que permite recolher níveis de sinal radioeléctrico para cada canal de uma banda de frequência.

SQuad-LQ *SwissQual's speech quality algorithm for Listening Quality* – Algoritmo desenvolvido pela *SwissQual* para análise da qualidade áudio de uma comunicação.

UMTS *Universal Mobile Telecommunications System* – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).

VQuad *Objective Model for Video Quality Assessment* – Algoritmo utilizado na análise da qualidade vídeo de uma comunicação (desenvolvido pela *SwissQual*).

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

Índice

I Sumário Executivo 7
I.I Enquadramento Geral 7
I.II Principais Resultados e Conclusões 11

1 Aferição da Qualidade de Serviço 25
1.1 Objectivo 25
1.2 Serviços Analisados 25
1.2.1 Serviços de Telefonia: 25
1.2.2 Independente dos Serviços: 25

2 Metodologia 26
2.1 Aspectos Fundamentais 26
2.2 Principais Indicadores de QoS 26
2.2.1 Independentes do Serviço 27
2.2.2 Serviços de Telefonia 28
2.3 Perfis de Medida 32
2.3.1 Aspectos Gerais 32
2.3.2 Cobertura 33
2.3.3 Serviços de Telefonia 33
2.4 Sistema de Teste/Medida e Pós-Processamento 35

3 Amostra do Estudo 36
3.1 Locais Analisados 36
3.2 Dimensão da Amostra 36
3.3 Condições de Recolha de Dados 36

4 Resultados Agregados da Região Autónoma dos Açores 37
4.1 Aglomerados Urbanos 37
4.1.1 Serviço de Voz 37
4.1.2 Serviço de Videotelefonia 39
4.1.3 Cobertura das Redes 42
4.2 Eixos Rodoviários 44
4.2.1 Serviço de Voz 44
4.2.2 Serviço de Videotelefonia 46
4.2.3 Cobertura das Redes 49
4.3 Global 51
4.3.1 Serviço de Voz 51
4.3.2 Serviço de Videotelefonia 53
4.3.3 Cobertura das Redes 56

5 Resultados Agregados da Região Autónoma da Madeira 65
5.1 Aglomerados Urbanos 65
5.1.1 Serviço de Voz 65
5.1.2 Serviço de Videotelefonia 67
5.1.3 Cobertura das Redes 70
5.2 Eixos Rodoviários 72
5.2.1 Serviço de Voz 72
5.2.2 Serviço de Videotelefonia 74
5.2.3 Cobertura das Redes 77
5.3 Global 79
5.3.1 Serviço de Voz 79
5.3.2 Serviço de Videotelefonia 81
5.3.3 Cobertura das Redes 84

I SUMÁRIO EXECUTIVO

I.I ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou uma avaliação da qualidade dos serviços móveis de voz, videotelefonia e cobertura das redes GSM e WCDMA (UMTS), disponibilizados pelos operadores OPTIMUS, TMN e VODAFONE, nos principais aglomerados urbanos – Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Funchal – e eixos rodoviários de todas as ilhas – Corvo, Faial, Flores, Graciosa, Pico, S. Jorge, S. Miguel, S.ta Maria, Terceira, Madeira e Porto Santo – das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, 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 radioeléctricas GSM e WCDMA (UMTS);
2. **Acessibilidade do Serviço** (voz e videotelefonia) – probabilidade de sucesso no estabelecimento de chamadas;
3. **Tempo de Estabelecimento de Chamadas** (voz e 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** (voz e 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** (voz e videotelefonia) – perceptibilidade da conversação durante uma chamada;
6. **Qualidade Vídeo de Chamada** (videotelefonia) – perceptibilidade da componente visual da comunicação.

As medidas de campo, realizadas de 23 de Maio a 19 de Julho, decorreram em dias úteis e durante os períodos normais de trabalho. Foram efectuadas 9.349 chamadas de teste e 1.731.374 medições de sinal radioeléctrico, o que corresponde a mais de 82 horas de medidas ao longo de aproximadamente 3.269 quilómetros.

A amostra utilizada permitiu que os resultados globais obtidos, por cada operador, apresentem erros de precisão máximos inferiores a 4,1%, no arquipélago dos Açores, e inferiores a 4,9%, no arquipélago da Madeira, 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 dos sistemas de comunicações móveis, 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 (*hardware* e *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 N95* e *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 e de videotelefonia foram realizados com selecção automática de infra-estruturas GSM e 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;

- 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 sistemas de comunicações móveis apresentam desempenhos heterogéneos nas regiões autónomas dos Açores e da Madeira, revelando indicadores de qualidade de serviço com níveis distintos para os operadores, as tecnologias ou os locais analisados.

O operador OPTIMUS ainda não dispõe de cobertura WCDMA no arquipélago dos Açores e em GSM apenas está presente em cinco das nove ilhas. Mesmo nessas ilhas – S. Miguel, Terceira, Faial, Pico e S. Jorge – a cobertura GSM é parcial, inviabilizando a utilização de serviços em largas áreas geográficas. O operador TMN também não apresenta cobertura WCDMA nas Flores e no Corvo, enquanto a VODAFONE não dispõe de cobertura WCDMA no Corvo e na ilha das Flores essa cobertura resume-se a uma pequena área. Nas ilhas em que as redes dos operadores estão presentes, de um modo geral, a cobertura GSM é muito mais abrangente do que a cobertura WCDMA, porém, em ambas as tecnologias, subsistem largas zonas com cobertura radioeléctrica deficiente ou mesmo inexistente, especialmente nos eixos rodoviários e nos Açores[1].

O serviço de voz apresenta bons desempenhos nas zonas urbanas. Nos eixos rodoviários, em particular nos Açores, observa-se uma degradação deste serviço, no que toca aos indicadores *Acessibilidade do Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*. No caso do operador OPTIMUS, a *Acessibilidade do Serviço* de voz nos eixos rodoviários dos Açores é de aproximadamente 50%, ou seja, apenas metade das chamadas foram estabelecidas com sucesso.

O serviço de videotelefonia apresenta bom desempenho nos aglomerados urbanos, com excepção do operador OPTIMUS nos Açores, já que este operador não dispõe de rede WCDMA neste arquipélago. Nos eixos rodoviários, o serviço de videotelefonia apresenta desempenhos inferiores, nomeadamente o indicador *Acessibilidade do Serviço*, devido à existência de largas zonas sem cobertura radioeléctrica WCDMA. Nos Açores registam-se os níveis mais baixos deste indicador, não ultrapassando 68,2% e 64,0% para TMN e VODAFONE, respectivamente, e sendo mesmo nulos para a OPTIMUS.

[1] Não obstante os resultados observados, os operadores cumprem as obrigações presentes nos *Direitos de Utilização de Frequências* que lhes foram atribuídos.

Coberturas das Redes GSM e WCDMA

A cobertura das redes móveis apresenta diferenças significativas entre operadores, tecnologias e tipo de locais analisados. De uma forma geral, os operadores apresentam melhor cobertura em GSM do que em WCDMA e também melhor cobertura nas zonas urbanas do que nos eixos rodoviários.

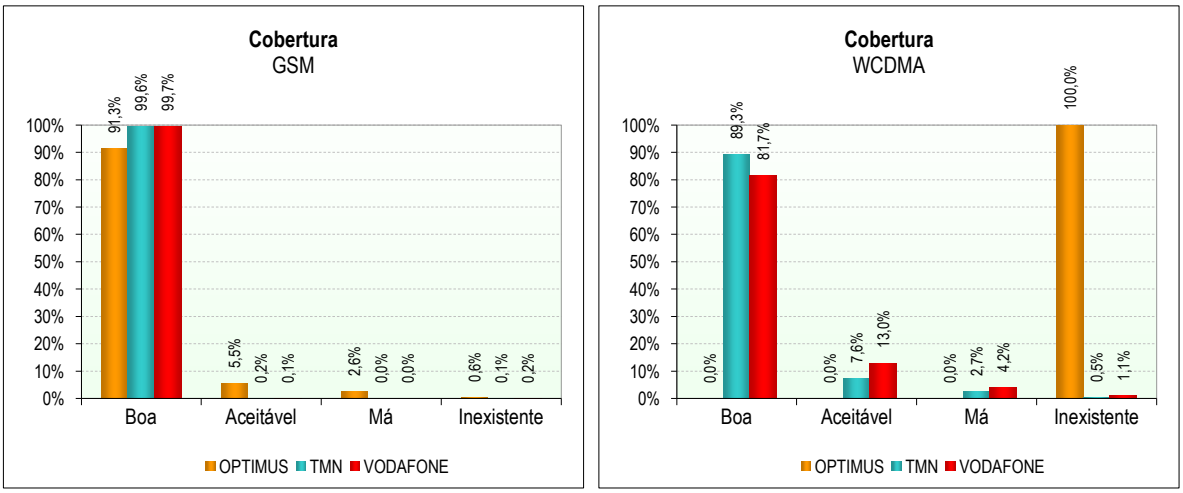


Figura 1 – Indicador *Cobertura*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.

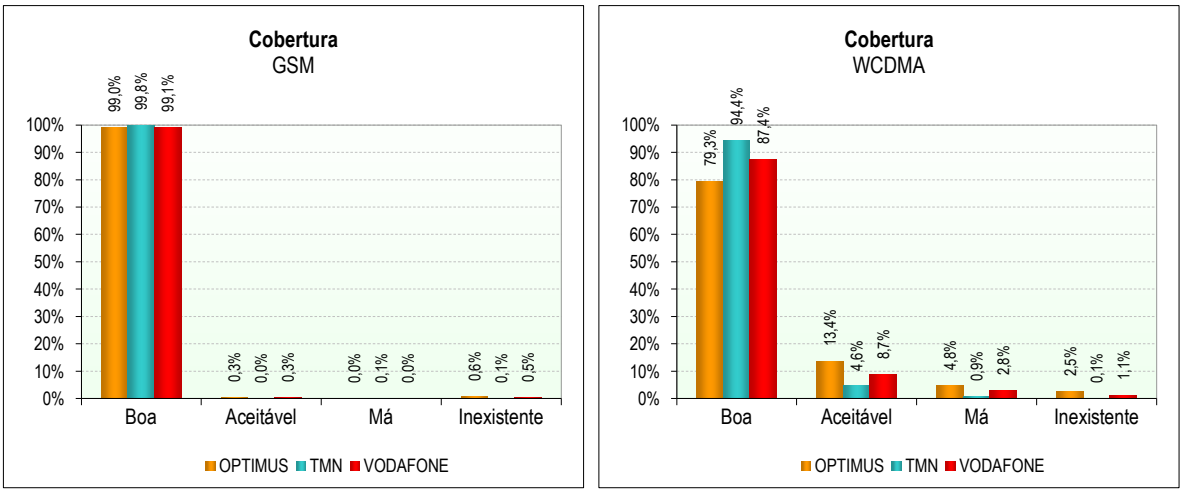


Figura 2 – Indicador *Cobertura*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.

Nos aglomerados urbanos (*Figura 1* e *Figura 2*), os operadores TMN e VODAFONE apresentam boa cobertura GSM, tanto no arquipélago dos Açores como no da Madeira. Já em WCDMA observam-se resultados significativamente inferiores, em particular os registados pela VODAFONE. A TMN apresenta os melhores desempenhos com níveis de boa cobertura de 89,3%, nos Açores, e de 94,4%, na Madeira, enquanto a VODAFONE regista níveis de 81,7%, nos Açores e 87,4%, na Madeira. Por seu lado, o operador OPTIMUS apresenta resultados distintos nas duas regiões autónomas analisadas.

Na Madeira (*Figura 2*), em GSM, regista níveis semelhantes aos observados para os operadores TMN e VODAFONE; em WCDMA, fica aquém destes operadores com apenas 79,3% das medições com boa cobertura. Nos Açores (*Figura 1*), em GSM, os resultados são significativamente inferiores aos registados pelos outros dois operadores estudados, embora ainda aceitáveis, enquanto em WCDMA a cobertura é inexistente.

Os eixos rodoviários (*Figura 3* e *Figura 4*) apresentam largas zonas com cobertura deficiente ou mesmo inexistente, principalmente nos Açores e para a tecnologia WCDMA.

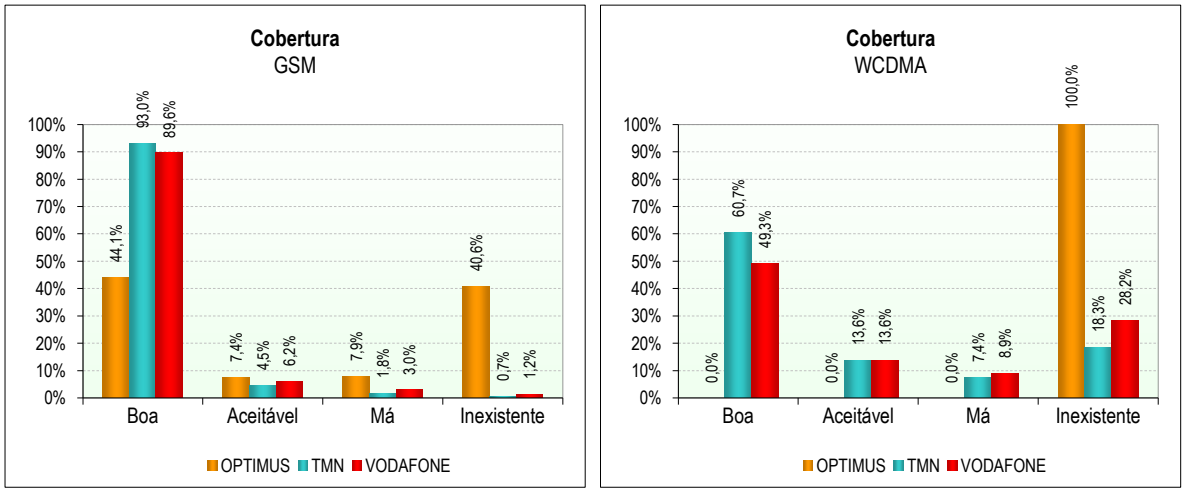


Figura 3 – Indicador *Cobertura*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

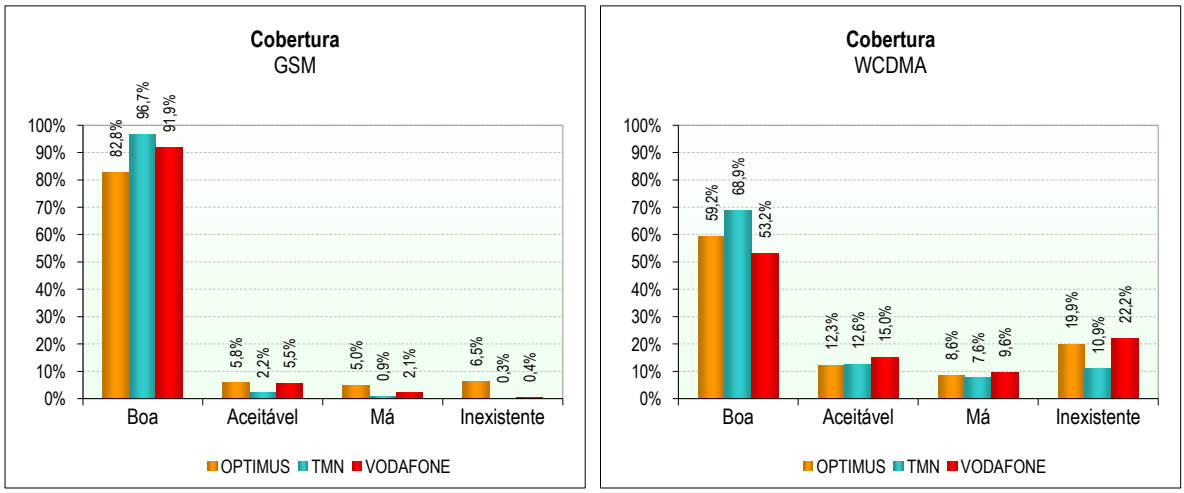


Figura 4 – Indicador *Cobertura*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

Em GSM, o operador OPTIMUS apresenta os desempenhos mais fracos, com níveis de boa cobertura de 44,1%, no arquipélago dos Açores, e de 82,8%, no arquipélago da Madeira. Os resultados dos operadores TMN e VODAFONE, embora substancialmente inferiores aos registados nos aglomerados

urbanos, são ainda aceitáveis. A TMN apresenta os melhores desempenhos, com níveis de boa cobertura de 93,0%, nos Açores, e de 96,7%, na Madeira, enquanto a VODAFONE regista níveis de 89,6% e 91,9%, respectivamente nos mesmos locais.

Em WCDMA, o arquipélago dos Açores regista os índices de cobertura mais baixos (*Figura 3*). O operador OPTIMUS não está presente em qualquer ilha, a TMN não está presente nas Flores e no Corvo e a VODAFONE não tem presença no Corvo. Nas restantes ilhas, a cobertura da TMN e da VODAFONE apresenta largas áreas geográficas com níveis radioeléctricos maus ou inexistentes, o que, por si só, inviabiliza a utilização de serviços móveis. Em consequência, a cobertura do operador OPTIMUS é nula e a dos operadores TMN e VODAFONE é muito fraca. A TMN apresenta um nível de boa cobertura de 60,7% e a VODAFONE não ultrapassa 49,3%. No arquipélago da Madeira, os índices de cobertura WCDMA são igualmente muito fracos (*Figura 4*). Os níveis de boa cobertura não vão além de 68,9%, para a TMN, 59,2%, para a OPTIMUS, e 53,2%, para a VODAFONE.

Serviço de Voz

O serviço de voz, no que toca aos indicadores *Acessibilidade do Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, apresenta melhores desempenhos nos aglomerados urbanos do que nos eixos rodoviários, tanto no arquipélago dos Açores como no arquipélago da Madeira.

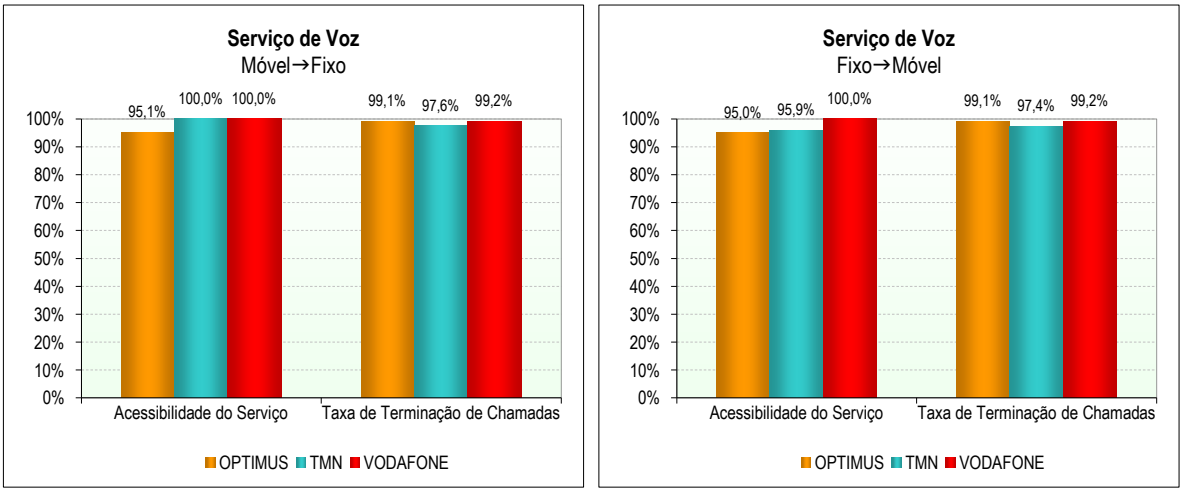


Figura 5 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.

Nos aglomerados urbanos (*Figura 5* e *Figura 6*), dos Açores e da Madeira, todos os operadores registam bons desempenhos nestes indicadores, com níveis superiores a 95%. Na *Acessibilidade do Serviço*, destacam-se a OPTIMUS, na Madeira, e a VODAFONE, nos Açores, já que todas as chamadas de teste foram estabelecidas com sucesso pelos sistemas de comunicações móveis destes operadores. Na *Taxa de Terminação de Chamadas*, os melhores desempenhos foram registados pela VODAFONE, nos Açores, e pela OPTIMUS, na Madeira, respectivamente com 99,2% e 98,4% das chamadas de teste, estabelecidas com sucesso pelas redes destes operadores, a permanecerem activas durante o período predefinido de 120 segundos.

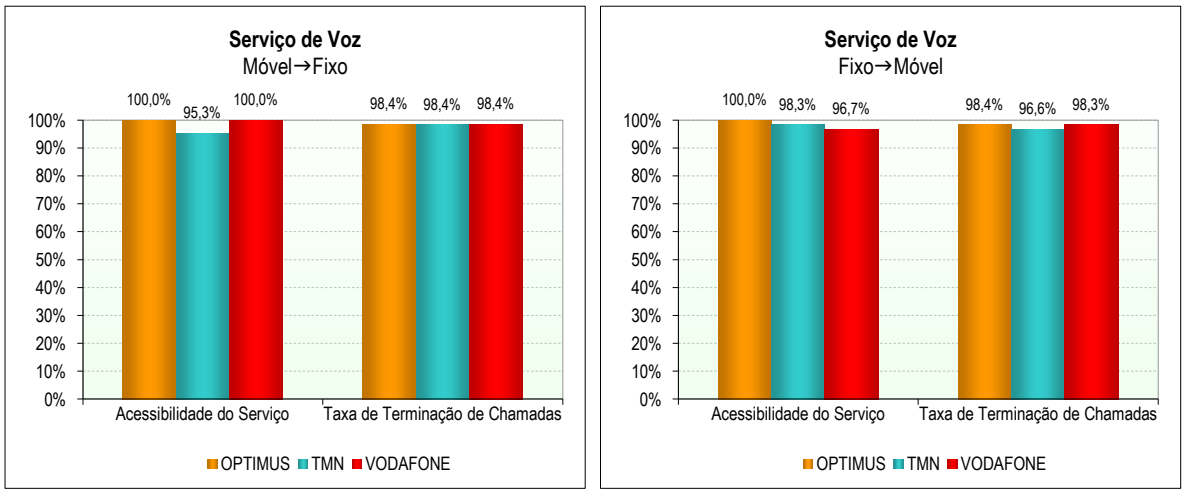


Figura 6 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.

Nos eixos rodoviários (*Figura 7* e *Figura 8*), observa-se uma degradação generalizada da *Acessibilidade do Serviço* e da *Taxa de Terminação de Chamadas*, causada principalmente pelas inúmeras áreas geográficas com má ou inexistente cobertura radioeléctrica das redes móveis.

No caso do operador OPTIMUS, na região autónoma dos Açores, a degradação é muito acentuada diminuindo a *Acessibilidade do Serviço* de voz para níveis muito fracos, com valores de aproximadamente 50%. Na Madeira, os níveis de *Acessibilidade do Serviço* de voz deste operador são melhores, embora ainda fracos, já que 88,9% das chamadas de teste foram estabelecidas com sucesso. Em relação à *Taxa de Terminação de Chamadas*, o operador OPTIMUS também apresenta os desempenhos mais fracos, visto que das chamadas de teste, estabelecidas com sucesso pelo sistema de comunicações deste operador, apenas 93,6%, nos Açores, e 92,4%, na Madeira, apresentaram terminação normal.

Os desempenhos dos operadores TMN e VODAFONE, embora inferiores aos observados nos aglomerados urbanos, são ainda bons, sendo pouco expressivas as diferenças entre estes operadores ou entre as duas regiões autónomas analisadas. Considerando a totalidade das chamadas de teste realizadas, os melhores níveis de *Acessibilidade do Serviço*, tanto na Madeira como nos Açores, foram registados pela VODAFONE, com 97,2% e 96%, respetivamente, enquanto os níveis da TMN ficaram em 95,9% e 95,7%, respetivamente. Para a *Taxa de Terminação de Chamadas*, na Madeira a TMN apresenta o melhor desempenho, com 95,8%, enquanto a VODAFONE regista 94,6%; nos Açores a VODAFONE apresenta o melhor desempenho, com 96,8%, enquanto a TMN regista 96,6%.

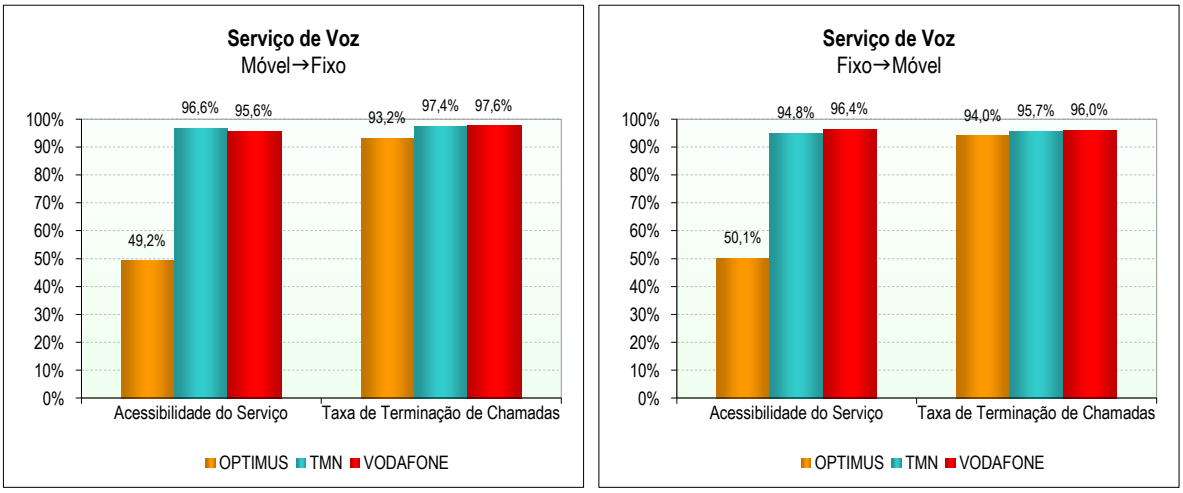


Figura 7 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

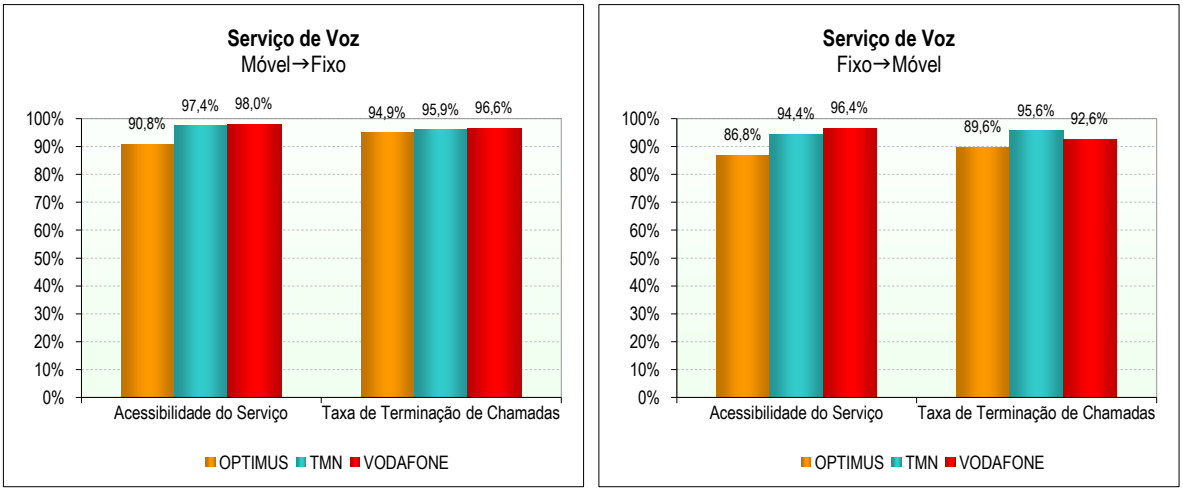


Figura 8 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço* e *Taxa de Terminação de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

Os tempos médios de estabelecimento de chamadas de voz encontram-se dentro dos patamares expectáveis para este serviço, tendo pouco significado as diferenças entre locais ou operadores estudados (*Figura 9*, *Figura 10*, *Figura 11* e *Figura 12*). O melhor desempenho neste indicador é 3,3 segundos, registado pelo operador OPTIMUS nas chamadas móvel-fixo realizadas nos aglomerados urbanos da Madeira, e o tempo médio mais elevado é 6,0 segundos, registado pelo operador TMN nas chamadas fixo-móvel realizadas nos eixos rodoviários dos Açores.

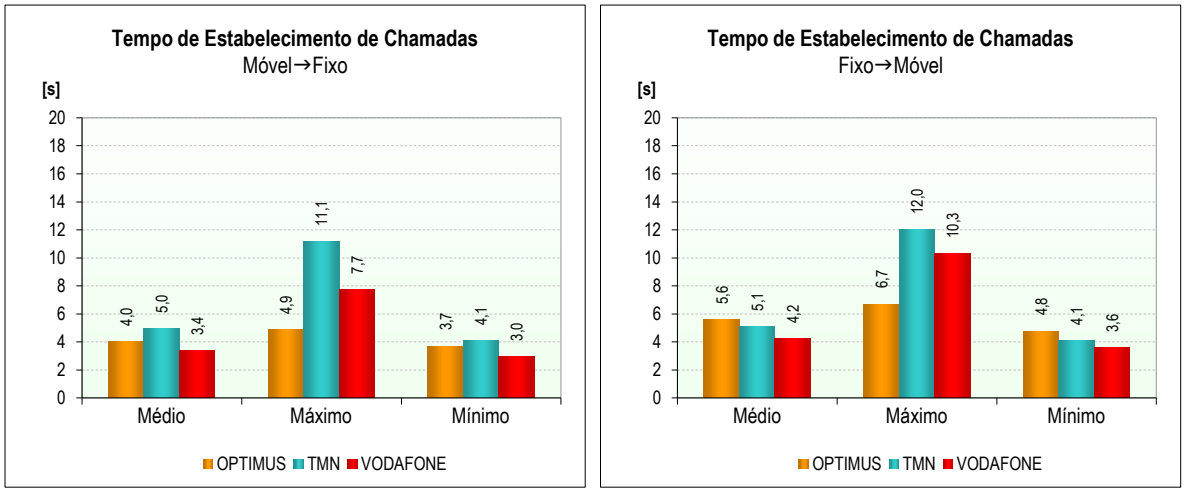


Figura 9 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.

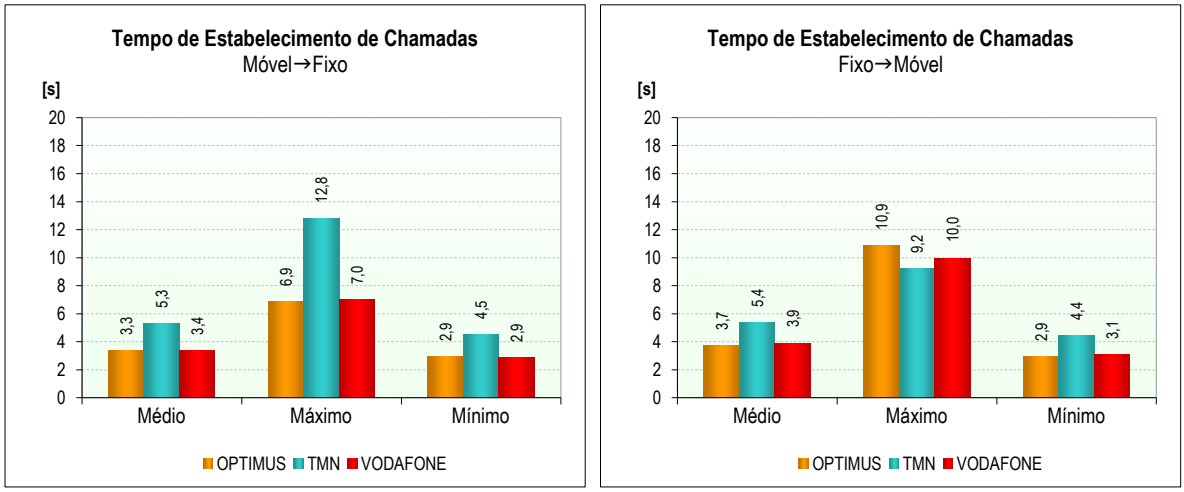


Figura 10 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.

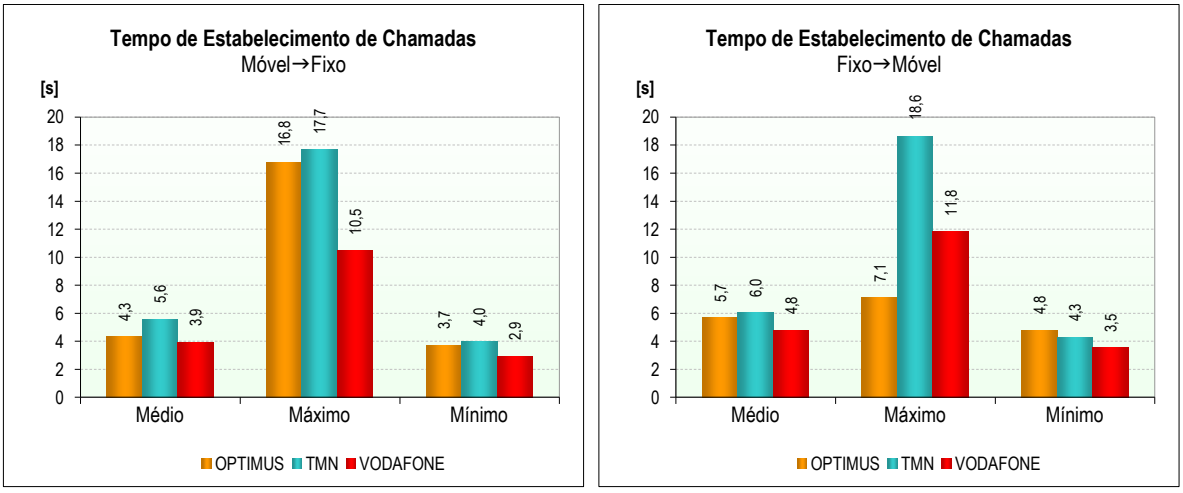


Figura 11 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

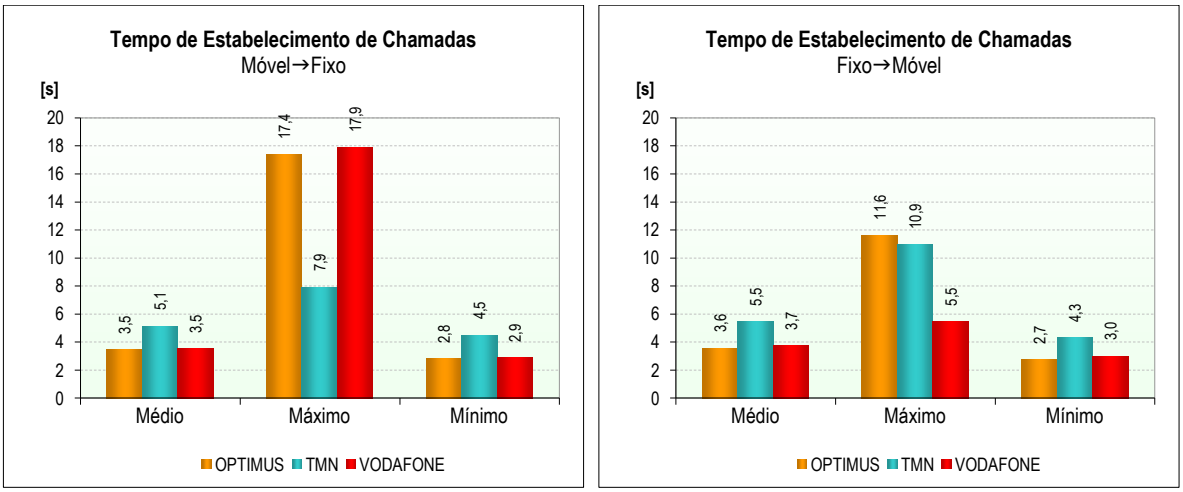


Figura 12 – Indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

Os operadores TMN e VODAFONE registam boa *Qualidade Áudio* média das chamadas de voz, tanto nas áreas urbanas como nos eixos rodoviários principais, nos arquipélagos dos Açores e da Madeira (*Figura 13*, *Figura 14*, *Figura 15* e *Figura 16*).

O operador OPTIMUS apresenta desempenhos distintos em cada arquipélago (*Figura 13*, *Figura 14*, *Figura 15* e *Figura 16*). Na Madeira, observa-se boa *Qualidade Áudio* média das chamadas de voz, tanto nas áreas urbanas como nos eixos rodoviários principais; nos Açores, os níveis são substancialmente mais baixos encontrando-se em patamares aceitáveis.

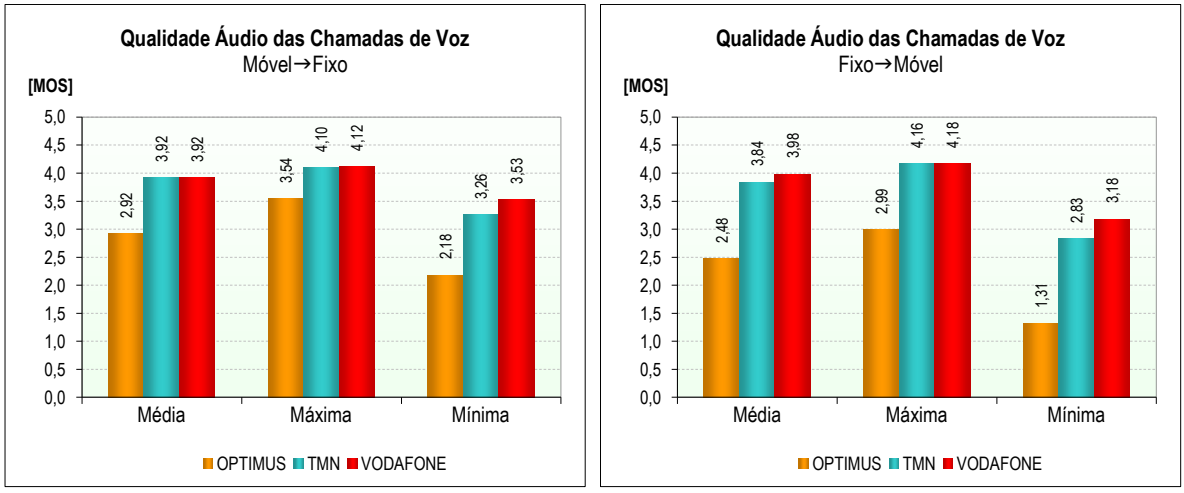


Figura 13 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.

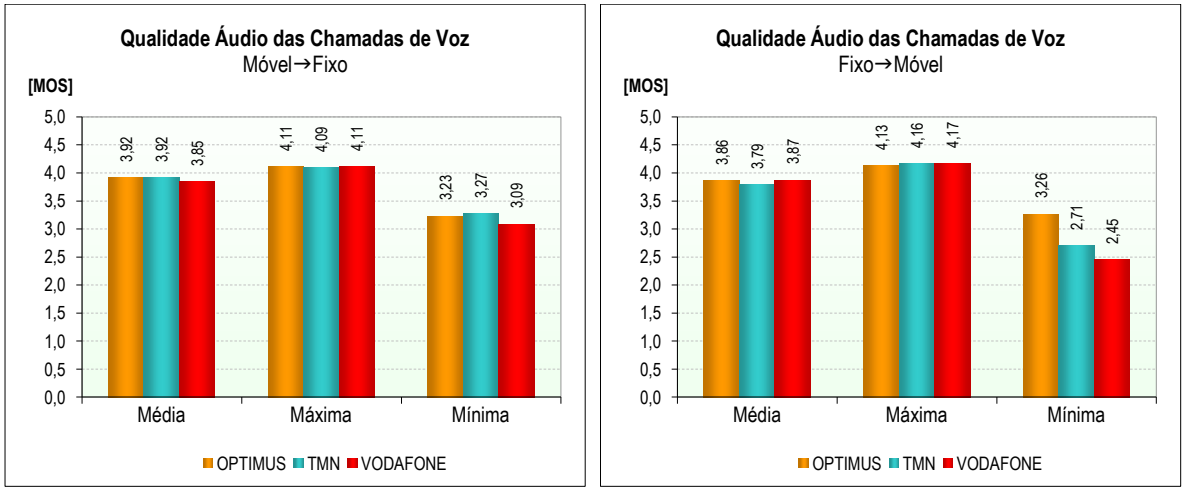


Figura 14 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.

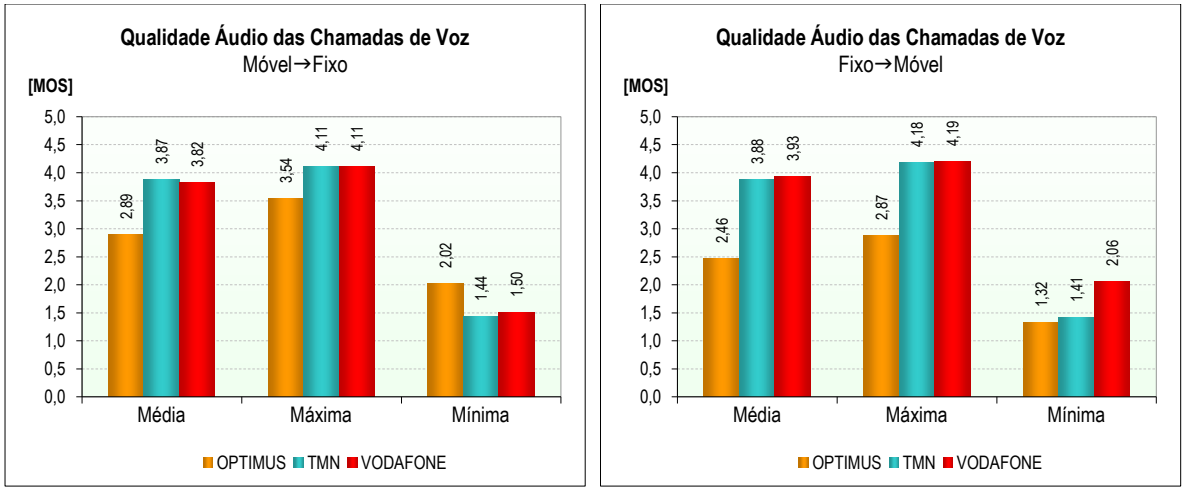


Figura 15 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

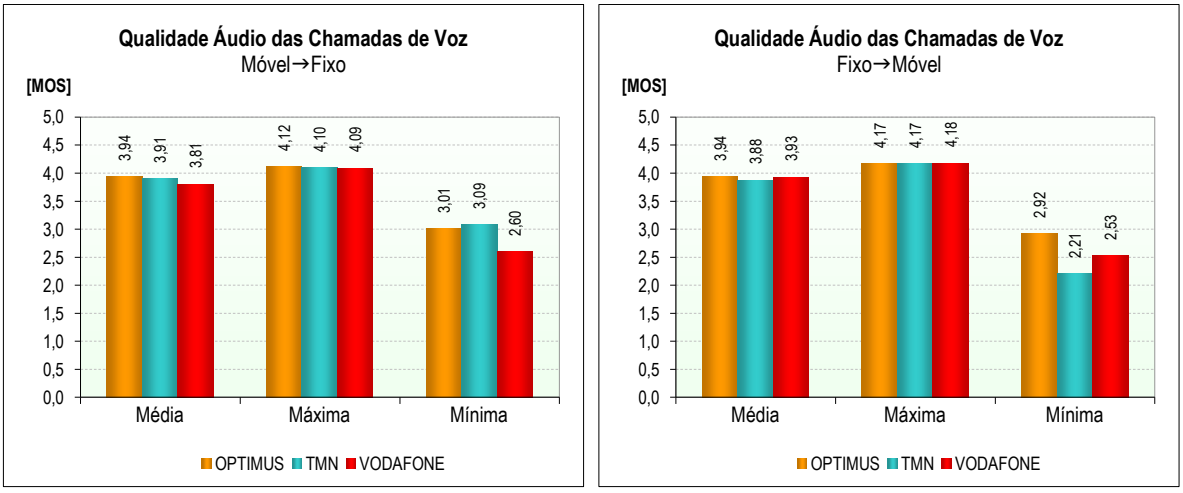


Figura 16 – Indicador *Qualidade Áudio das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

Serviço de Videotelefonia

No arquipélago dos Açores, o operador OPTIMUS não dispõe de rede radioeléctrica de suporte a serviços de terceira geração (WCDMA), impossibilitando assim o acesso ao serviço de videotelefonia. Os indicadores, referentes a este operador, são apresentados com valores nulos (*Figura 17*, *Figura 19*, *Figura 21* e *Figura 23*).

Com excepção do operador OPTIMUS nos Açores, observam-se melhores desempenhos do serviço de videotelefonia nos aglomerados urbanos do que nos eixos rodoviários.

Nos aglomerados urbanos, do arquipélago dos Açores (*Figura 17*), os operadores TMN e VODAFONE apresentam bons desempenhos. A VODAFONE regista a melhor *Acessibilidade do Serviço*, com 96% de sucesso no estabelecimento de chamadas de videotelefonia, enquanto a TMN regista 93,6%. Em relação à *Taxa de Terminação de Chamadas*, estes operadores registam níveis mais próximos: 100%, para a TMN, e 99,1%, para a VODAFONE. Na Madeira (*Figura 18*), o melhor desempenho pertence à TMN, com níveis de 94,3%, na *Acessibilidade do Serviço*, e 100%, na *Taxa de Terminação de Chamadas*. Seguem-se os operadores OPTIMUS, com níveis de 94,1% e 98,2%, respectivamente, e VODAFONE, com níveis de 90,2% e 95,5%, respectivamente.

O indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas* apresenta bons resultados, nos Açores e na Madeira (*Figura 17* e *Figura 18*).

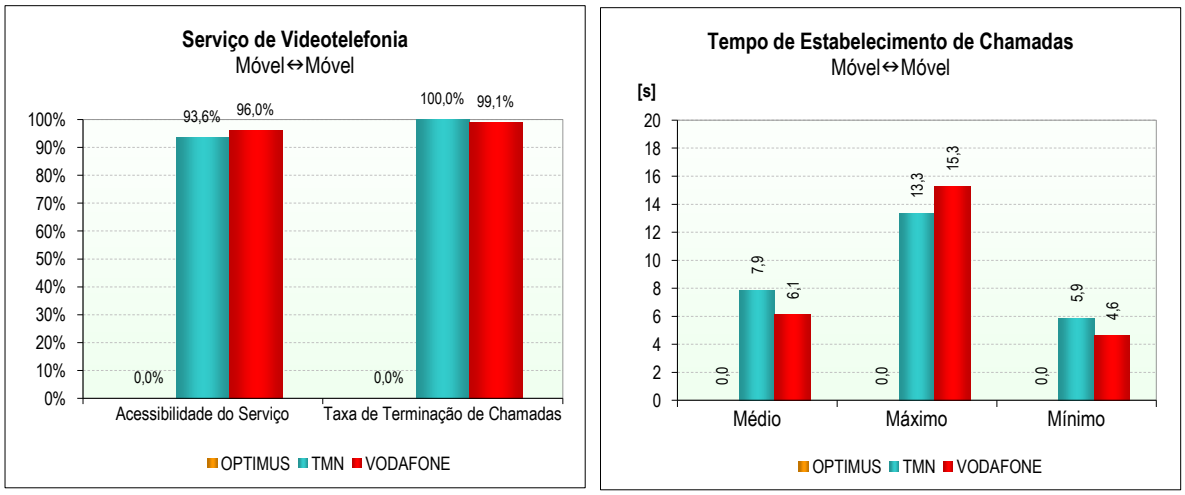


Figura 17 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.

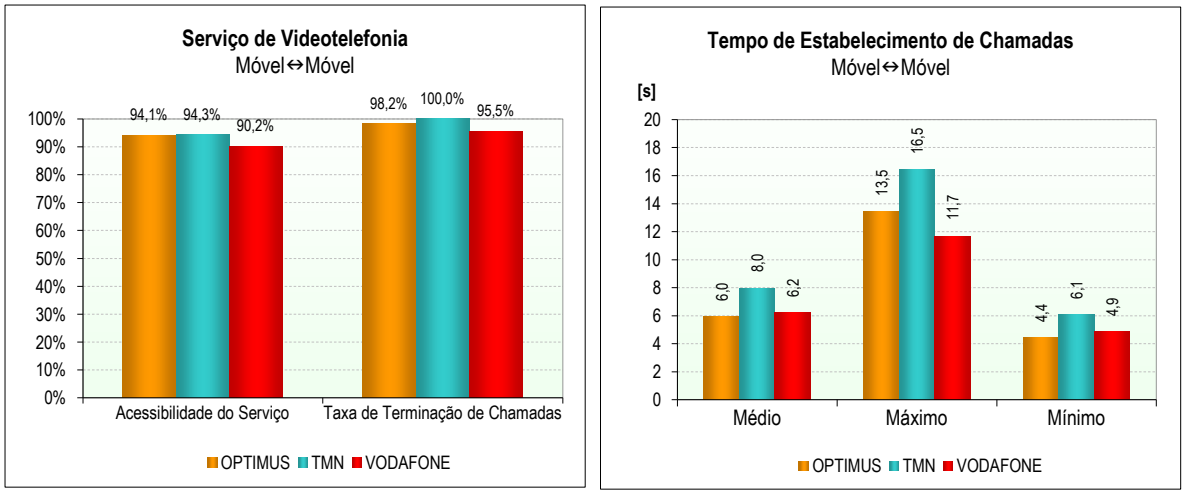


Figura 18 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.

Os eixos rodoviários (*Figura 19* e *Figura 20*) apresentam fraca *Acessibilidade do Serviço* de videotelefonia, já que os melhores desempenhos, registados pela TMN, não ultrapassam 68,2%, nos Açores, e 83,1%, na Madeira. O indicador *Taxa de Terminação de Chamadas* apresenta níveis bastante mais elevados (*Figura 19* e *Figura 20*). A TMN regista o melhor desempenho, com níveis de 98,2%, nos Açores, e 97%, na Madeira.

Tal como nos aglomerados urbanos, o indicador *Tempo de Estabelecimento de Chamadas* apresenta bons resultados (*Figura 19* e *Figura 20*).

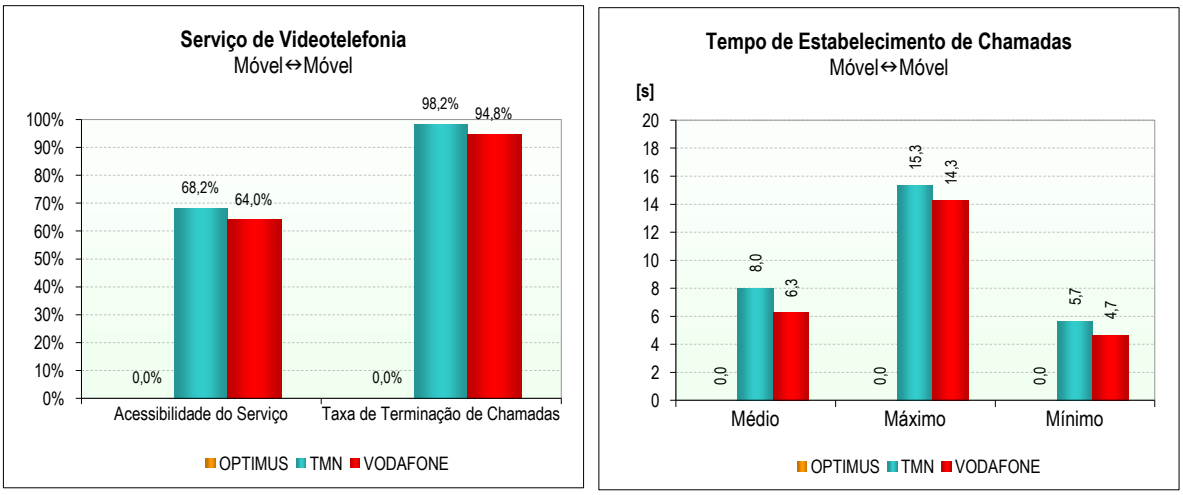


Figura 19 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

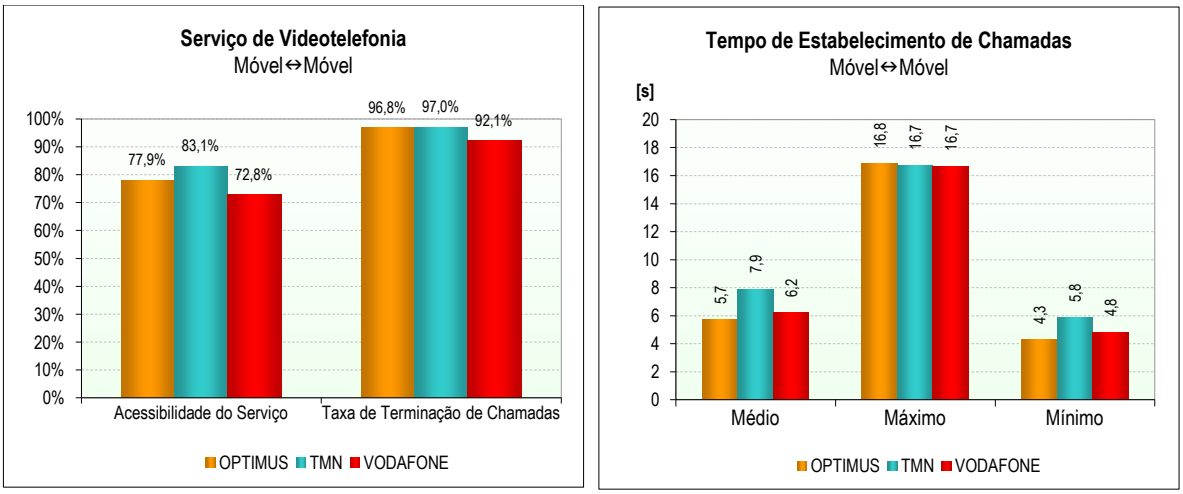
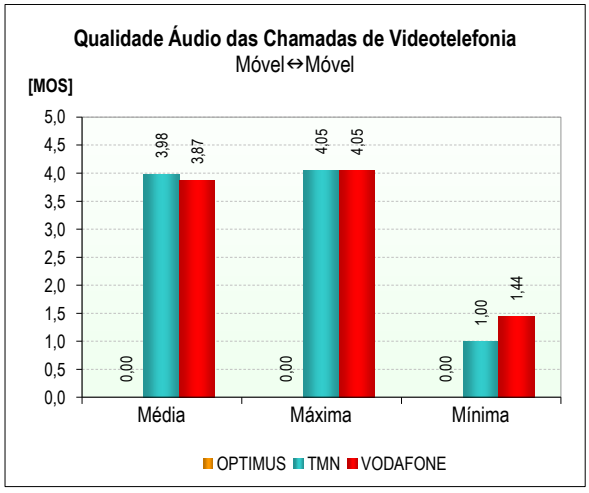


Figura 20 – Indicadores *Acessibilidade de Serviço*, *Taxa de Terminação de Chamadas* e *Tempo de Estabelecimento de Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

As chamadas de videotelefonia, terminadas de forma normal (120 segundos de duração), apresentam boa *Qualidade Áudio* e aceitável *Qualidade Vídeo* médias (*Figura 21*, *Figura 22*, *Figura 23* e *Figura 24*). Não se observam diferenças significativas entre operadores ou locais analisados, com excepção da *Qualidade Vídeo* média do operador VODAFONE, no arquipélago dos Açores, que apresenta níveis ligeiramente inferiores aos da TMN, tanto nos aglomerados urbanos como nos eixos rodoviários.



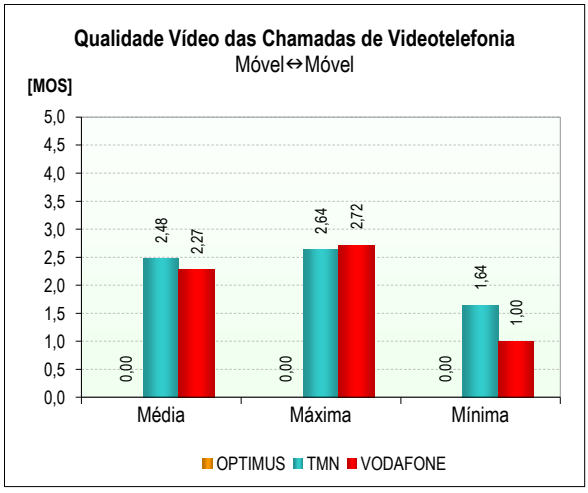
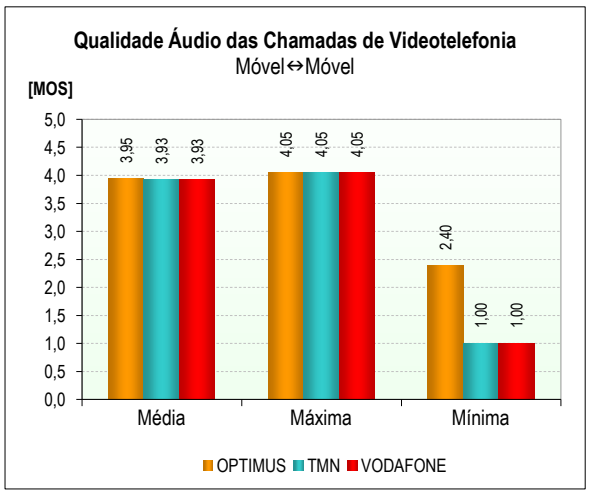


Figura 21 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. dos Açores.



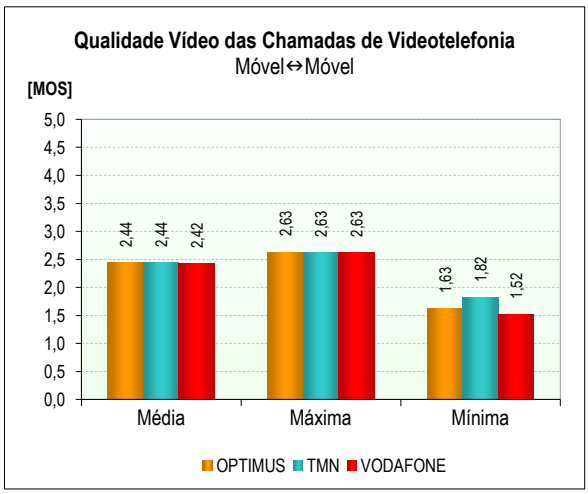
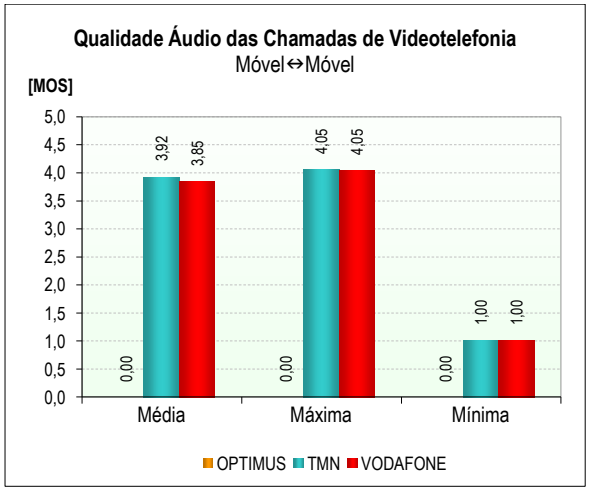


Figura 22 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Aglomerados Urbanos da R. A. da Madeira.



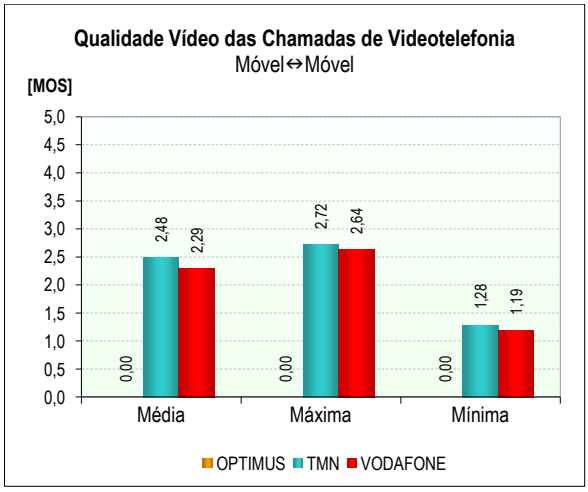


Figura 23 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. dos Açores.

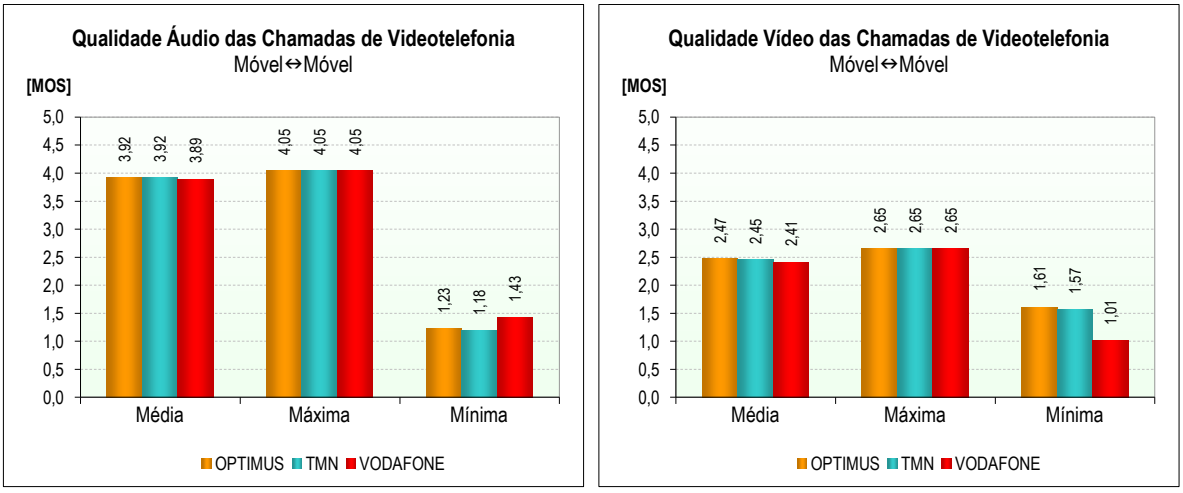


Figura 24 – Indicadores *Qualidade Áudio das Chamadas* e *Qualidade Vídeo das Chamadas*, nos Eixos Rodoviários da R. A. da Madeira.

1 AFERIÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇO

1.1 OBJECTIVO

Com este estudo pretende-se 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 nos principais aglomerados urbanos e eixos rodoviários das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira.

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 / UMTS);

b. Serviço de Videotelefonia (UMTS);

1.2.2 INDEPENDENTE DOS SERVIÇOS:

c. Cobertura Radioeléctrica 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 técnicos 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 ao serviço que o utilizador pretende utilizar (*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 radioeléctrica das redes).

$$Disponibilidade\ da\ Rede\ Radioeléctrica\ [\%] = \frac{\sum Medições\ com\ os\ Serviços\ Móveis\ Disponíveis}{\sum Medições\ Realizadas} \times 100$$

Considera-se que os serviços móveis estão disponíveis quando os níveis de sinal radioeléctrico 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 WCDMA[2].

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

2.2.2 SERVIÇOS DE TELEFONIA

2.2.2.1 ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO (VOZ E VIDEOTELEFONIA)

A acessibilidade do serviço é a 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 será considerada "Estabelecida com Sucesso" se atingir o terminal chamado (no terminal chamador ouve-se o "sinal de chamar").

$$Acessibilidade\ do\ Serviço\ [\%] = \frac{\sum Chamadas\ Estabelecidas\ com\ Sucesso}{\sum Tentativas\ de\ Estabelecimento\ de\ Chamadas} \times 100$$

2.2.2.2 TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS (VOZ E 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.

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

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

t_{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 (VOZ E 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.

$$Taxa\ de\ Terminação\ de\ Chamadas\ [\%] = \frac{\sum Chamadas\ com\ Terminação\ Normal}{\sum Chamadas\ Estabelecidas\ com\ Sucesso} \times 100$$

2.2.2.4 QUALIDADE ÁUDIO DE CHAMADA (VOZ E VIDEOTELEFONIA)

Este indicador quantifica a perceptibilidade da conversação durante uma chamada (de voz ou de videotelefonia). 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*[3]. 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.

$$Qualidade\ Áudio\ de\ Chamada_{lado\ A}\ [MOS_{LQO}] = f\{X_B(t)\ ;\ Y_A(t)\}$$

$$Qualidade\ Áudio\ de\ Chamada_{lado\ B}\ [MOS_{LQO}] = f\{X_A(t)\ ;\ Y_B(t)\}$$

$lado\ A;\ lado\ B$ – designação dos dois extremos de uma chamada de voz.
MOS_{LQO} – escala de quantificação da qualidade áudio percebida (*Mean Opinion Score – Listening-only Quality Objective*).
f – função correspondente à aplicação de um algoritmo de cálculo e função de conversão dos resultados em valores MOS_{LQO}.
$X_A(t);\ X_B(t)$ – amostra original de áudio enviada a partir do lado A (B).
$Y_A(t);\ Y_B(t)$ – amostra degradada de áudio recebida no lado A (B), resultante da transmissão da amostra original $X_B(t)$ $(X_A(t))$.

Os resultados da aplicação do algoritmo são 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 2. A escala MOS quantifica o esforço necessário para se perceber uma comunicação. Apresenta como limites os valores 0 (zero), quando não há comunicação, e 5 (cinco), quando a comunicação é perfeita. O valor "zero" nunca 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 *CoDec*[4], utilizados pelas redes móveis, não possibilitam tão elevado valor de qualidade de voz (a qualidade de voz obtida com os *CoDec* normalmente utilizados apresenta valores de MOS inferiores a 4,5).

Tabela 2 - Escala MOS_{LQO} / MOS_{VQO}

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

[3] 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)*).

[4] CoDec – Codificador/Descodificador.

Nas situações em que em cada sentido da mesma chamada sejam enviadas e recebidas várias amostras de áudio $\{X_1(t), X_2(t), ..., X_n(t)\ ;\ Y_1(t), Y_2(t), ..., Y_n(t)\}$, 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:

$$Qualidade\ Áudio\ de\ Chamada_{lado\ A}\ [MOS_{LQO}] = \frac{\sum_{i=1}^{n} f\{X_{i_B}(t)\ ;\ Y_{i_A}(t)\}}{n}$$

$$Qualidade\ Áudio\ de\ Chamada_{lado\ B}\ [MOS_{LQO}] = \frac{\sum_{i=1}^{n} f\{X_{i_A}(t)\ ;\ Y_{i_B}(t)\}}{n}$$

2.2.2.5 QUALIDADE VÍDEO DE CHAMADA DE VIDEOTELEFONIA

Este indicador quantifica a qualidade visual da comunicação, durante uma chamada de videotelefonia. São avaliados, em simultâneo, 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*, diferindo no facto de ocorrer em ***full-duplex***, ou seja, em simultâneo nos dois sentidos da comunicação e enquanto decorrer a chamada de teste. Esta funcionalidade reproduz a situação real da utilização do serviço de videotelefonia.

$$Qualidade\ Vídeo\ de\ Chamada_{lado\ A}\ [MOS_{VQO}] = f\{W_B(t)\ ;\ Z_A(t)\}$$

$$Qualidade\ Vídeo\ de\ Chamada_{lado\ B}\ [MOS_{VQO}] = f\{W_A(t)\ ;\ Z_B(t)\}$$

lado A; lado B – designação dos dois extremos de uma chamada de videotelefonia.
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 25* 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.).

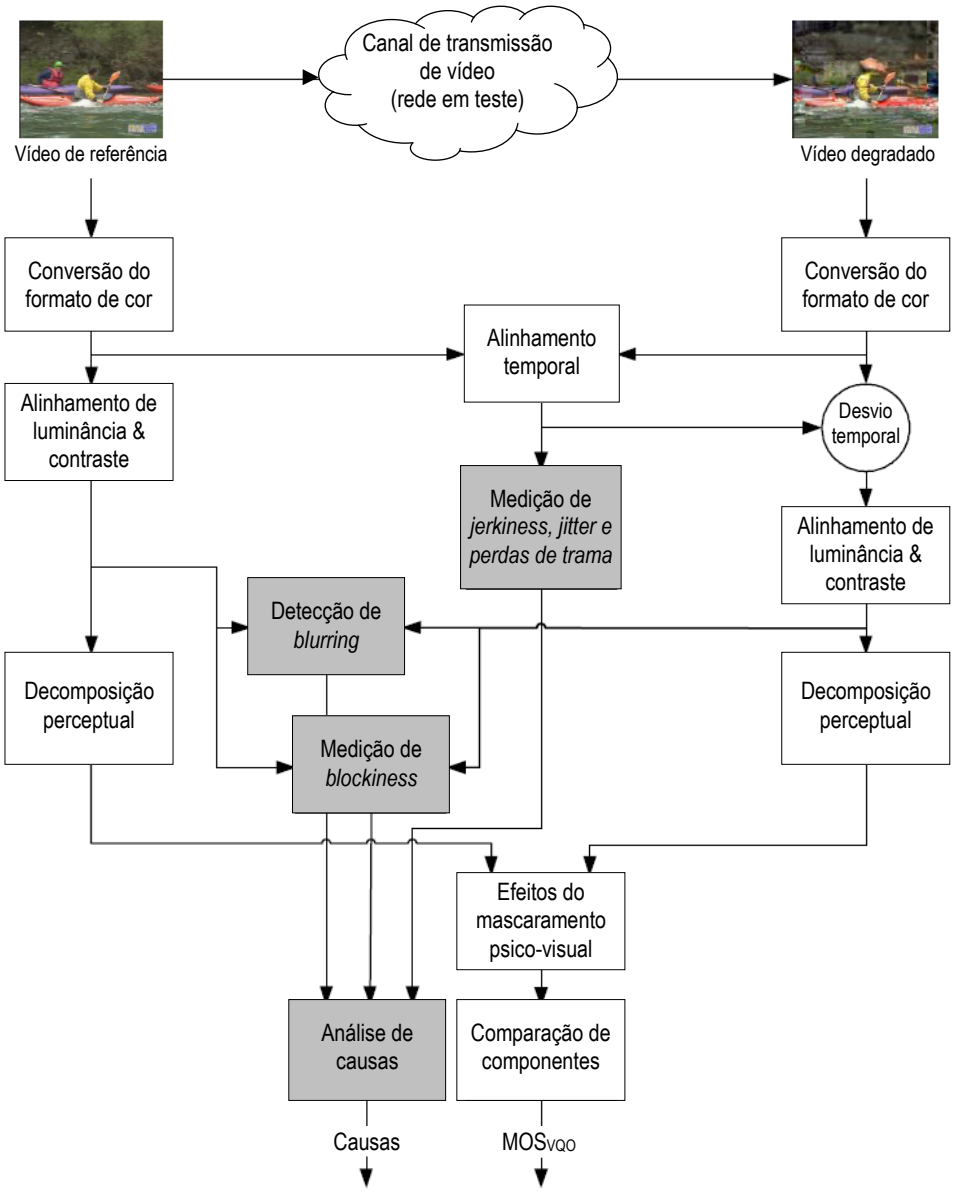


Figura 25 – Diagrama funcional do algoritmo VQuad (*SwissQual, AG*)

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 2*.

Nas situações em que em cada sentido da mesma chamada sejam enviadas e recebidas várias amostras de vídeo $\{W_1(t), W_2(t), ..., W_n(t) ; Z_1(t), Z_2(t), ..., Z_n(t)\}$, 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:

$$Qualidade\ Vídeo\ de\ Chamada_{lado\ A}\ [MOS_{VQO}] = \frac{\sum_{i=1}^{n} f\{W_{i_B}(t)\ ;\ Z_{i_A}(t)\}}{n}$$

$$Qualidade\ Vídeo\ de\ Chamada_{lado\ B}\ [MOS_{VQO}] = \frac{\sum_{i=1}^{n} f\{W_{i_A}(t)\ ;\ Z_{i_B}(t)\}}{n}$$

2.3 PERFIS DE MEDIDA[5]

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 *Diversity* (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), e com selecção automática das infra-estruturas GSM e UMTS. Todos os parâmetros recolhidos são georreferenciados, permitindo a sua posterior representação em cartografia digital.

[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 V2.2.1 (2011-04)), 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 V1.2.1 (2008-07)).

2.3.2 COBERTURA

A avaliação da cobertura radioeléctrica 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 recolher amostras de sinal de todos os canais radioeléctricos GSM e WCDMA, utilizados pelos operadores em análise, com uma periodicidade de aproximadamente um segundo. Posteriormente, as amostras recolhidas são analisadas e apenas são consideradas aquelas que apresentarem os melhores valores de nível de sinal, em cada ponto e para cada tecnologia e operador.

Cada ponto de medida é georreferenciado 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 elevada estabilidade de desempenho. Pretende-se que o impacto deste extremo nos indicadores de desempenho dos serviços em análise seja mínimo. As 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 radioeléctrica, 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*).

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 atingir 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, bem como a integridade da comunicação.

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.

Após o início de uma chamada de teste, analisa-se a integridade da comunicação – qualidade áudio – alternadamente em cada sentido, independentemente do extremo em que se iniciou a chamada.

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

São analisadas as capacidades de estabelecimento e terminação de chamadas, bem como a integridade da comunicação – qualidade áudio e vídeo. A qualidade áudio é analisada alternadamente em cada sentido da comunicação, independentemente do lado que iniciou a chamada de teste, enquanto a qualidade vídeo é analisada simultaneamente nos dois sentidos da comunicação.

Os parâmetros de teste para análise do serviço de videotelefonia são semelhantes aos utilizados para o serviço de voz e 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;
- 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 *Diversity/NetQual*. 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. ***Diversity*** – Unidade Móvel, com *scanner de RF* e equipamentos terminais móveis comerciais (no estudo realizado foram utilizados terminais *Nokia N95*);
b. ***Land Unit*** – Unidade Fixa, com cartas de interface RDIS, utilizada para testes de voz;
c. ***Video Call Server*** – Unidade Estática, com equipamentos terminais móveis comerciais (*Nokia 6680*), utilizado para testes de videotelefonia;
d. ***Media Server*** – Unidade Fixa, servidor para testes de dados e de *videostreaming*;
e. ***NQDI*** – Sistema de pós-processamento, análise e reporte das medidas realizadas.

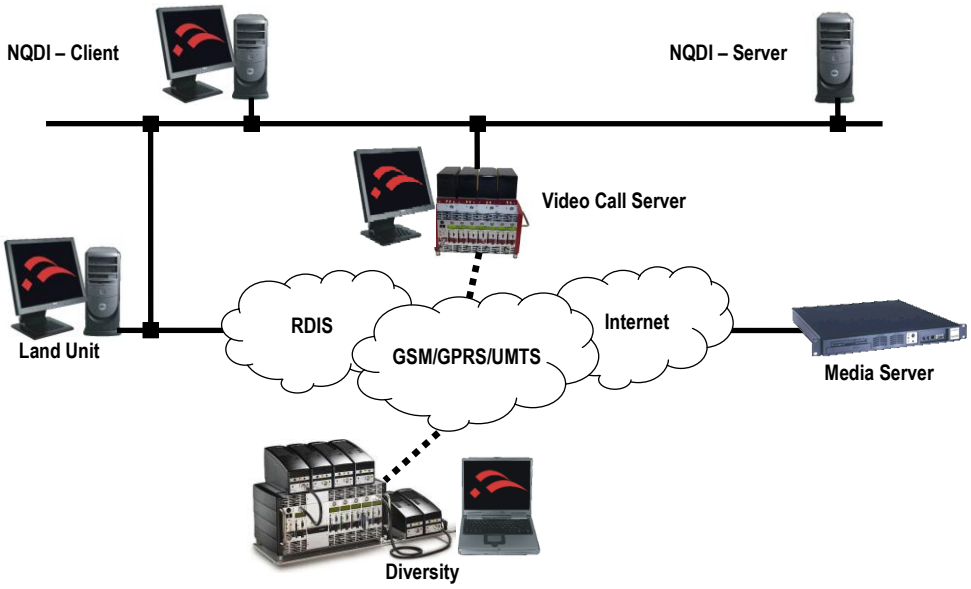


Figura 26 – Arquitectura do sistema *Diversity/NetQual*

3 AMOSTRA DO ESTUDO

Para uma adequada avaliação da qualidade dos serviços de Voz, Videotelefonia e Cobertura das Redes GSM e WCDMA, foi escolhida uma amostra representativa da utilização destes serviços nas regiões autónomas dos Açores e da Madeira.

3.1 LOCAIS ANALISADOS

Foram realizados testes nos principais aglomerados urbanos destes arquipélagos – Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Funchal – bem como nos principais eixos rodoviários de todas as ilhas – Corvo, Faial, Flores, Graciosa, Pico, S. Jorge, S. Miguel, S.ta Maria, Terceira, Madeira e Porto Santo.

3.2 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Tabela 3 – Amostra, para os três operadores estudados.

		Horas em Medidas	Quilómetros em Medidas	Chamadas de Voz	Chamadas de Videotelefonia	Medidas Cobertura	
						GSM	WCDMA
Açores	Angra do Heroísmo	6 h 11	143	362	341	65.724	66.081
	Ponta Delgada	6 h 15	188	370	355	66.090	66.569
	Ilha do Corvo	1 h 07	15	66	66	11.640	11.640
	Ilha do Faial	6 h 17	264	367	343	65.900	66.324
	Ilha das Flores	3 h 08	118	181	180	32.449	32.379
	Ilha Graciosa	3 h 20	122	192	176	34.951	35.248
	Ilha do Pico	6 h 23	374	374	343	67.245	68.172
	Ilha de S. Jorge	6 h 14	243	365	329	64.573	65.067
	Ilha de S. Miguel	12 h 17	584	719	663	128.074	128.552
	Ilha de S.ta Maria	3 h 19	116	197	186	35.247	35.327
	Ilha Terceira	6 h 13	307	366	346	65.301	66.094
	Total R. A. Açores	60 h 44	2.474	3.559	3.328	637.194	641.453
Madeira	Funchal	6 h 22	176	372	363	66.303	67.149
	Ilha da Madeira	12 h 00	510	693	667	125.600	126.721
	Ilha de Porto Santo	3 h 11	109	186	181	33.413	33.541
	Total R. A. Madeira	21 h 33	795	1.251	1.211	225.316	227.411
	Total Global	82 h 17	3.269	4.810	4.539	862.510	868.864

3.3 CONDIÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

As medidas de campo decorreram em dias úteis, de 23 de Maio a 19 de Julho de 2011, durante os períodos normais de trabalho.

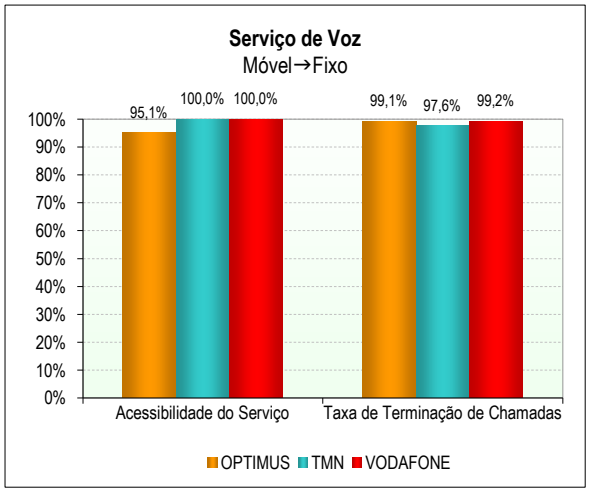
4 RESULTADOS AGREGADOS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

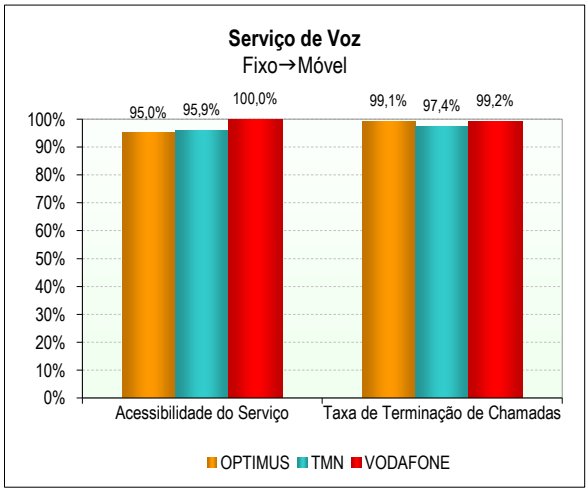
4.1 AGLOMERADOS URBANOS

4.1.1 SERVIÇO DE VOZ

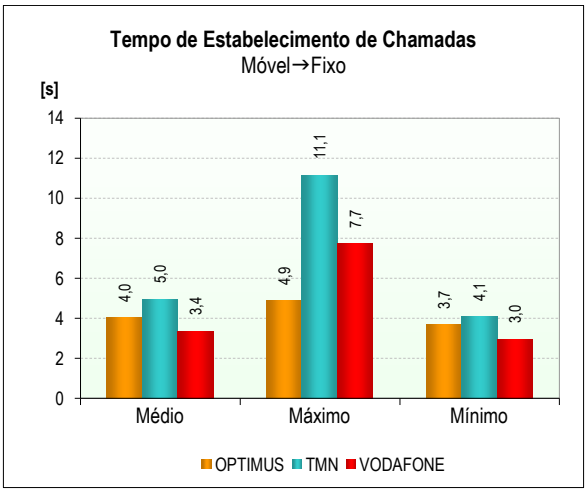
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	123	121	123	121	123	121
	Falhadas no Estabelecimento	6	6	0	5	0	0
	Falhadas Durante a Chamada	1	1	3	3	1	1
	Com Terminação Normal	116	114	120	113	122	120
	Acessibilidade do Serviço	95,1%	95,0%	100,0%	95,9%	100,0%	100,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	99,1%	99,1%	97,6%	97,4%	99,2%	99,2%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	117	115	123	116	123	121
	Tempo Médio [s]	4,0	5,6	5,0	5,1	3,4	4,2
	Tempo Máximo [s]	4,9	6,7	11,1	12,0	7,7	10,3
	Tempo Mínimo [s]	3,7	4,8	4,1	4,1	3,0	3,6
	Desvio Padrão [s]	0,3	0,4	1,0	1,0	0,6	0,7
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	230	230	233	233	242	242
	Média [MOS]	2,92	2,48	3,92	3,84	3,92	3,98
	Máxima [MOS]	3,54	2,99	4,10	4,16	4,12	4,18
	Mínima [MOS]	2,18	1,31	3,26	2,83	3,53	3,18
	Desvio Padrão [MOS]	0,23	0,19	0,15	0,22	0,10	0,15

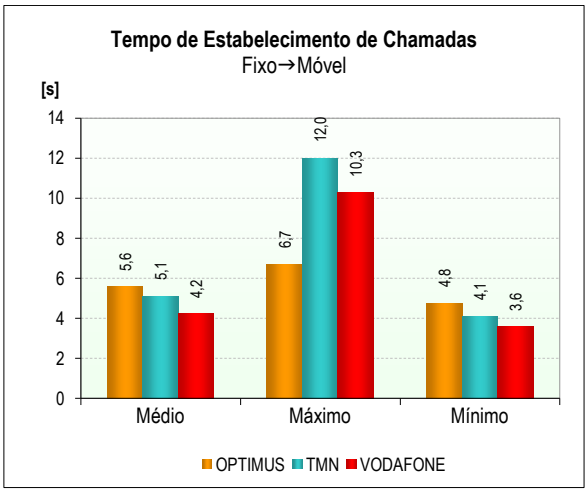
4.1.1.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



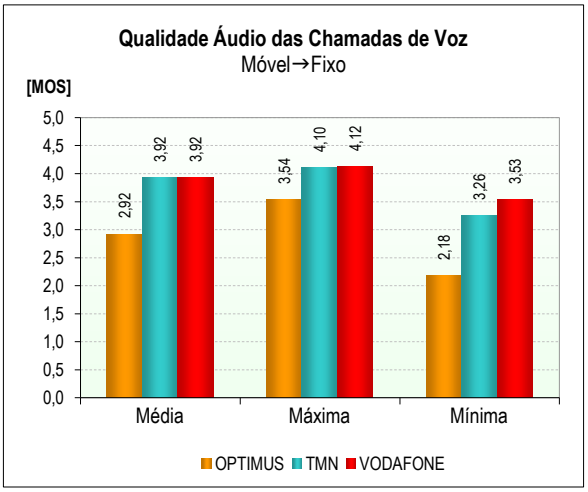


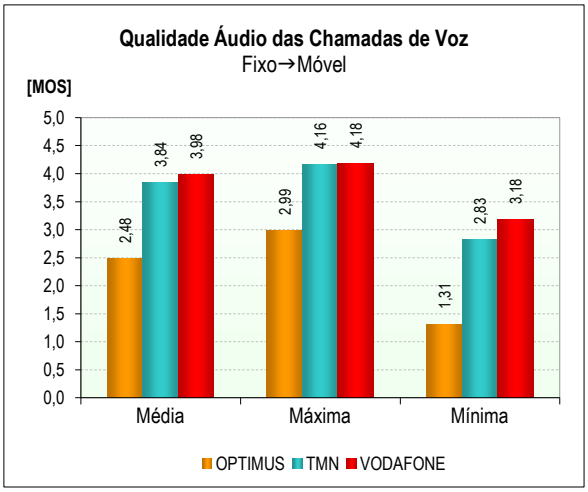
4.1.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



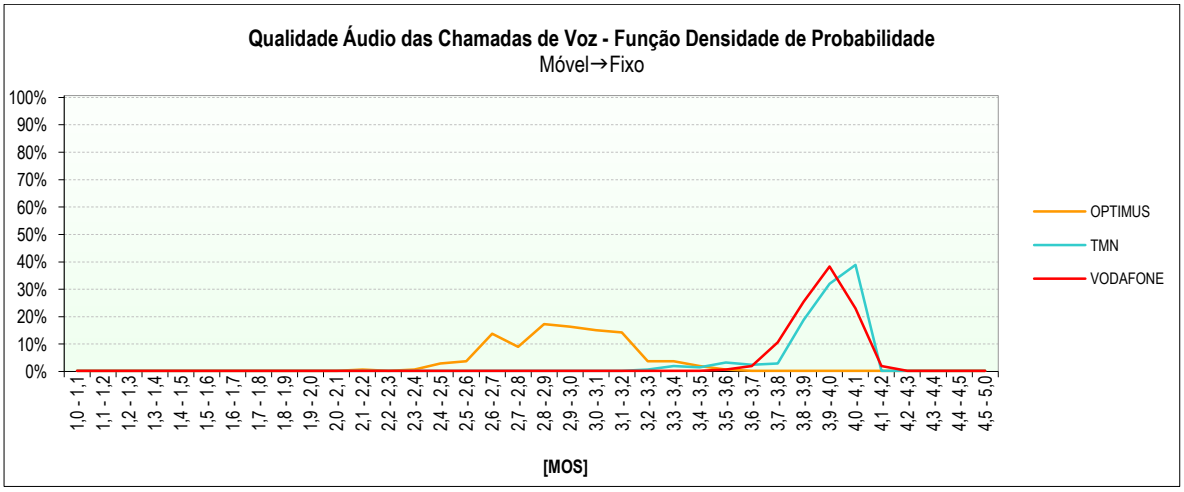


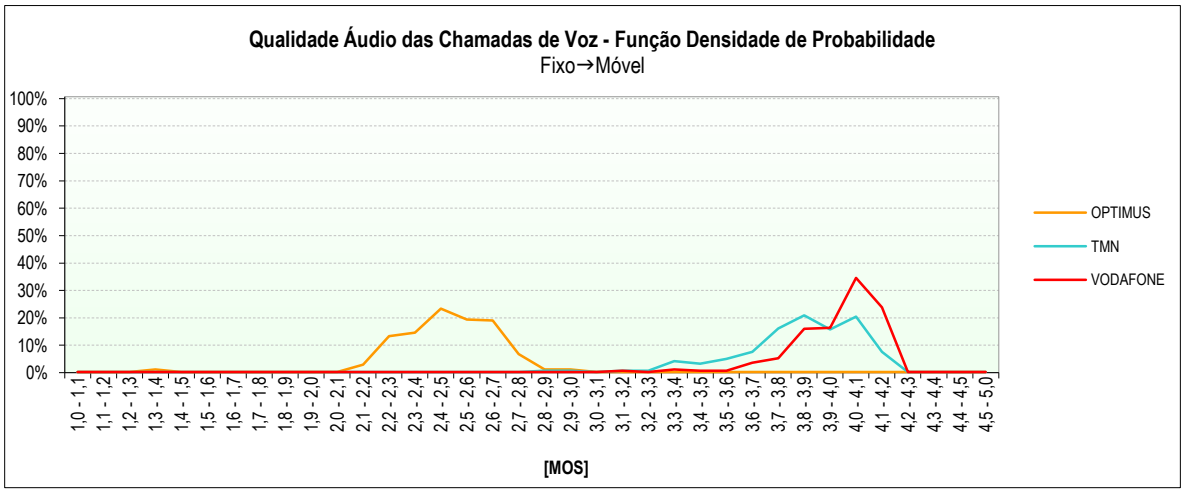
4.1.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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

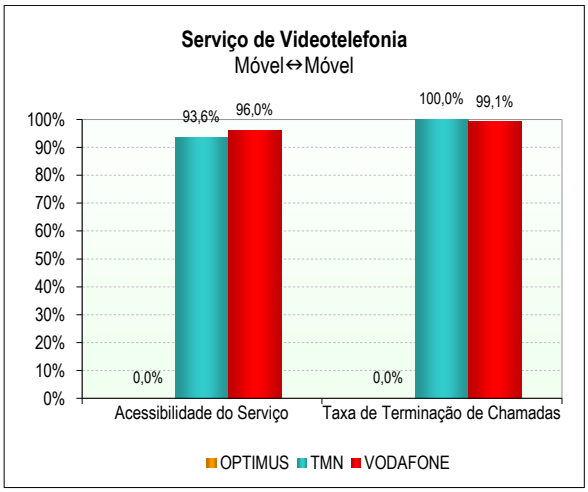




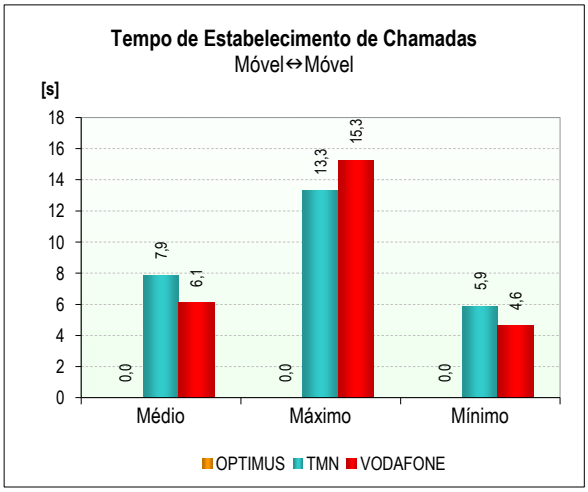
4.1.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	235	234	227
	Falhadas no Estabelecimento	235	15	9
	Falhadas Durante a Chamada	0	0	2
	Com Terminação Normal	0	219	216
	Acessibilidade do Serviço	0,0%	93,6%	96,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,0%	100,0%	99,1%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	0	219	218
	Tempo Médio [s]	0,0	7,9	6,1
	Tempo Máximo [s]	0,0	13,3	15,3
	Tempo Mínimo [s]	0,0	5,9	4,6
	Desvio Padrão [s]	0,0	1,3	1,4
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	0	438	432
	Média [MOS]	0,00	3,98	3,87
	Máxima [MOS]	0,00	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	0,00	1,00	1,44
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,22	0,29
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	0	437	432
	Média [MOS]	0,00	2,48	2,27
	Máxima [MOS]	0,00	2,64	2,72
	Mínima [MOS]	0,00	1,64	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,19	0,27

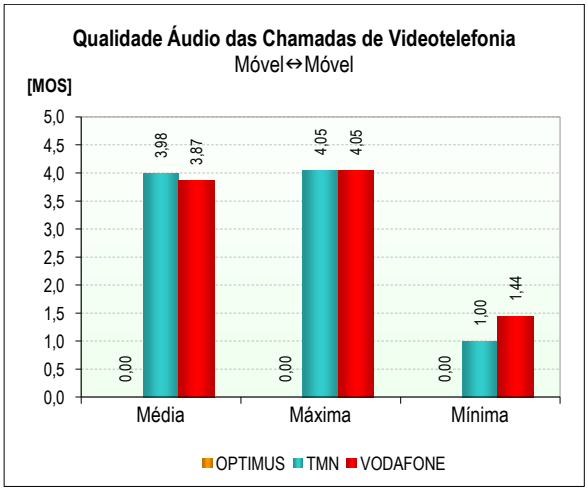
4.1.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



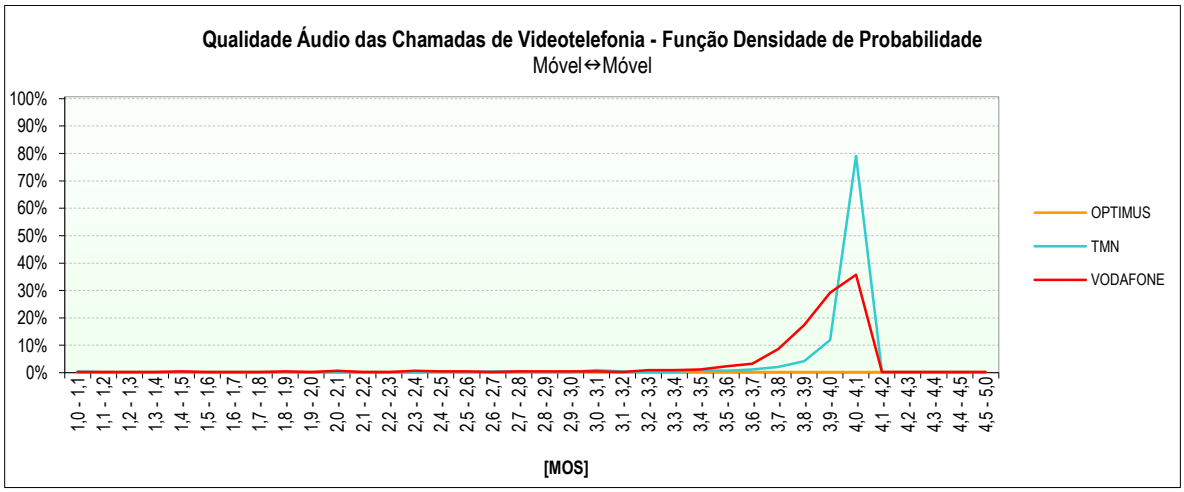
4.1.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



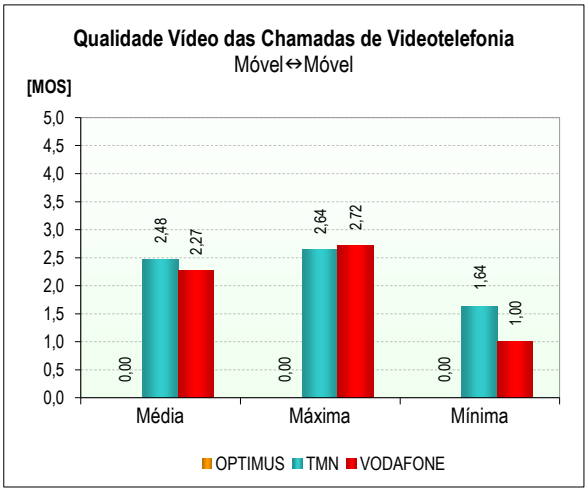
4.1.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



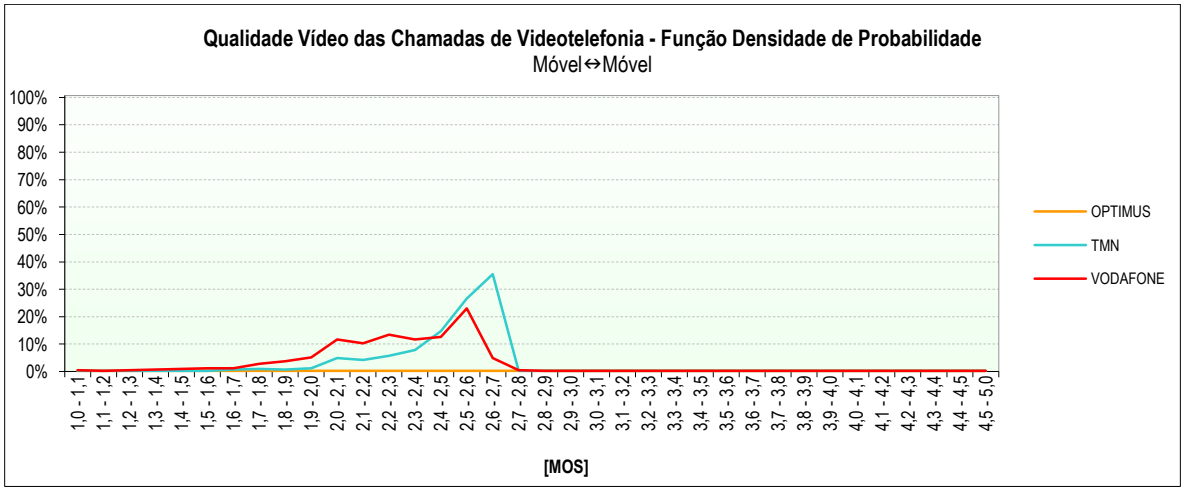
4.1.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.1.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



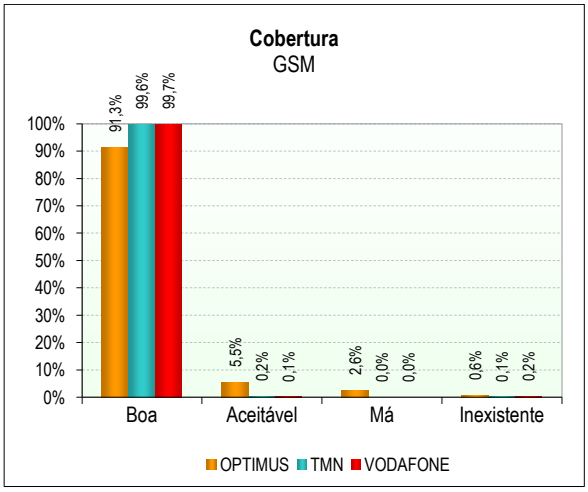
4.1.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



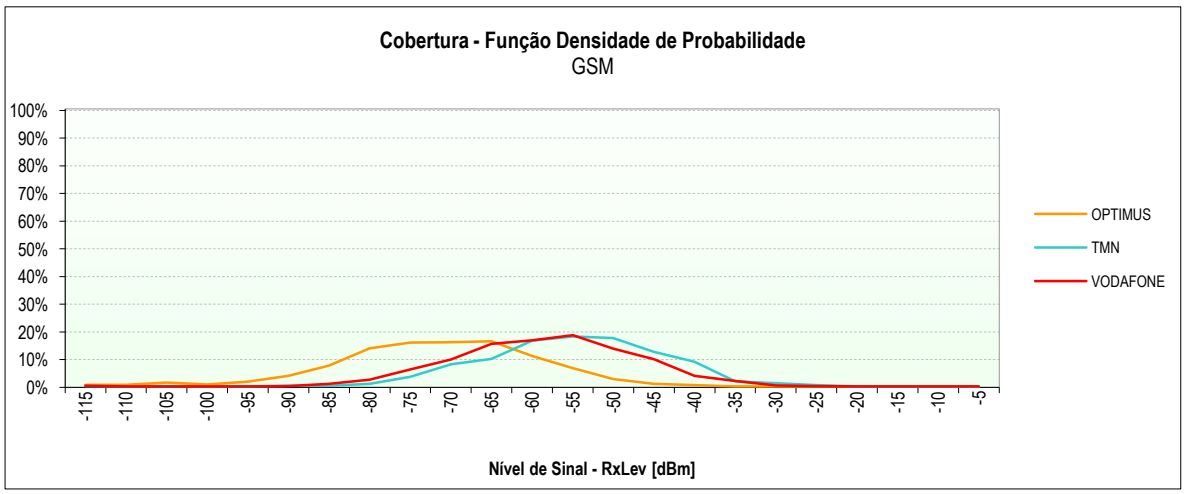
4.1.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	43.931	43.931	43.952	44.219	44.221	44.210
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-70	-53	-56	-125	-80	-83
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-37	-25	-23	-125	-40	-43
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-116	-115	-115	-125	-126	-135
	Desvio Padrão [dBm]	12	11	11	0	13	13
	Boa	91,3%	99,6%	99,7%	0,0%	89,3%	81,7%
	Aceitável	5,5%	0,2%	0,1%	0,0%	7,6%	13,0%
	Má	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	2,7%	4,2%
	Inexistente	0,6%	0,1%	0,2%	100,0%	0,5%	1,1%

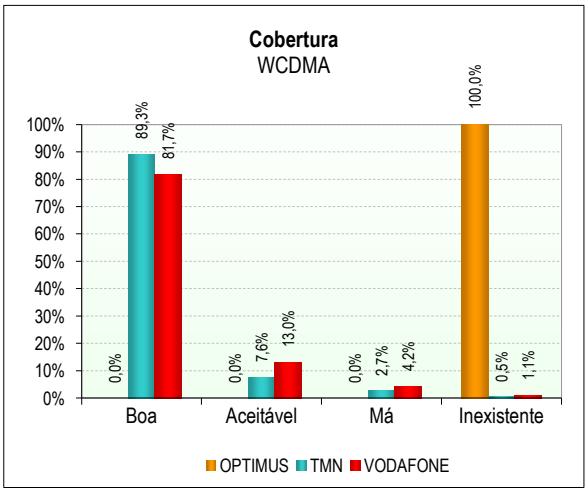
4.1.3.1 GSM



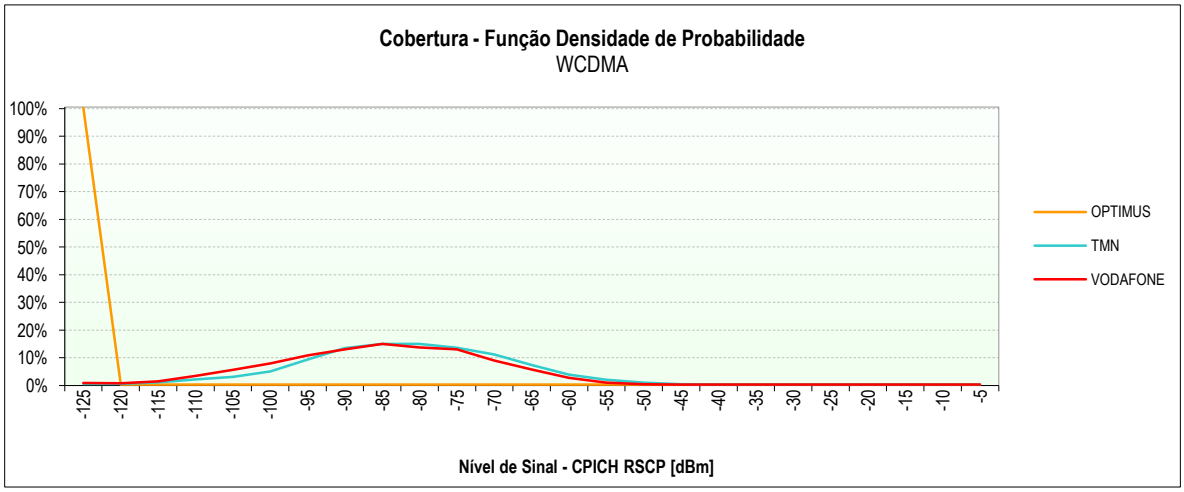
4.1.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.1.3.3 WCDMA



4.1.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE

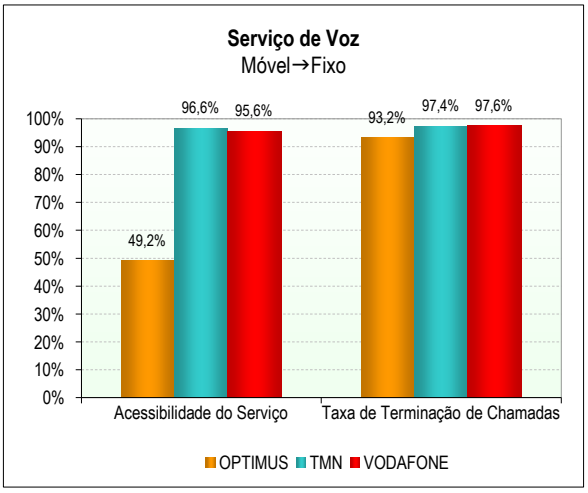


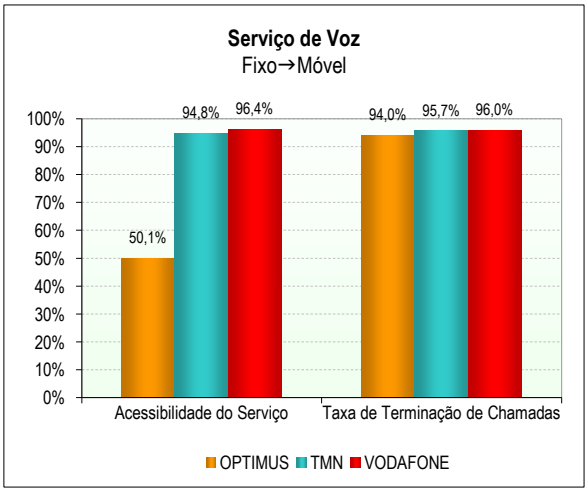
4.2 EIXOS RODOVIÁRIOS

4.2.1 SERVIÇO DE VOZ

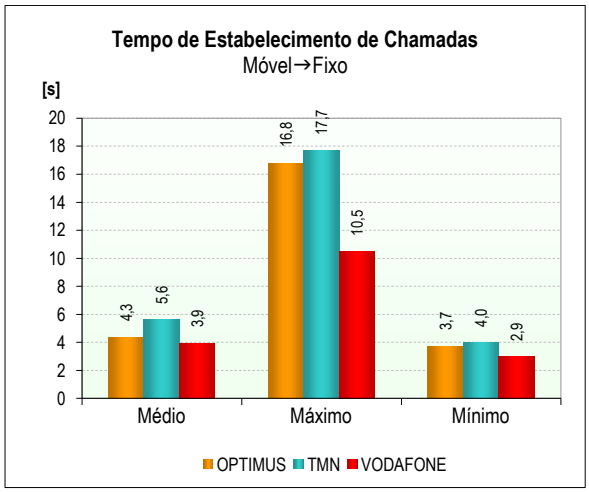
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	478	469	473	466	473	468
	Falhadas no Estabelecimento	243	234	16	24	21	17
	Falhadas Durante a Chamada	16	14	12	19	11	18
	Com Terminação Normal	219	221	445	423	441	433
	Acessibilidade do Serviço	49,2%	50,1%	96,6%	94,8%	95,6%	96,4%
	Taxa de Terminação de Chamadas	93,2%	94,0%	97,4%	95,7%	97,6%	96,0%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	235	235	457	442	452	451
	Tempo Médio [s]	4,3	5,7	5,6	6,0	3,9	4,8
	Tempo Máximo [s]	16,8	7,1	17,7	18,6	10,5	11,8
	Tempo Mínimo [s]	3,7	4,8	4,0	4,3	2,9	3,5
	Desvio Padrão [s]	1,3	0,4	1,8	1,9	1,3	1,5
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	440	440	868	868	874	874
	Média [MOS]	2,89	2,46	3,87	3,88	3,82	3,93
	Máxima [MOS]	3,54	2,87	4,11	4,18	4,11	4,19
	Mínima [MOS]	2,02	1,32	1,44	1,41	1,50	2,06
	Desvio Padrão [MOS]	0,25	0,19	0,24	0,30	0,19	0,21

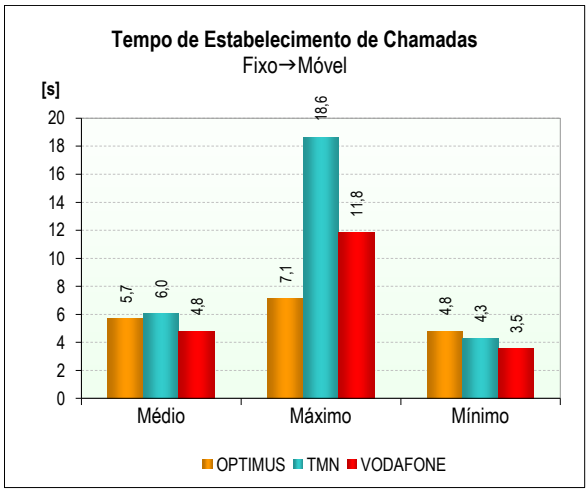
4.2.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



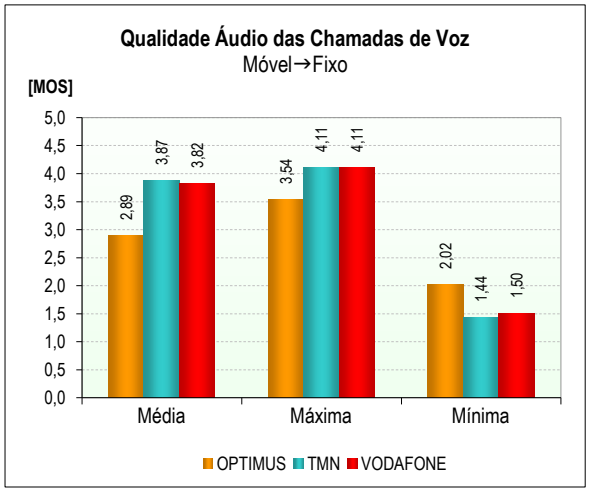


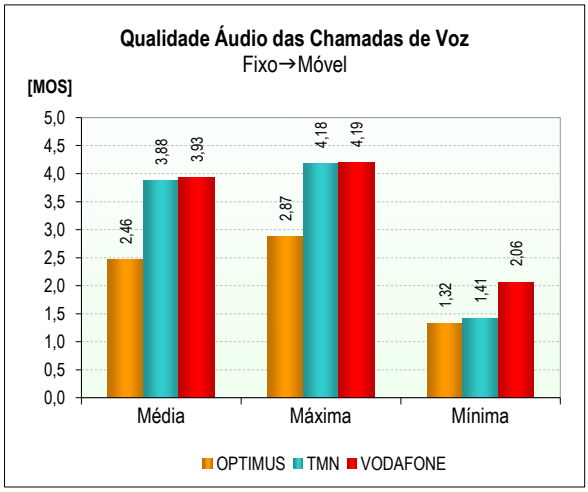
4.2.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



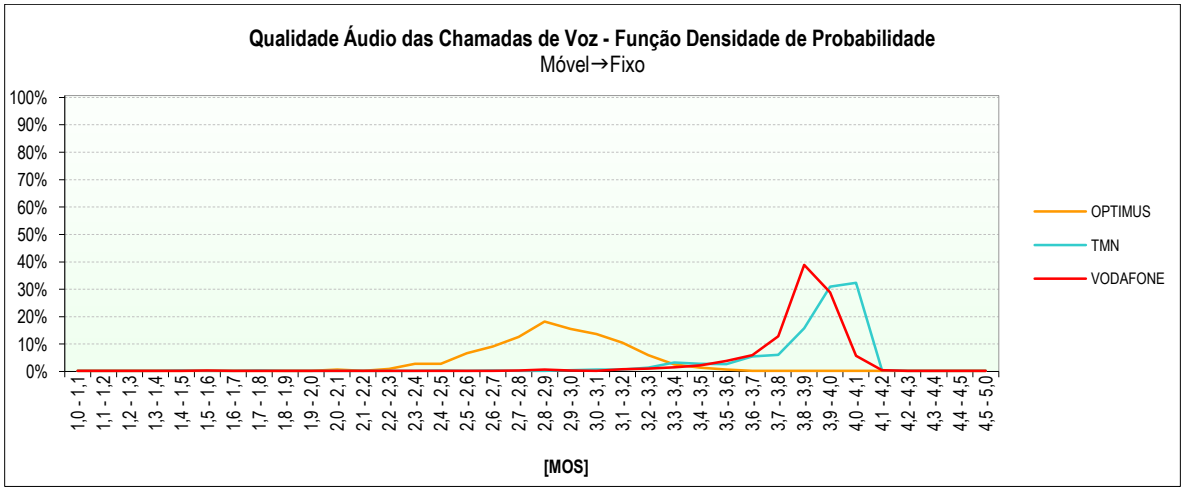


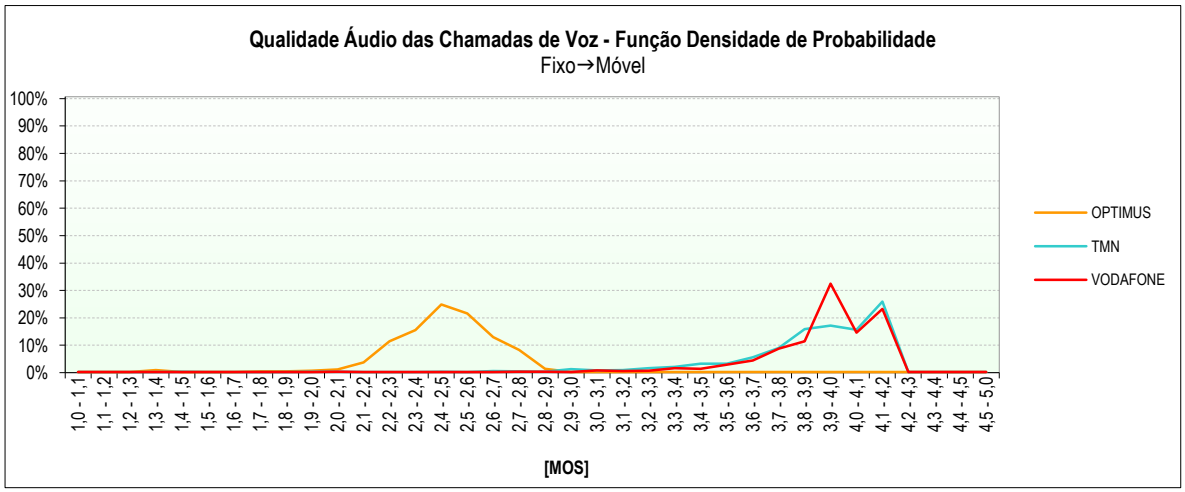
4.2.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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

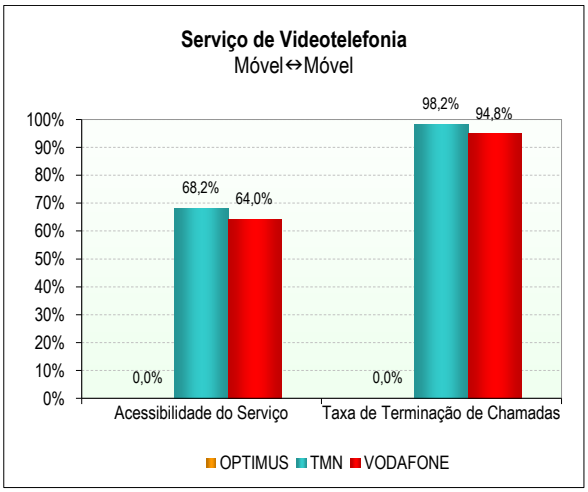




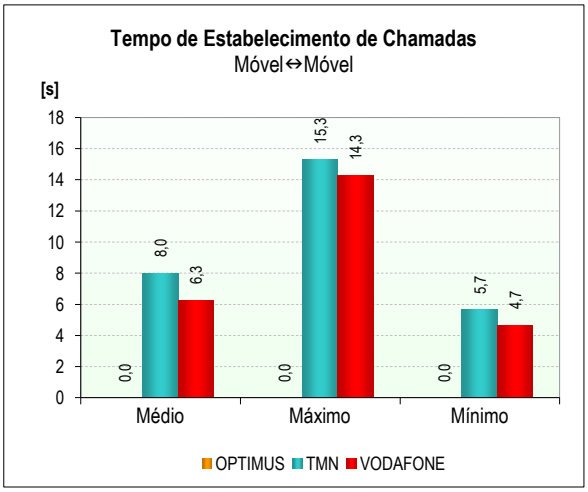
4.2.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	885	874	873
	Falhadas no Estabelecimento	885	278	314
	Falhadas Durante a Chamada	0	11	29
	Com Terminação Normal	0	585	530
	Acessibilidade do Serviço	0,0%	68,2%	64,0%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,0%	98,2%	94,8%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	0	596	559
	Tempo Médio [s]	0,0	8,0	6,3
	Tempo Máximo [s]	0,0	15,3	14,3
	Tempo Mínimo [s]	0,0	5,7	4,7
	Desvio Padrão [s]	0,0	1,2	1,3
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	0	1.169	1.060
	Média [MOS]	0,00	3,92	3,85
	Máxima [MOS]	0,00	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	0,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,40	0,35
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	0	1.168	1.060
	Média [MOS]	0,00	2,48	2,29
	Máxima [MOS]	0,00	2,72	2,64
	Mínima [MOS]	0,00	1,28	1,19
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,20	0,27

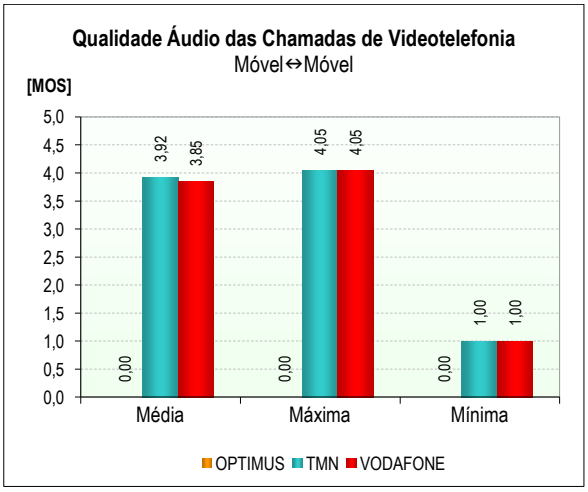
4.2.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



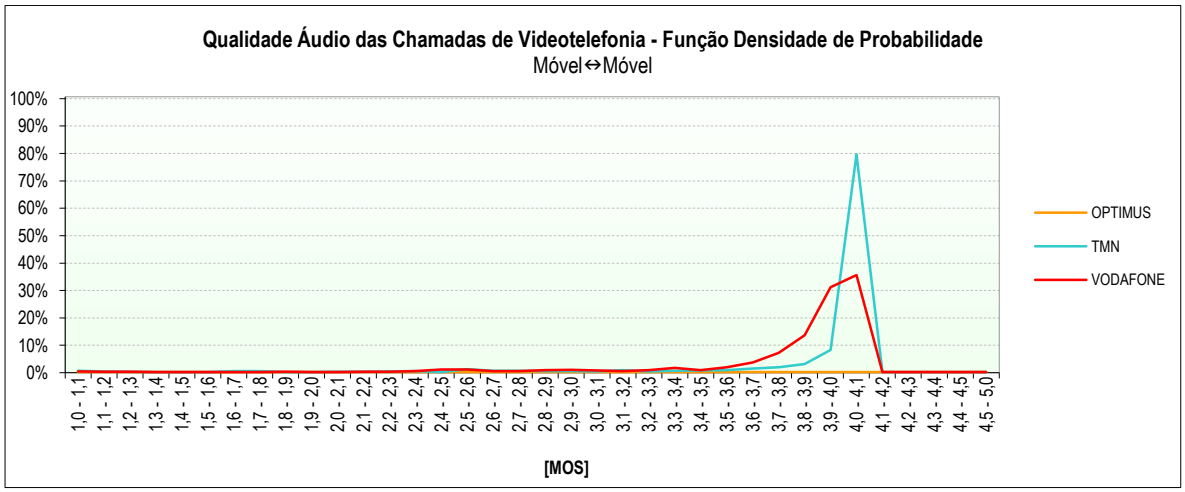
4.2.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



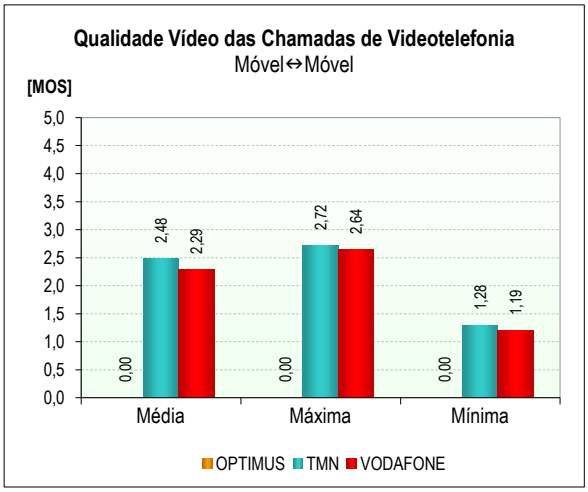
4.2.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



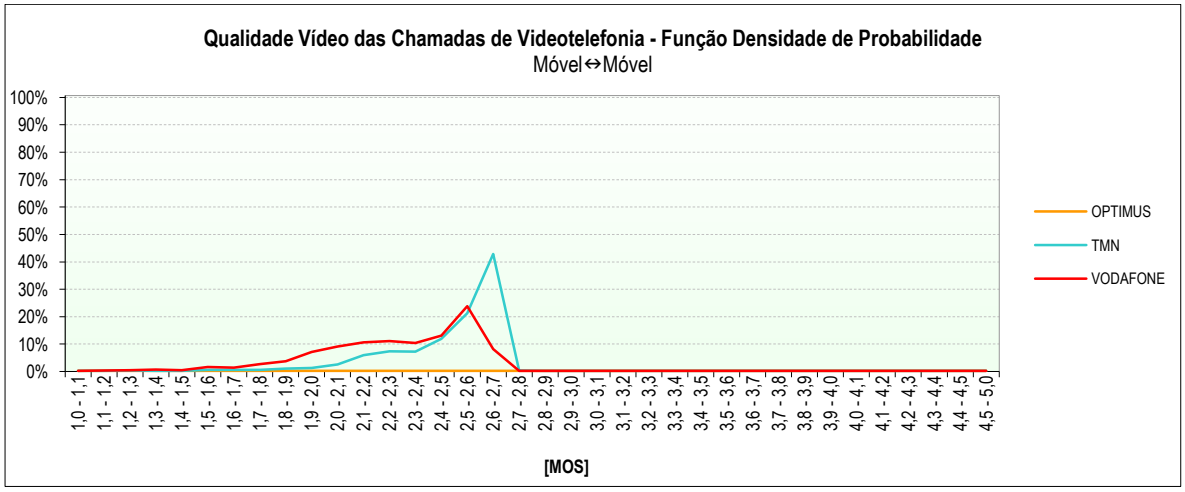
4.2.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.2.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



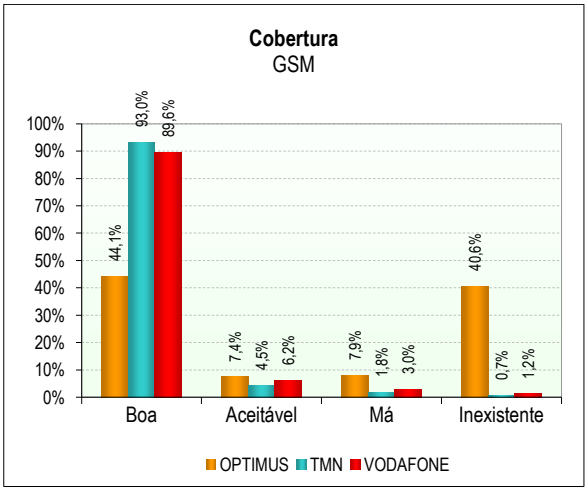
4.2.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



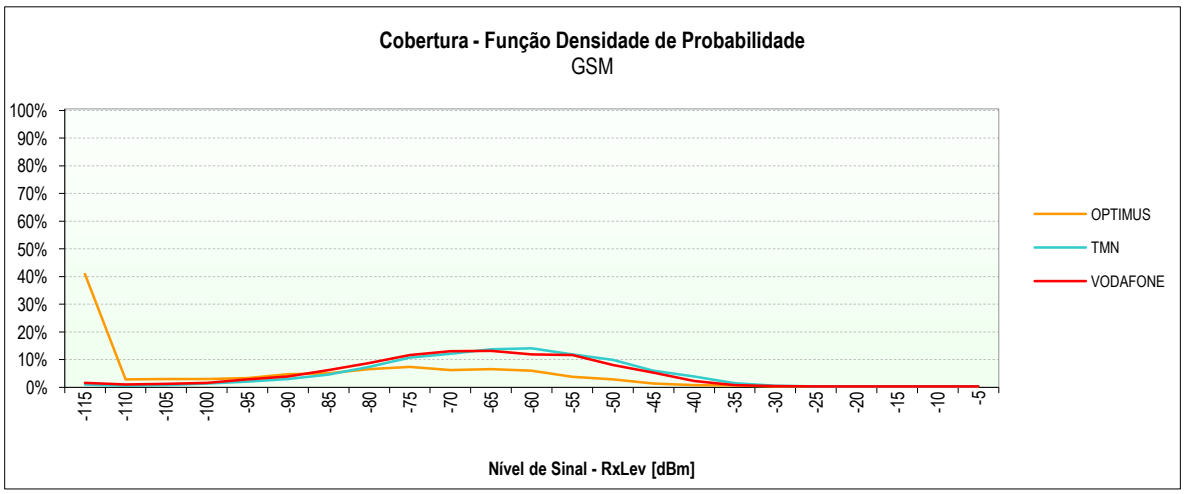
4.2.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	168.475	168.475	168.430	169.635	169.639	169.529
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-91	-63	-66	-125	-93	-98
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-27	-21	-24	-125	-39	-42
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-120	-120	-120	-125	-132	-139
	Desvio Padrão [dBm]	24	15	16	0	19	20
	Boa	44,1%	93,0%	89,6%	0,0%	60,7%	49,3%
	Aceitável	7,4%	4,5%	6,2%	0,0%	13,6%	13,6%
	Má	7,9%	1,8%	3,0%	0,0%	7,4%	8,9%
	Inexistente	40,6%	0,7%	1,2%	100,0%	18,3%	28,2%

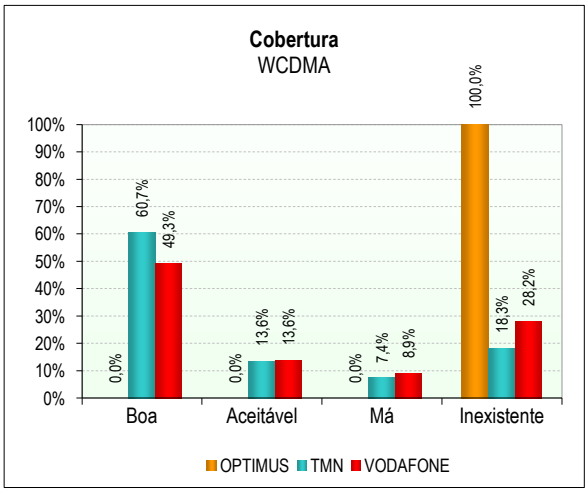
4.2.3.1 GSM



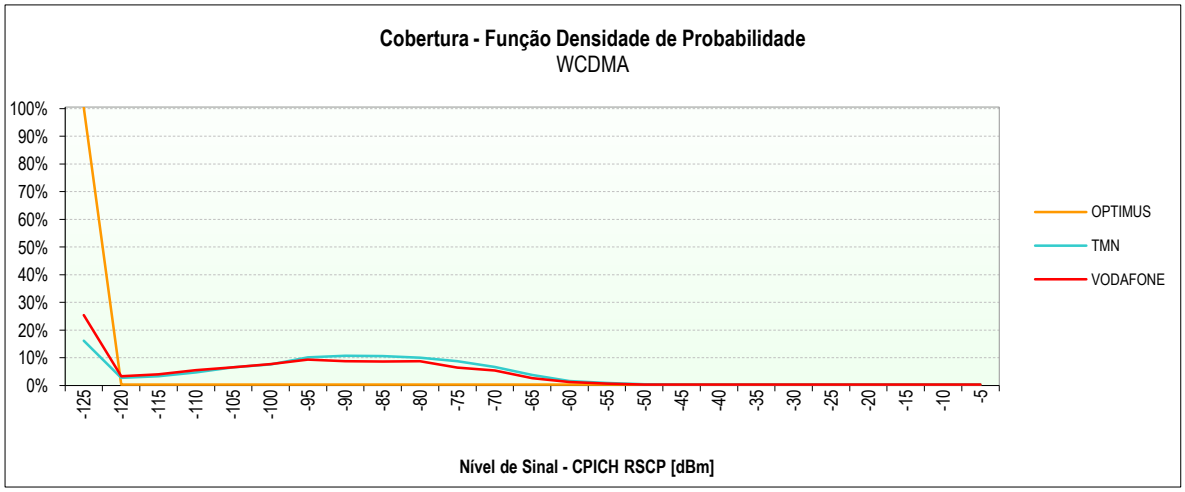
4.2.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.2.3.3 WCDMA



4.2.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.3 GLOBAL

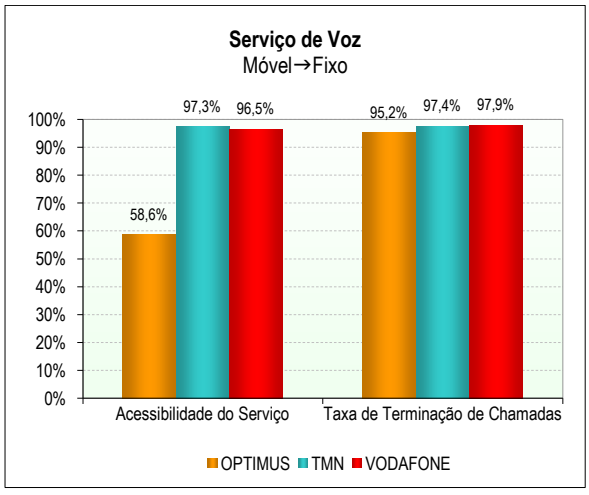
4.3.1 SERVIÇO DE VOZ

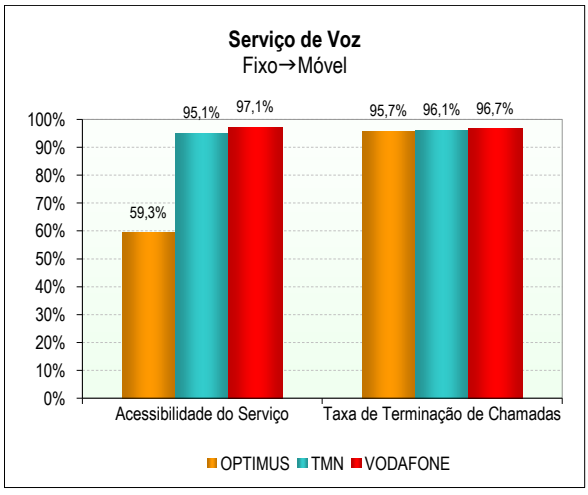
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	601	590	596	587	596	589
	Falhadas no Estabelecimento	249	240	16	29	21	17
	Falhadas Durante a Chamada	17	15	15	22	12	19
	Com Terminação Normal	335	335	565	536	563	553
	Acessibilidade do Serviço	58,6%	59,3%	97,3%	95,1%	96,5%	97,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	95,2%	95,7%	97,4%	96,1%	97,9%	96,7%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	352	350	580	558	575	572
	Tempo Médio [s]	4,2	5,7	5,5	5,8	3,8	4,7
	Tempo Máximo [s]	16,8	7,1	17,7	18,6	10,5	11,8
	Tempo Mínimo [s]	3,7	4,8	4,0	4,1	2,9	3,5
	Desvio Padrão [s]	1,1	0,4	1,7	1,8	1,2	1,4
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	670	670	1.101	1.101	1.116	1.116
	Média [MOS]	2,90	2,47	3,88	3,87	3,85	3,94
	Máxima [MOS]	3,54	2,99	4,11	4,18	4,12	4,19
	Mínima [MOS]	2,02	1,31	1,44	1,41	1,50	2,06
	Desvio Padrão [MOS]	0,24	0,19	0,23	0,29	0,18	0,20

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	4,1%	4,1%	1,6%	2,1%	1,8%	1,7%
	Taxa de Terminação de Chamadas	2,8%	2,7%	1,6%	2,0%	1,5%	1,8%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,115	0,044	0,136	0,149	0,098	0,114
	Qualidade Áudio [MOS]	0,018	0,015	0,013	0,017	0,010	0,012

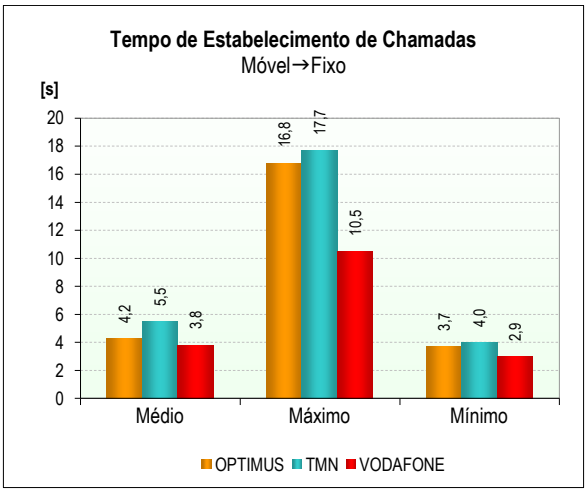
Nível de Confiança = 95 %

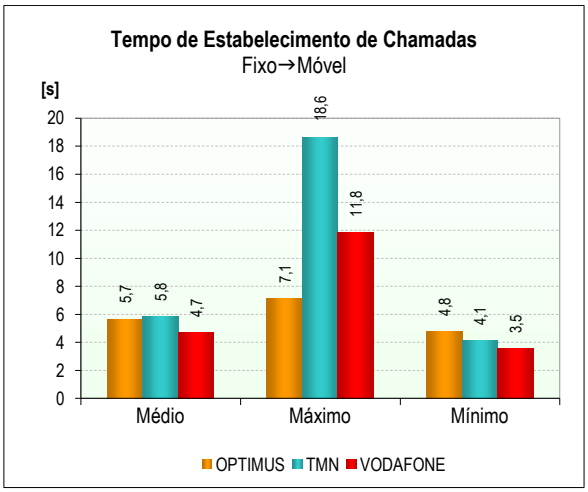
4.3.1.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



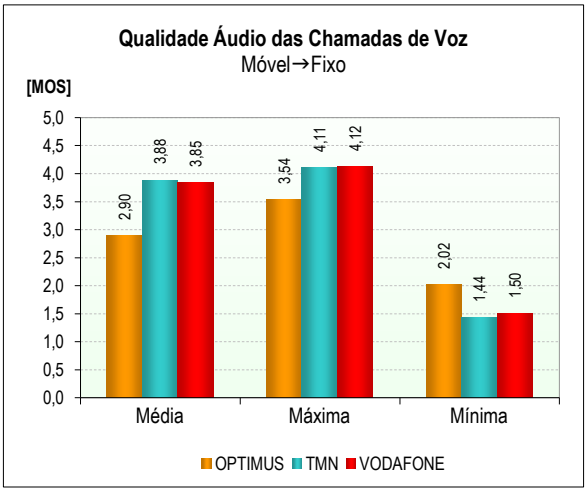


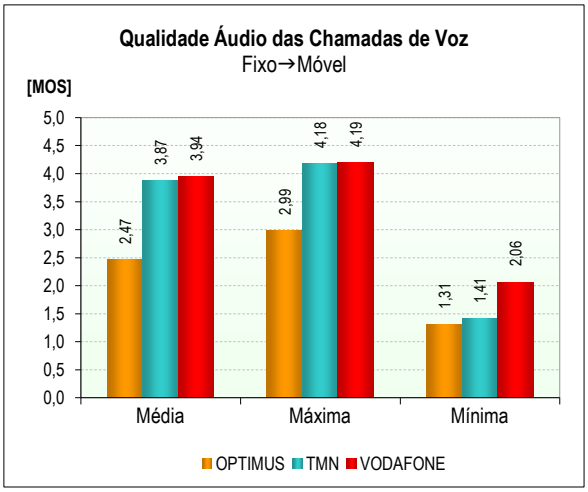
4.3.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



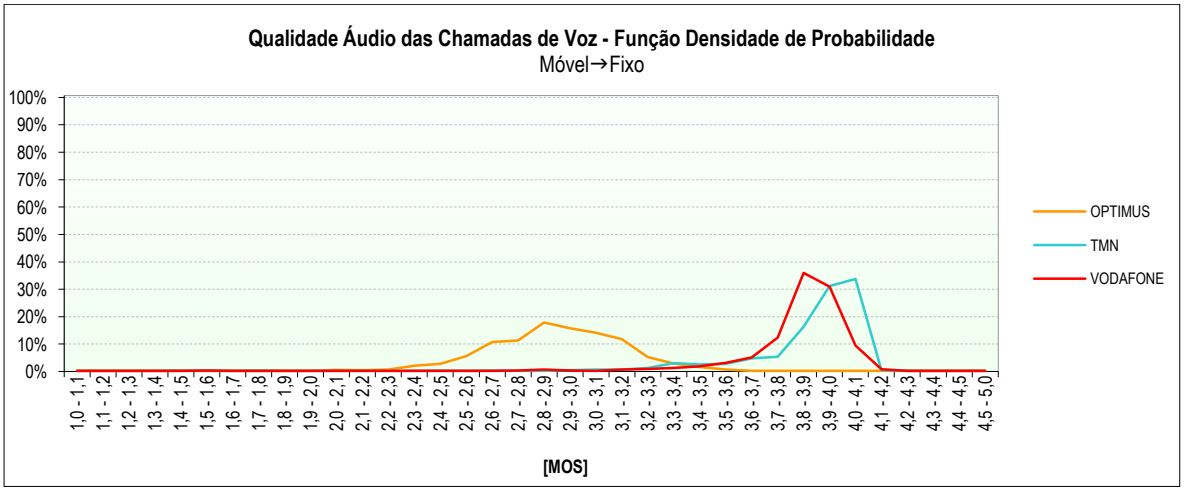


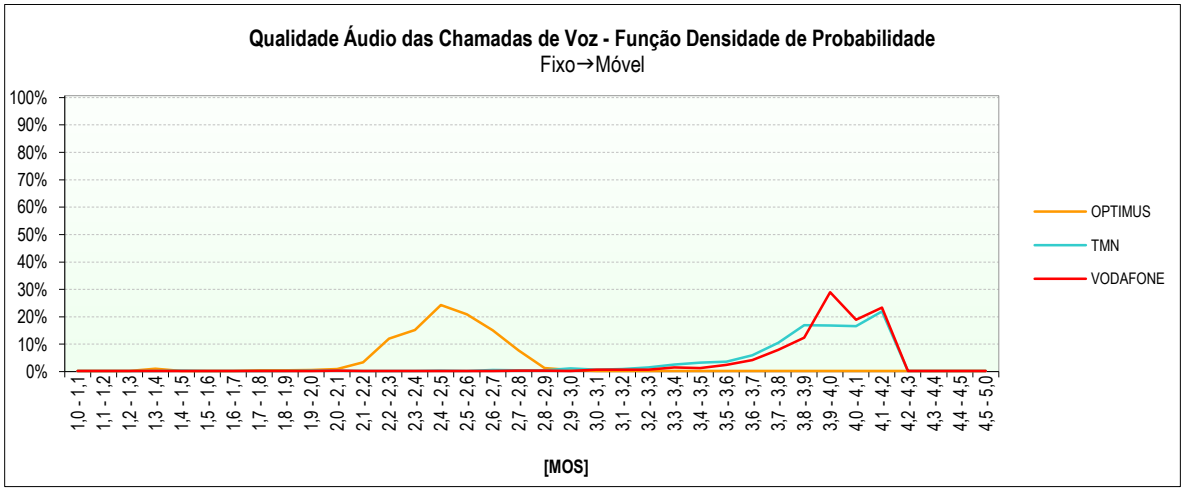
4.3.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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





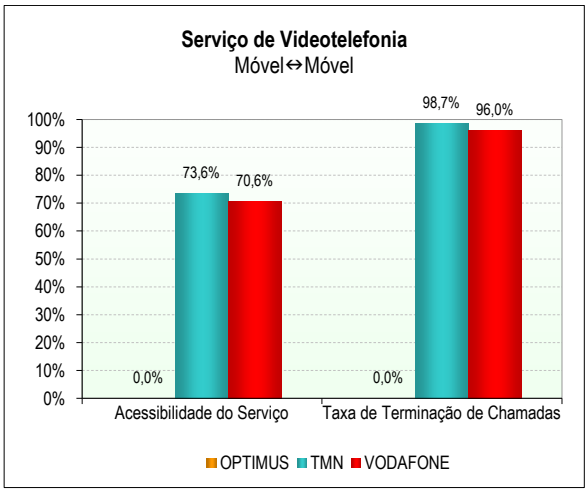
4.3.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	1.120	1.108	1.100
	Falhadas no Estabelecimento	1.120	293	323
	Falhadas Durante a Chamada	0	11	31
	Com Terminação Normal	0	804	746
	Acessibilidade do Serviço	0,0%	73,6%	70,6%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,0%	98,7%	96,0%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	0	815	777
	Tempo Médio [s]	0,0	8,0	6,2
	Tempo Máximo [s]	0,0	15,3	15,3
	Tempo Mínimo [s]	0,0	5,7	4,6
	Desvio Padrão [s]	0,0	1,3	1,4
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	0	1.607	1.492
	Média [MOS]	0,00	3,94	3,85
	Máxima [MOS]	0,00	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	0,00	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,36	0,34
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	0	1.605	1.492
	Média [MOS]	0,00	2,48	2,28
	Máxima [MOS]	0,00	2,72	2,72
	Mínima [MOS]	0,00	1,28	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,00	0,20	0,27

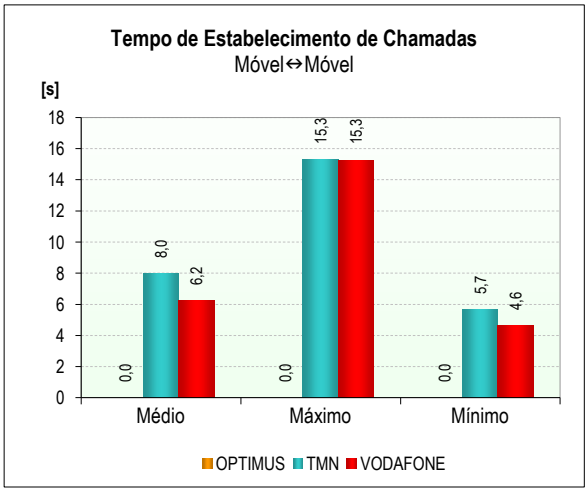
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,0%	2,7%	2,8%
	Taxa de Terminação de Chamadas	0,0%	1,1%	1,6%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,000	0,086	0,095
	Qualidade Áudio [MOS]	0,000	0,018	0,017
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,000	0,010	0,014

Nível de Confiança = 95 %

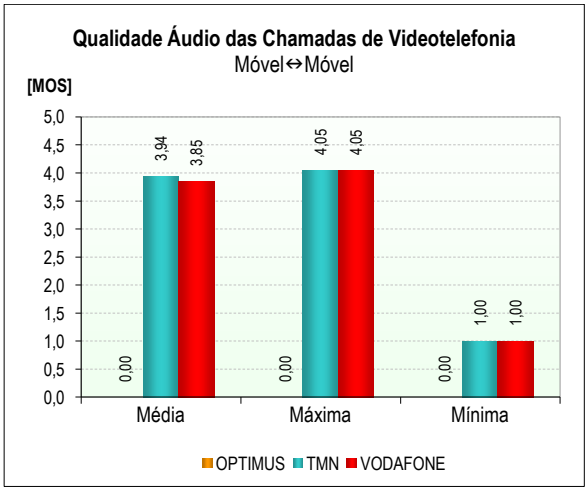
4.3.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



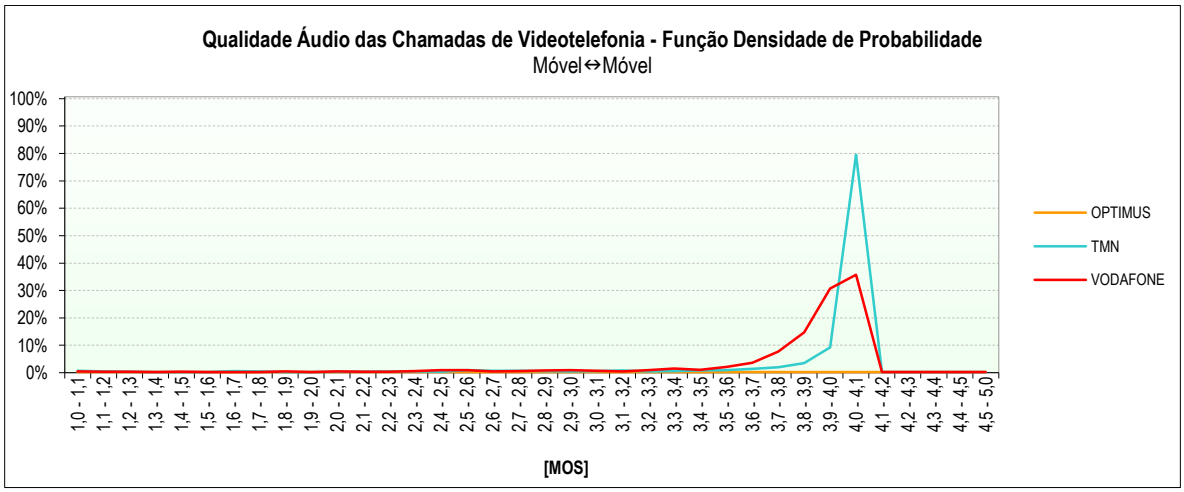
4.3.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



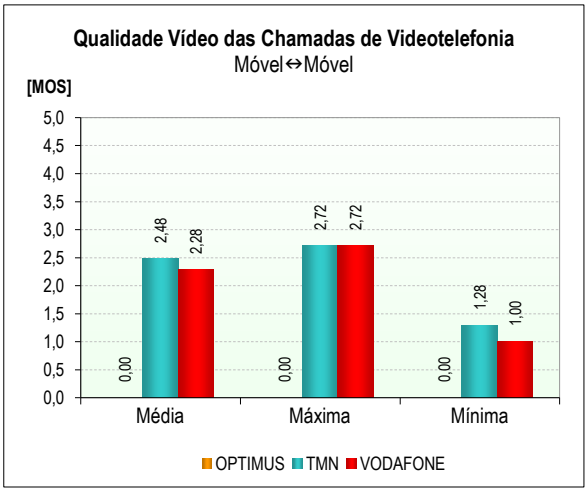
4.3.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



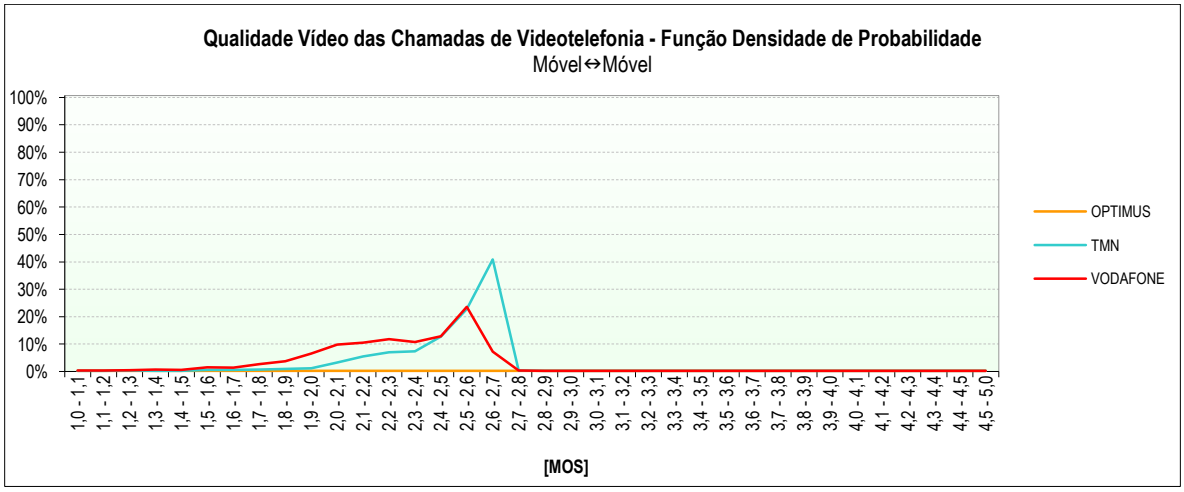
4.3.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



4.3.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



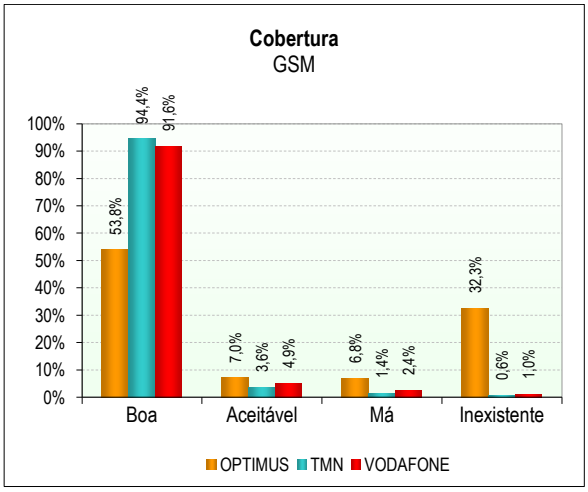
4.3.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



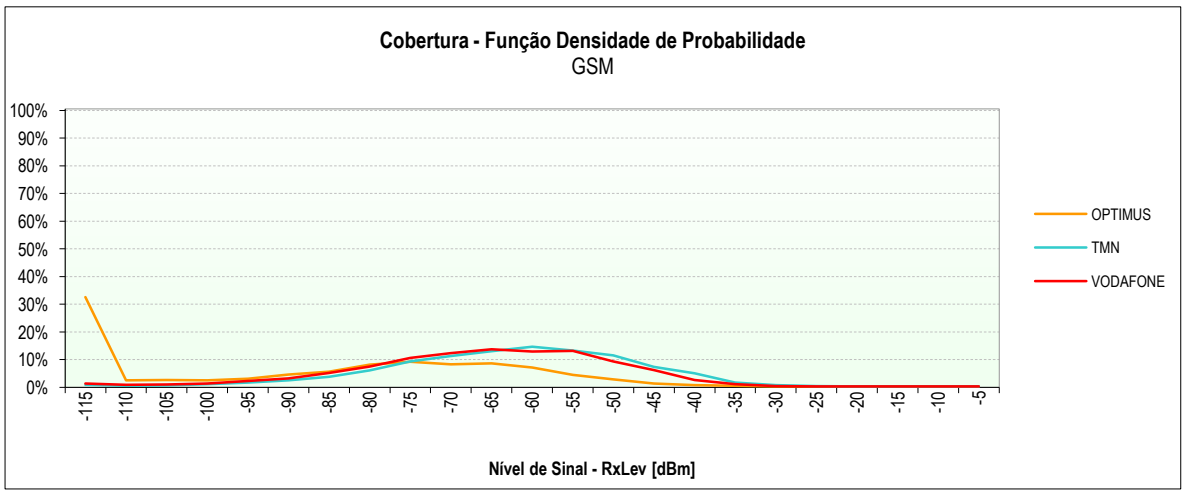
4.3.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	212.406	212.406	212.382	213.854	213.860	213.739
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-86	-61	-64	-125	-90	-95
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-27	-21	-23	-125	-39	-42
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-120	-120	-120	-125	-132	-139
	Desvio Padrão [dBm]	24	15	15	0	19	20
	Boa	53,8%	94,4%	91,6%	0,0%	66,6%	56,0%
	Aceitável	7,0%	3,6%	4,9%	0,0%	12,3%	13,5%
	Má	6,8%	1,4%	2,4%	0,0%	6,4%	8,0%
	Inexistente	32,3%	0,6%	1,0%	100,0%	14,6%	22,6%

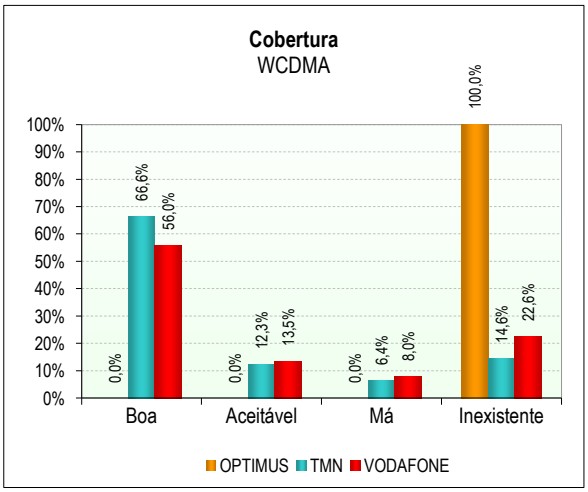
4.3.3.1 GSM



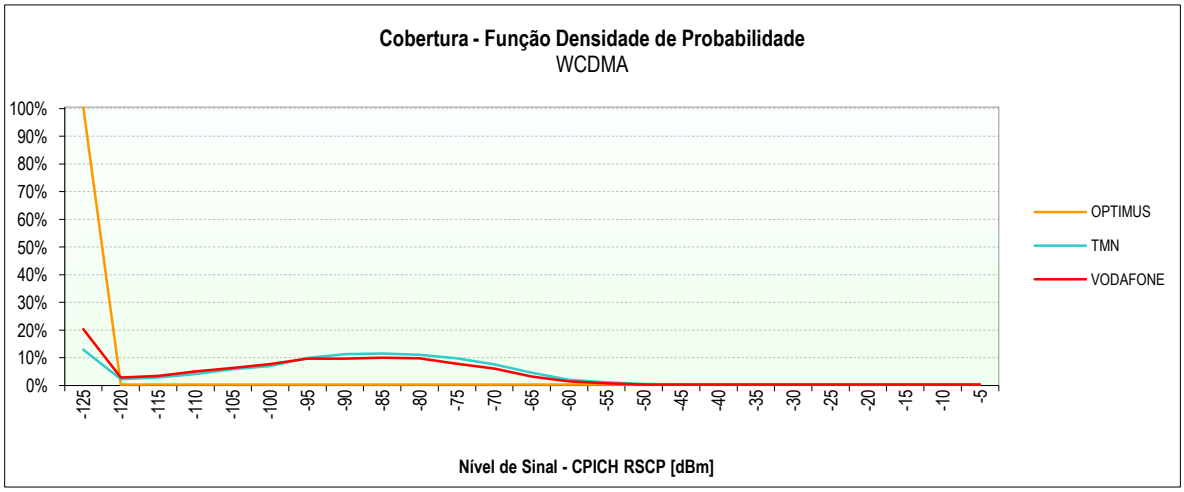
4.3.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



4.3.3.3 WCDMA



4.3.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE

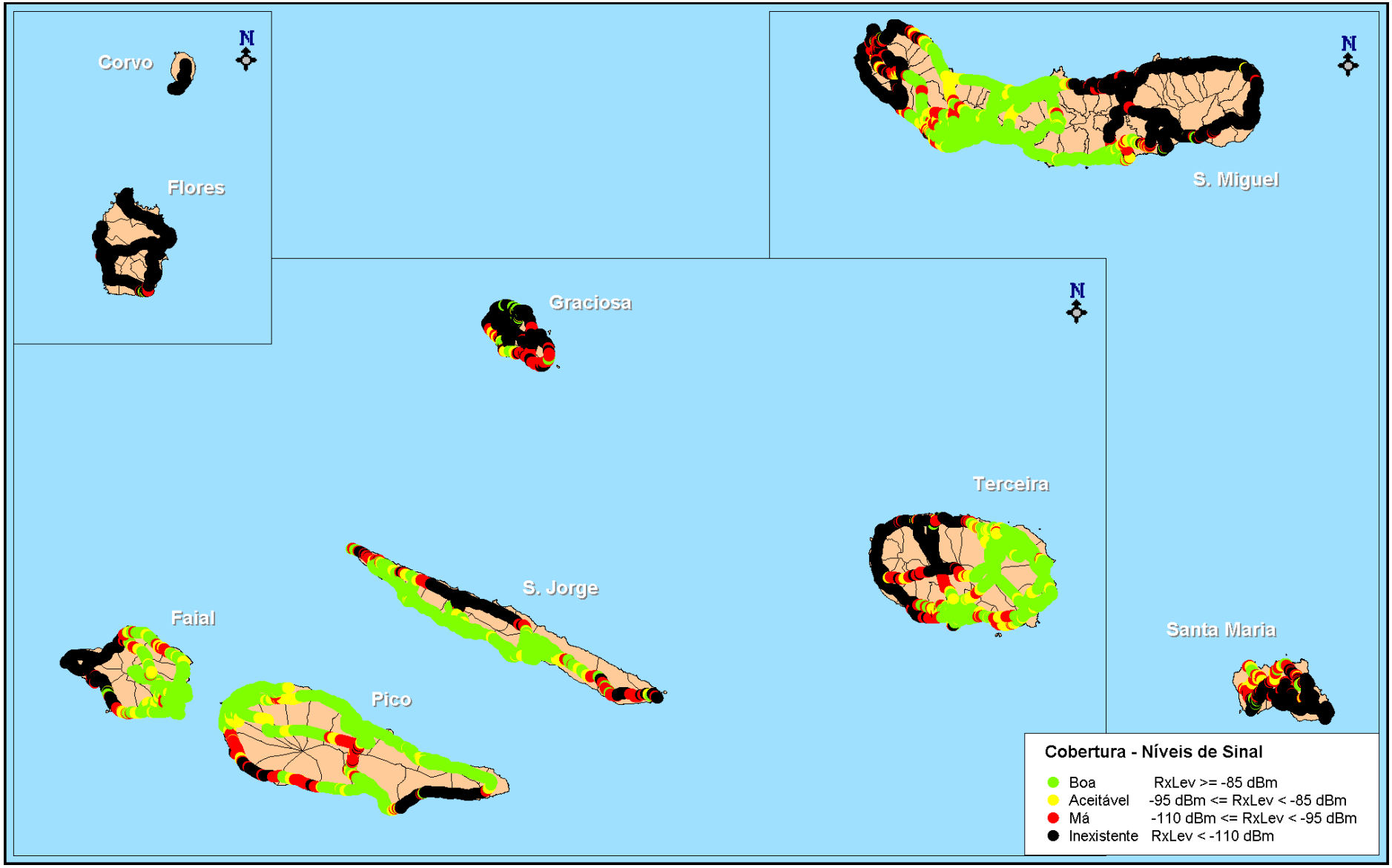


4.3.3.5 MAPAS DE COBERTURA

(Páginas seguintes)

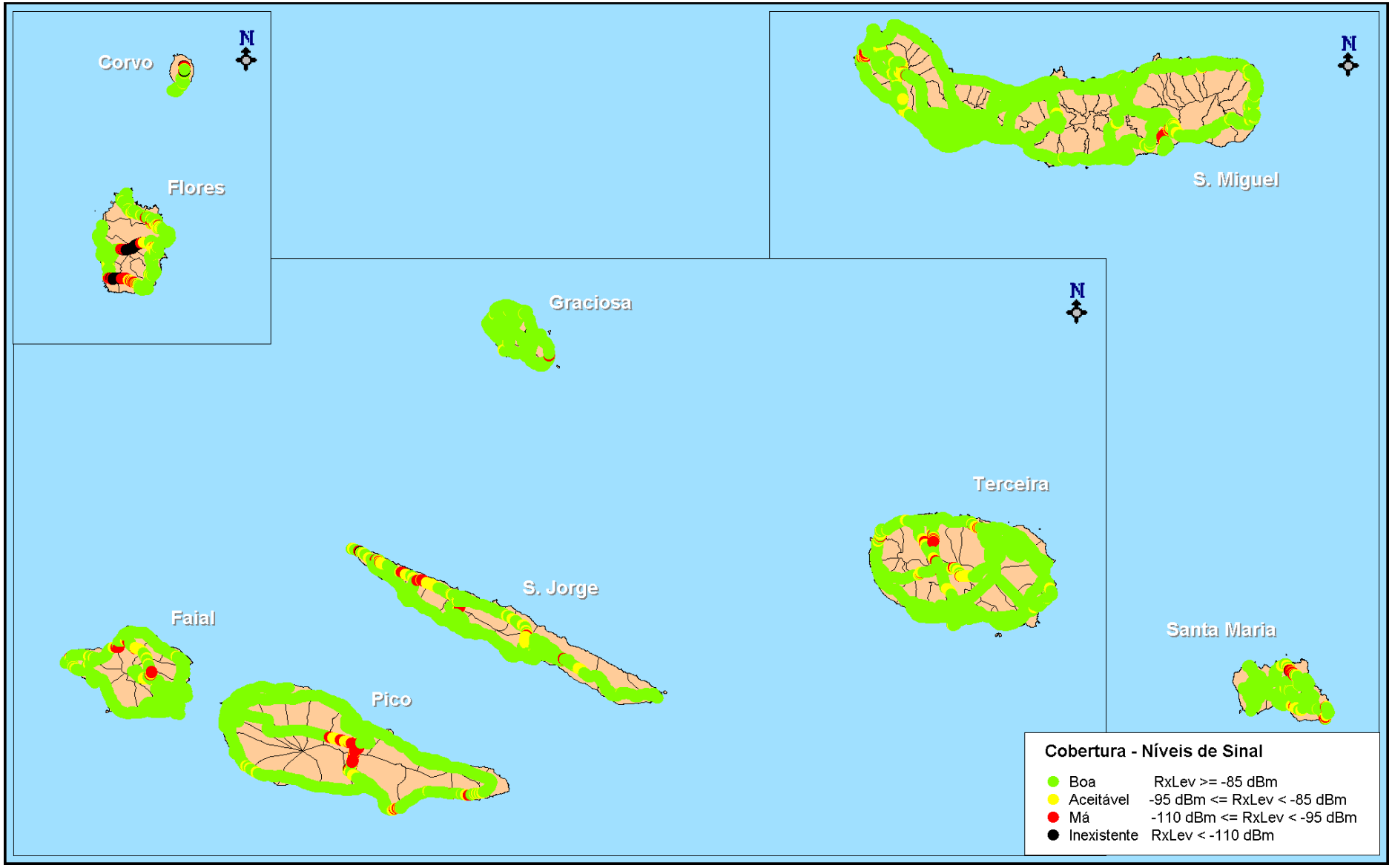
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

OPTIMUS – Cobertura GSM



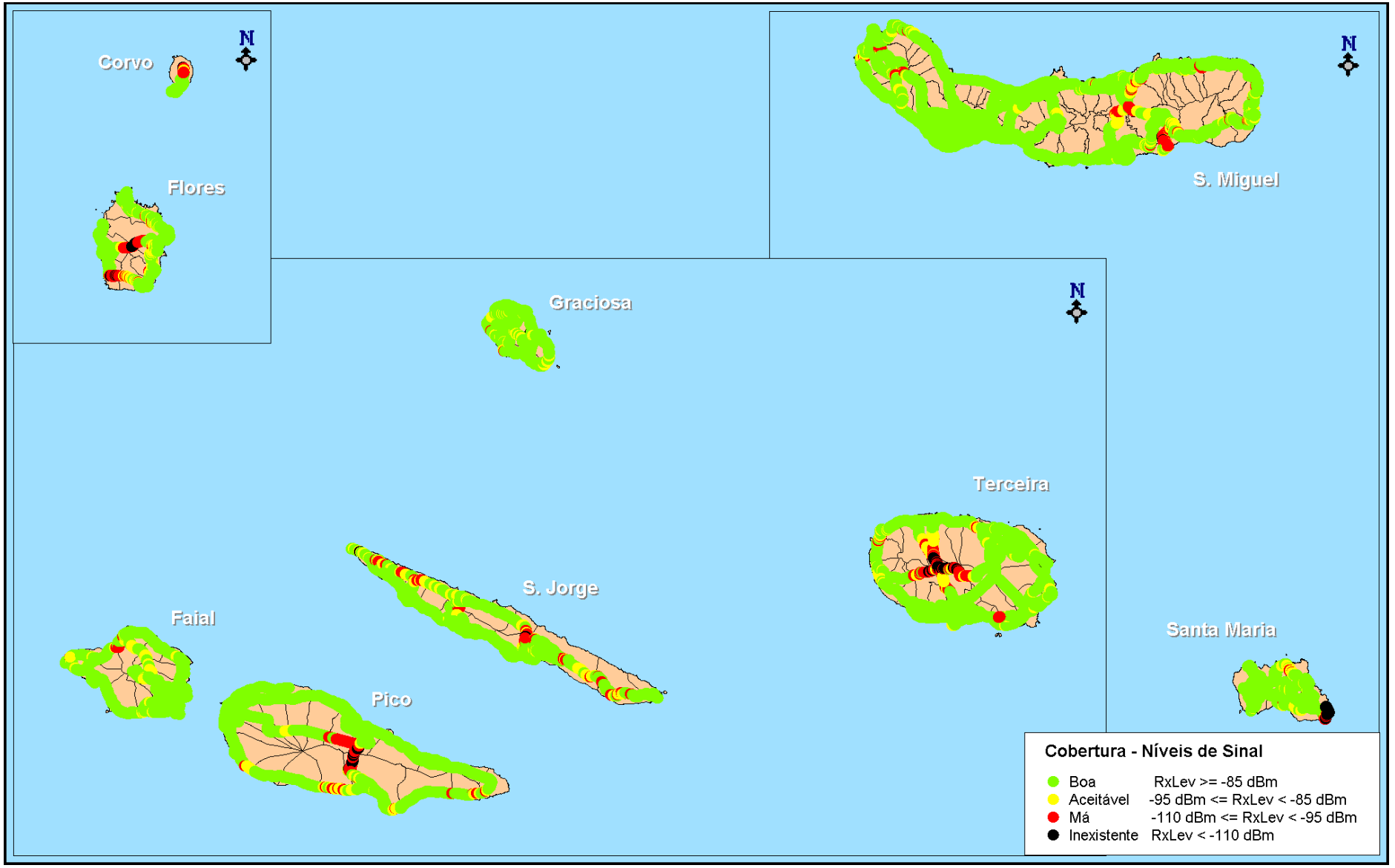
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

TMN – Cobertura GSM



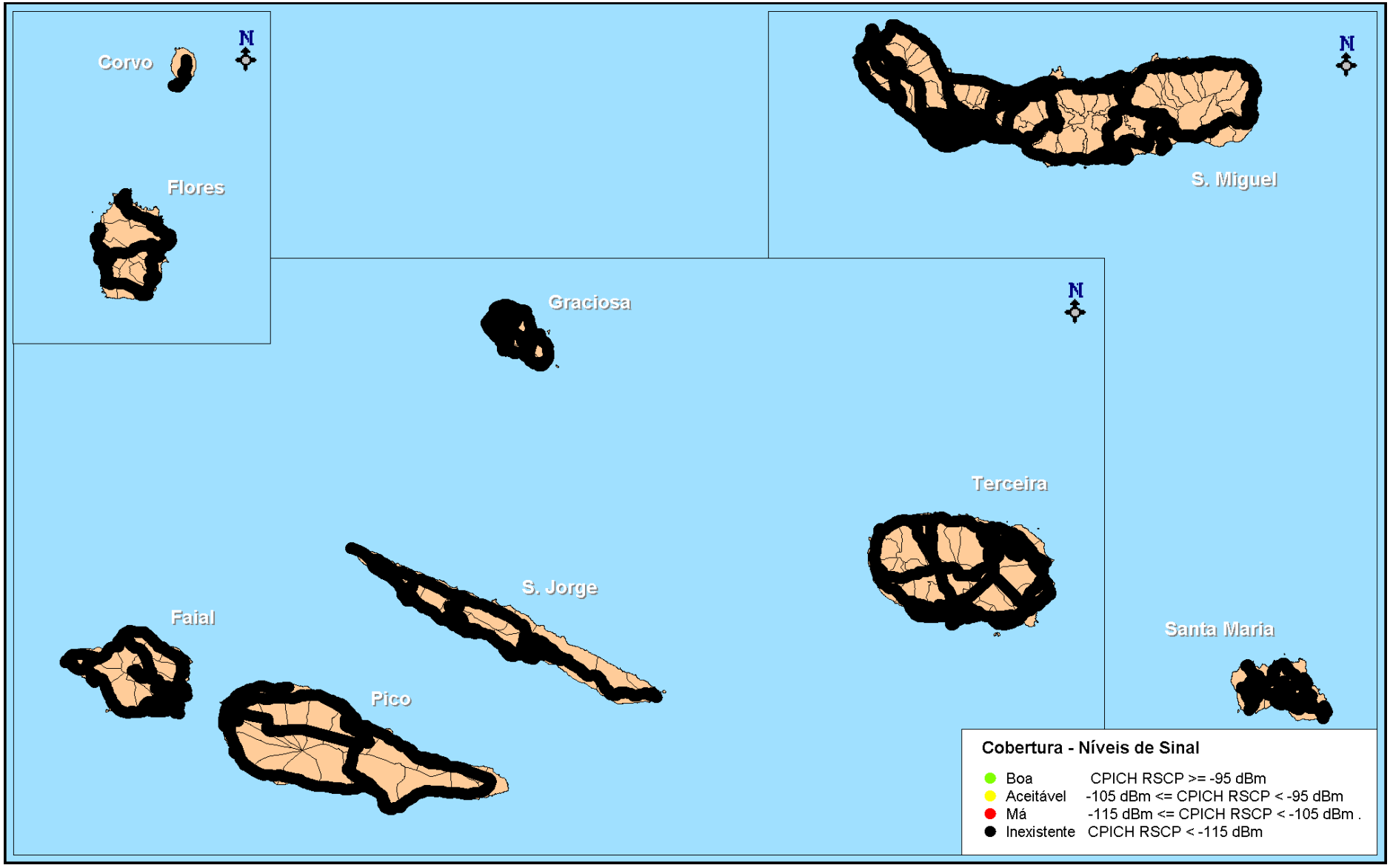
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

VODAFONE – Cobertura GSM



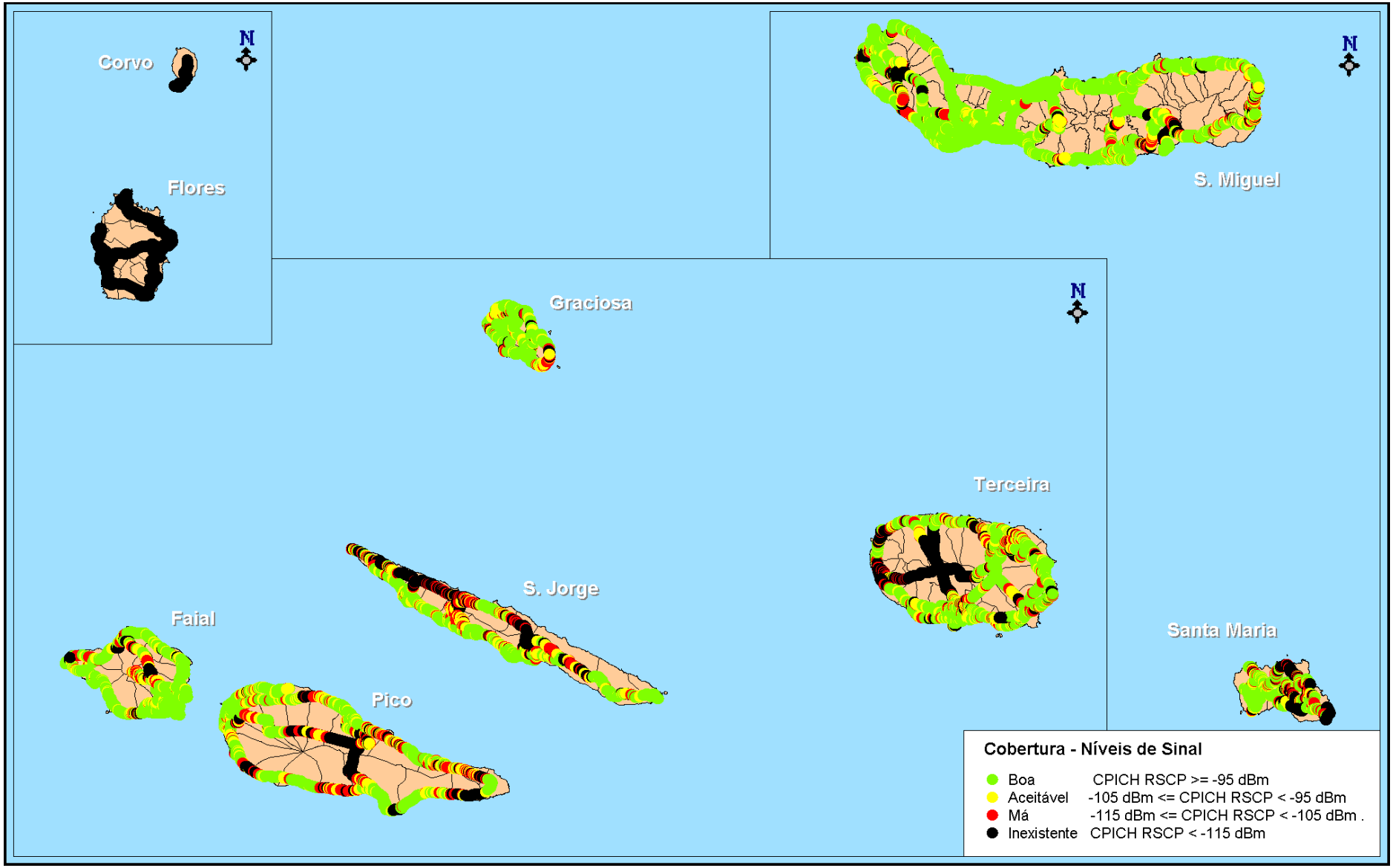
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

OPTIMUS – Cobertura WCDMA



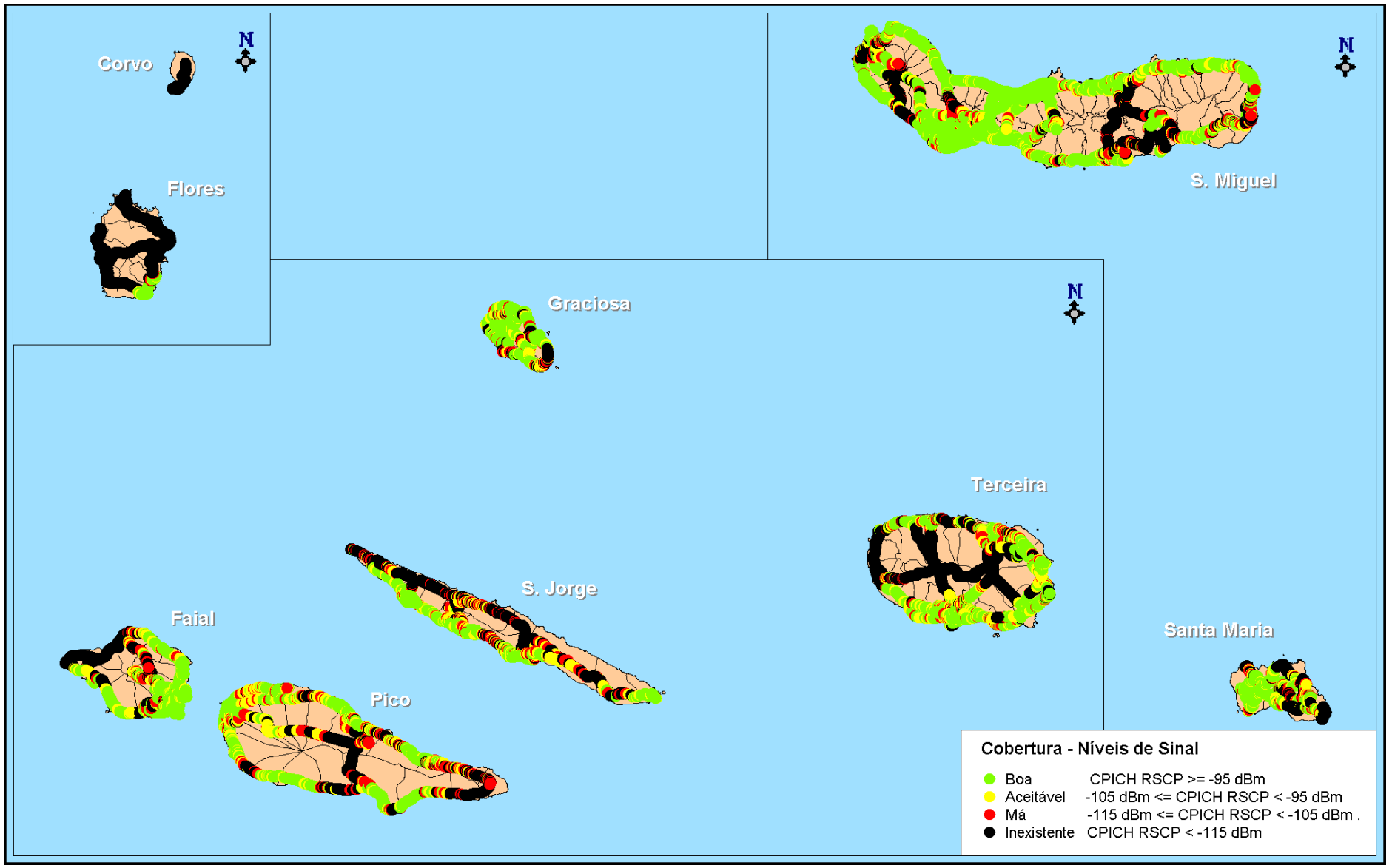
REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

TMN – Cobertura WCDMA



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

VODAFONE – Cobertura WCDMA



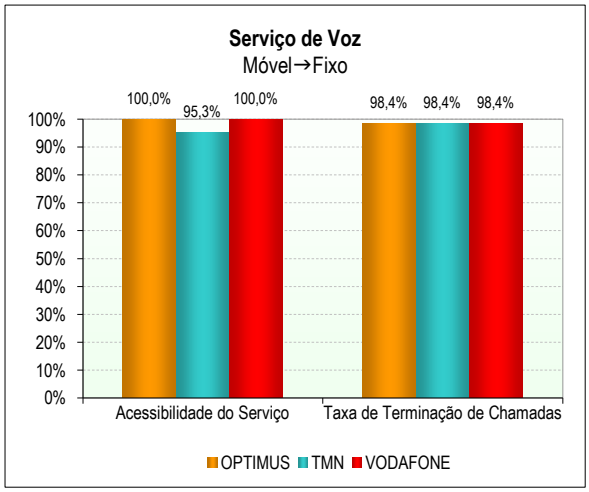
5 RESULTADOS AGREGADOS DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

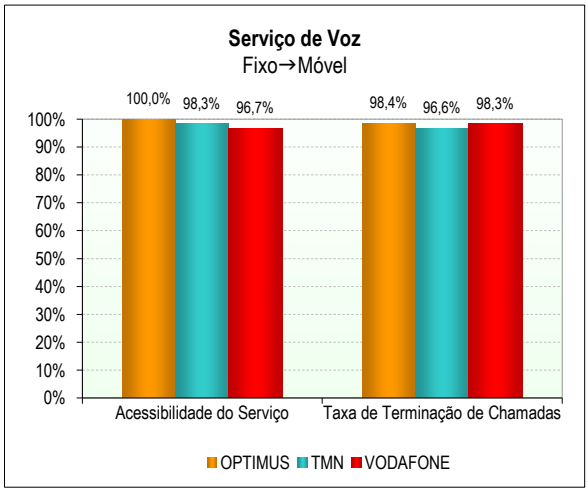
5.1 AGLOMERADOS URBANOS

5.1.1 SERVIÇO DE VOZ

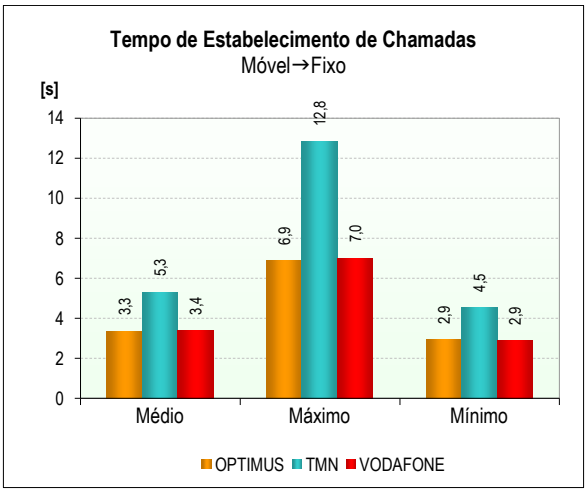
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	62	61	64	60	64	61
	Falhadas no Estabelecimento	0	0	3	1	0	2
	Falhadas Durante a Chamada	1	1	1	2	1	1
	Com Terminação Normal	61	60	60	57	63	58
	Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	95,3%	98,3%	100,0%	96,7%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,4%	98,4%	98,4%	96,6%	98,4%	98,3%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	62	61	61	59	64	59
	Tempo Médio [s]	3,3	3,7	5,3	5,4	3,4	3,9
	Tempo Máximo [s]	6,9	10,9	12,8	9,2	7,0	10,0
	Tempo Mínimo [s]	2,9	2,9	4,5	4,4	2,9	3,1
	Desvio Padrão [s]	0,6	1,4	1,3	1,2	0,8	1,3
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	121	121	117	117	121	121
	Média [MOS]	3,92	3,86	3,92	3,79	3,85	3,87
	Máxima [MOS]	4,11	4,13	4,09	4,16	4,11	4,17
	Mínima [MOS]	3,23	3,26	3,27	2,71	3,09	2,45
	Desvio Padrão [MOS]	0,17	0,21	0,16	0,30	0,21	0,31

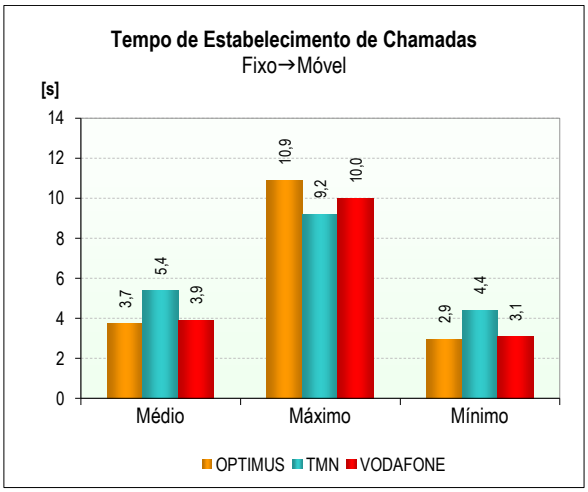
5.1.1.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



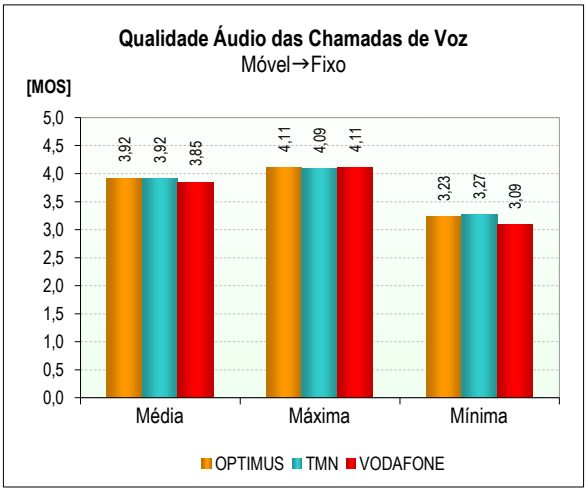


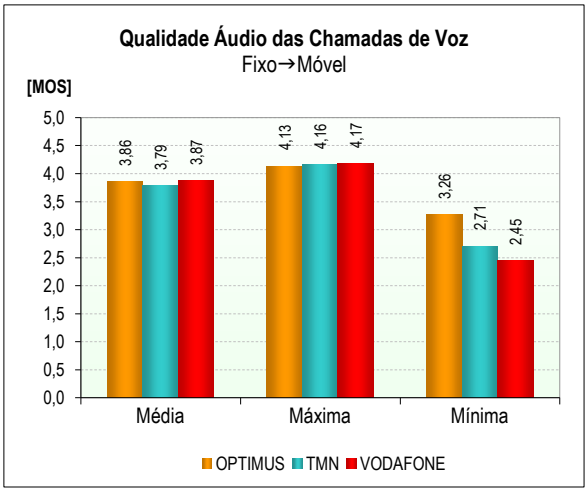
5.1.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



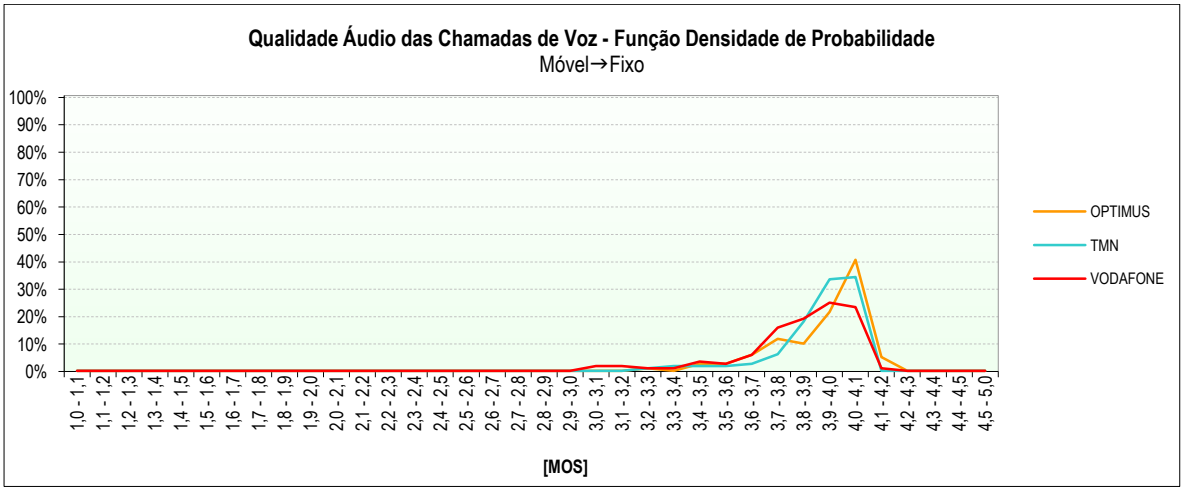


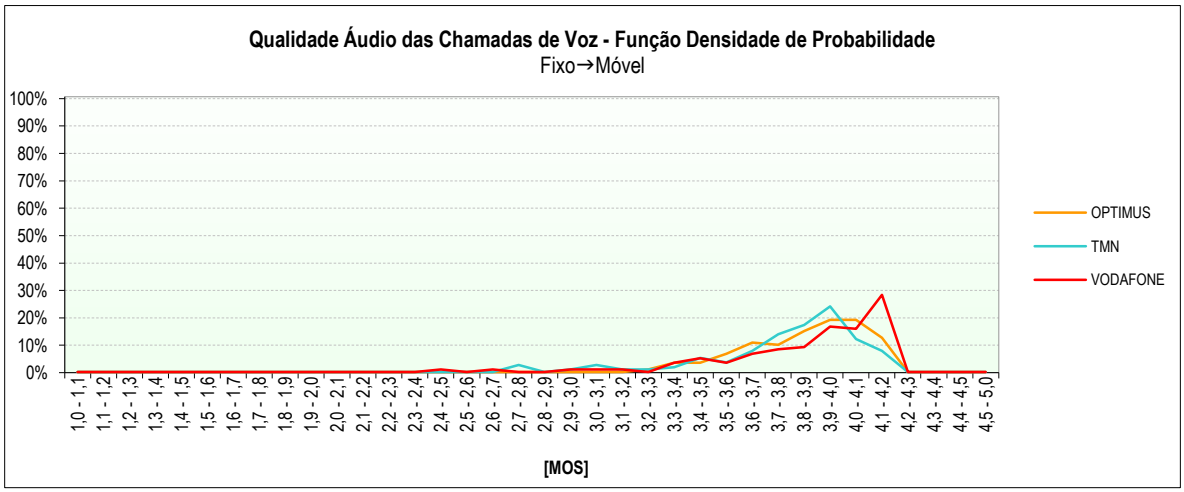
5.1.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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

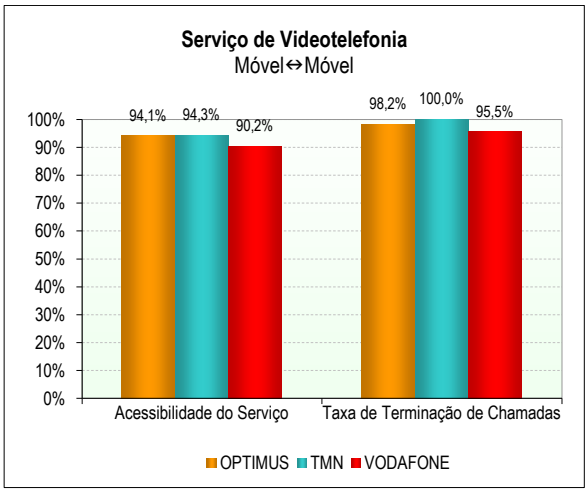




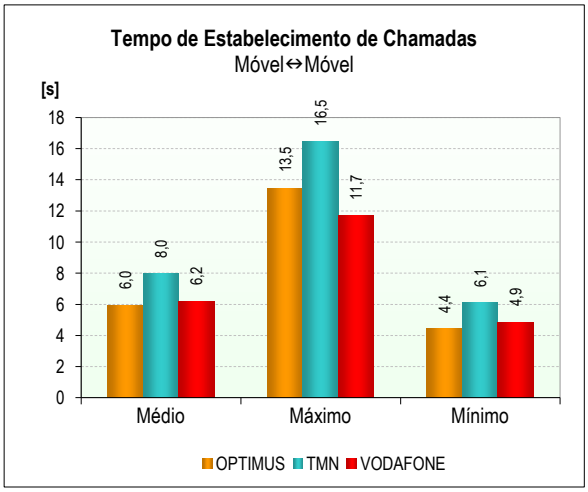
5.1.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	118	122	123
	Falhadas no Estabelecimento	7	7	12
	Falhadas Durante a Chamada	2	0	5
	Com Terminação Normal	109	115	106
	Acessibilidade do Serviço	94,1%	94,3%	90,2%
	Taxa de Terminação de Chamadas	98,2%	100,0%	95,5%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	111	115	111
	Tempo Médio [s]	6,0	8,0	6,2
	Tempo Máximo [s]	13,5	16,5	11,7
	Tempo Mínimo [s]	4,4	6,1	4,9
	Desvio Padrão [s]	1,5	1,4	1,1
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	218	229	212
	Média [MOS]	3,95	3,93	3,93
	Máxima [MOS]	4,05	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	2,40	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,21	0,23	0,30
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	218	229	212
	Média [MOS]	2,44	2,44	2,42
	Máxima [MOS]	2,63	2,63	2,63
	Mínima [MOS]	1,63	1,82	1,52
	Desvio Padrão [MOS]	0,20	0,18	0,20

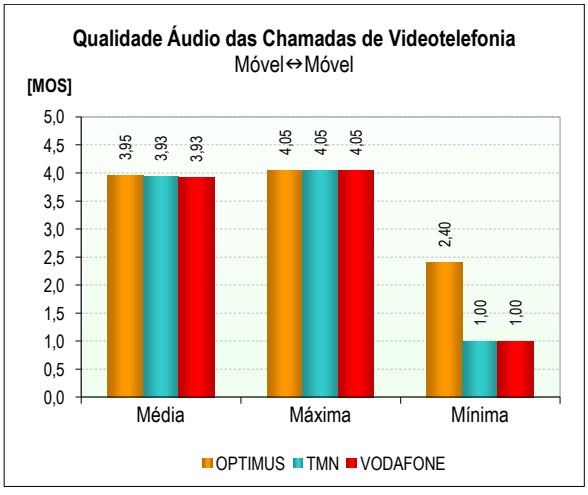
5.1.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



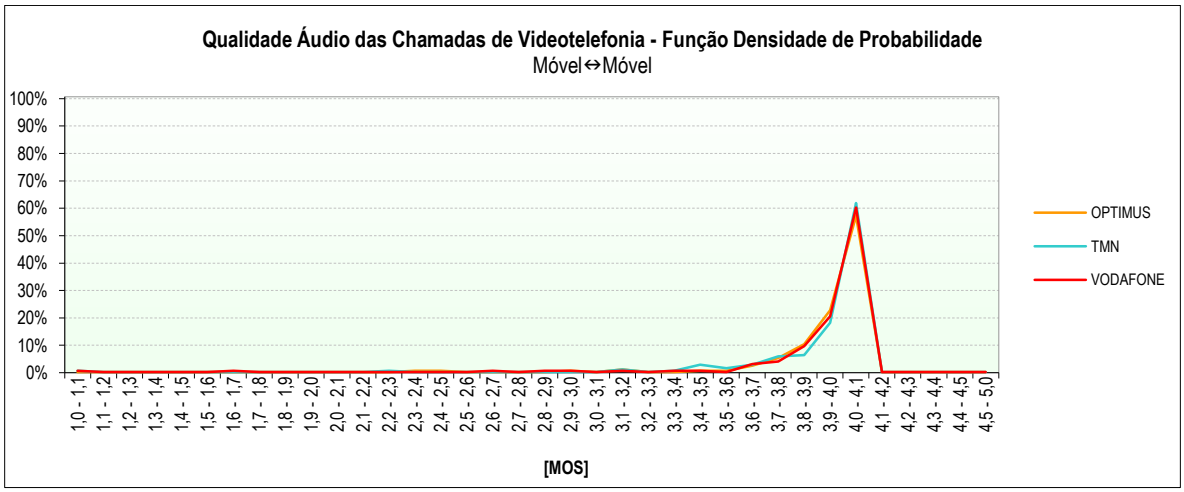
5.1.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



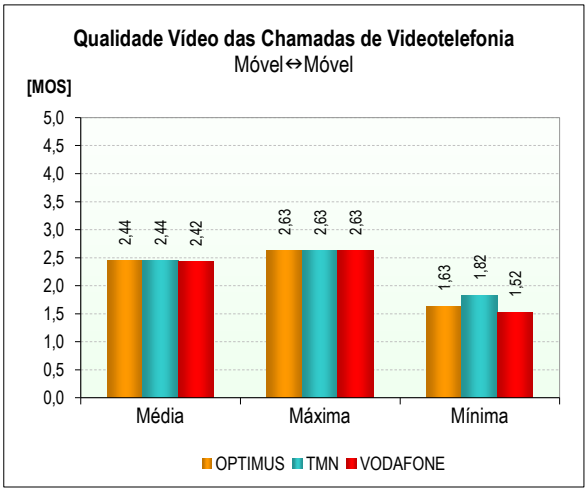
5.1.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



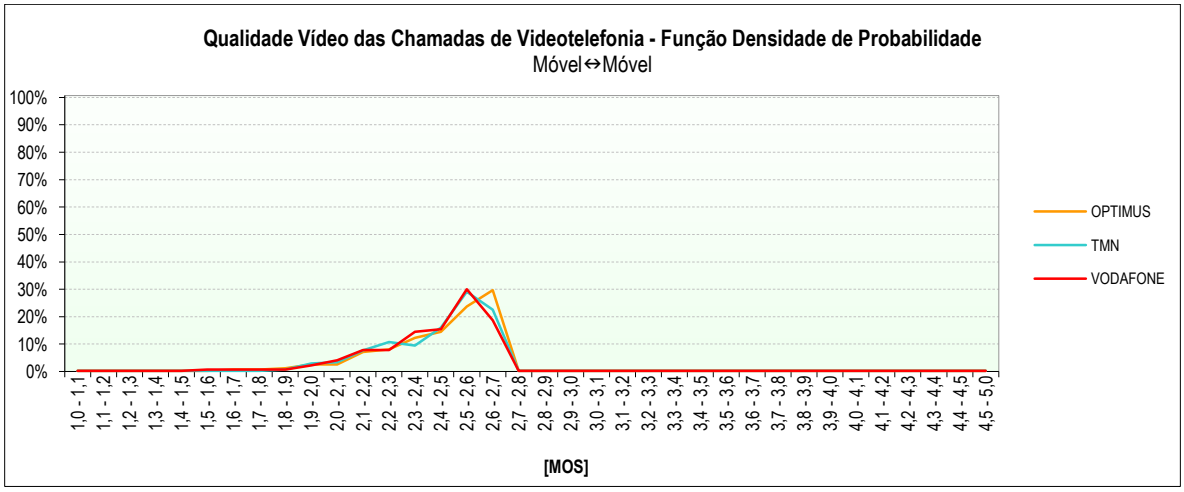
5.1.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



5.1.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



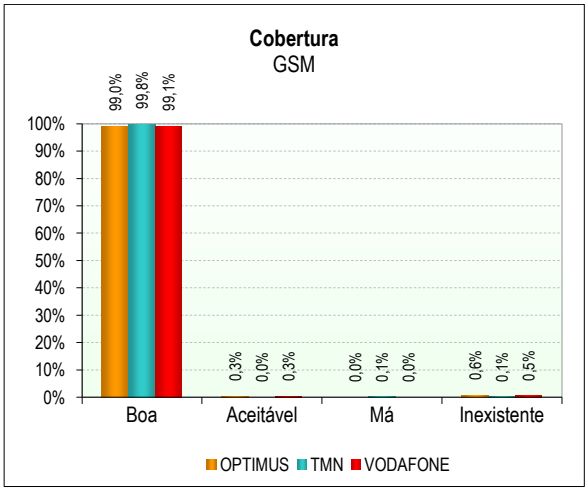
5.1.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



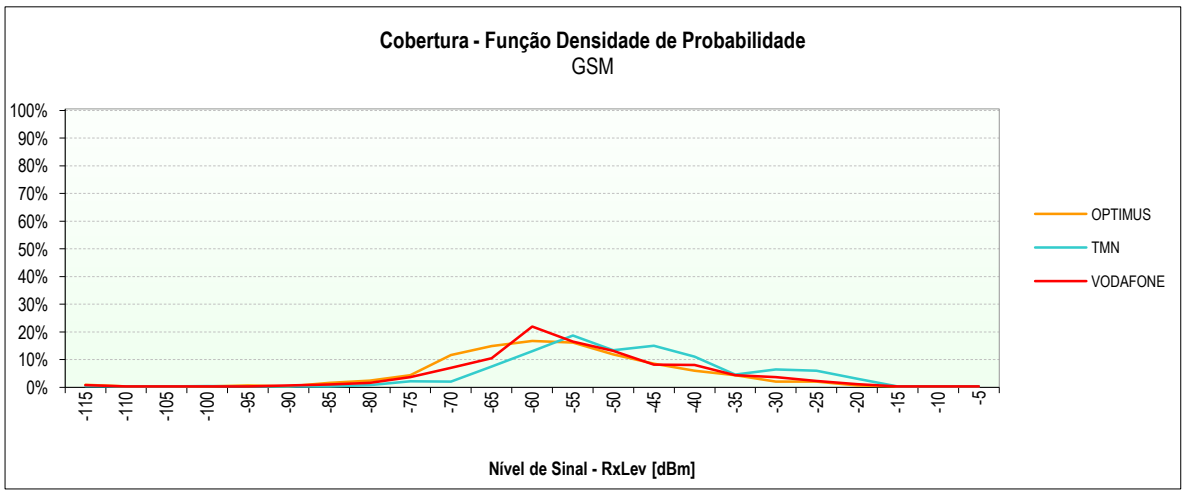
5.1.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	22.133	22.133	22.037	22.389	22.387	22.373
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-55	-46	-52	-84	-74	-79
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-19	-16	-20	-45	-37	-35
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-115	-115	-115	-130	-125	-135
	Desvio Padrão [dBm]	14	13	13	14	13	14
	Boa	99,0%	99,8%	99,1%	79,3%	94,4%	87,4%
	Aceitável	0,3%	0,0%	0,3%	13,4%	4,6%	8,7%
	Má	0,0%	0,1%	0,0%	4,8%	0,9%	2,8%
	Inexistente	0,6%	0,1%	0,5%	2,5%	0,1%	1,1%

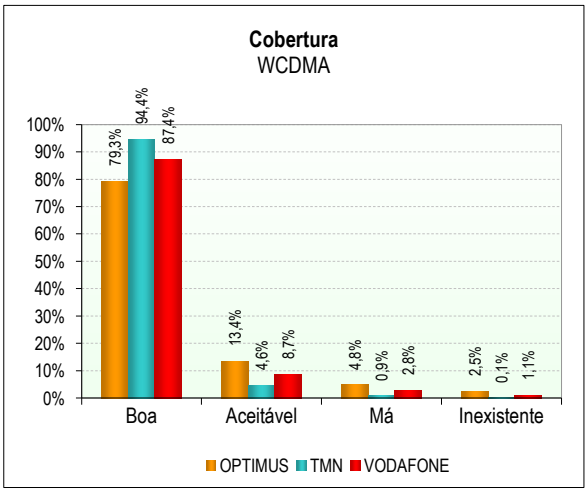
5.1.3.1 GSM



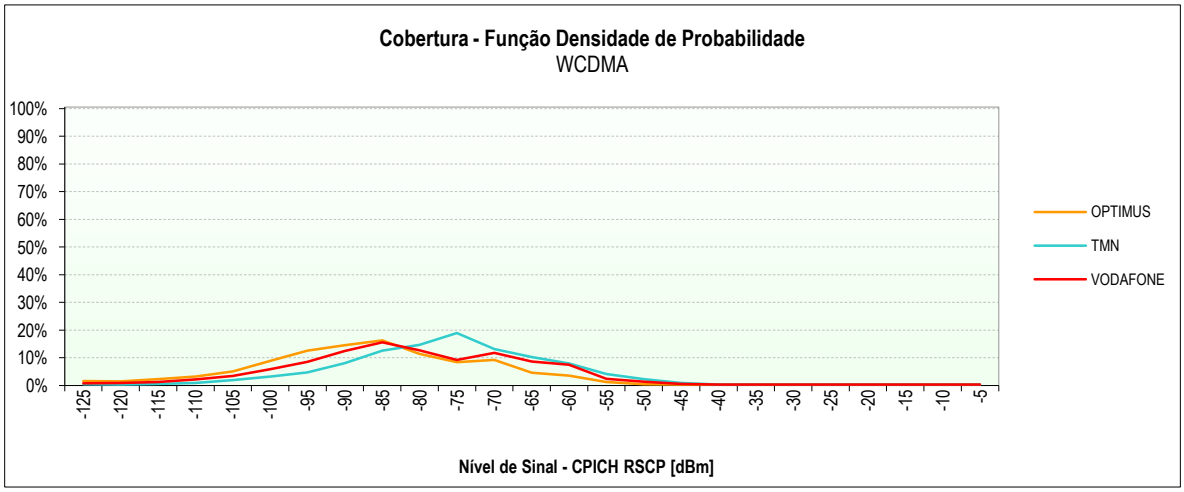
5.1.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



5.1.3.3 WCDMA



5.1.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE

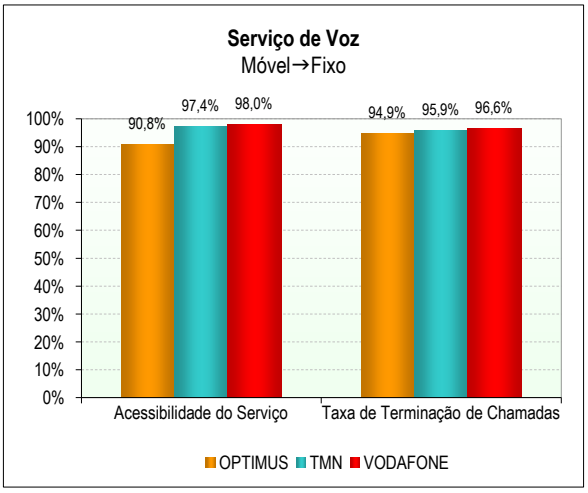


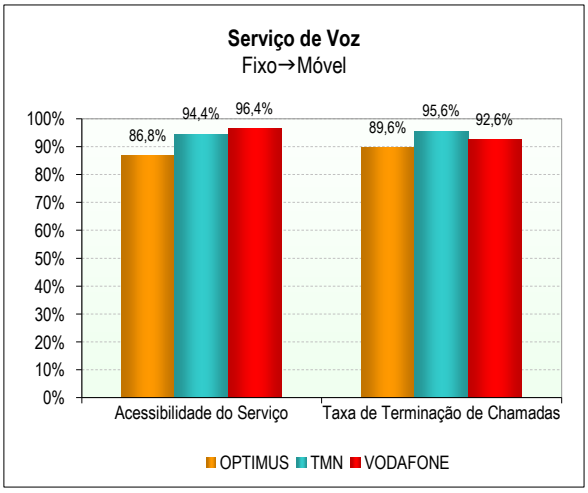
5.2 EIXOS RODOVIÁRIOS

5.2.1 SERVIÇO DE VOZ

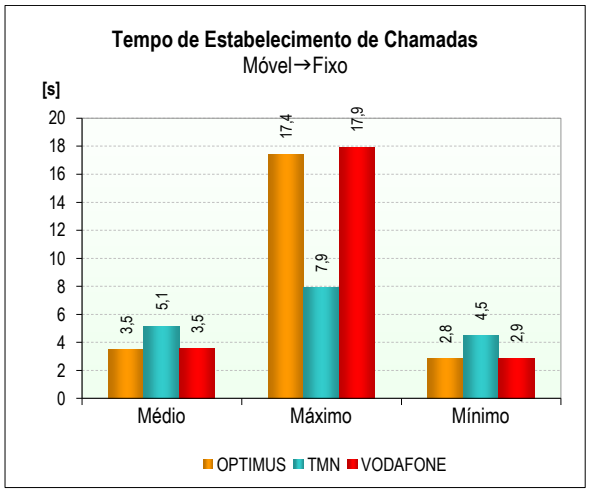
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	152	144	151	144	148	140
	Falhadas no Estabelecimento	14	19	4	8	3	5
	Falhadas Durante a Chamada	7	13	6	6	5	10
	Com Terminação Normal	131	112	141	130	140	125
	Acessibilidade do Serviço	90,8%	86,8%	97,4%	94,4%	98,0%	96,4%
	Taxa de Terminação de Chamadas	94,9%	89,6%	95,9%	95,6%	96,6%	92,6%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	138	125	147	136	145	135
	Tempo Médio [s]	3,5	3,6	5,1	5,5	3,5	3,7
	Tempo Máximo [s]	17,4	11,6	7,9	10,9	17,9	5,5
	Tempo Mínimo [s]	2,8	2,7	4,5	4,3	2,9	3,0
	Desvio Padrão [s]	1,4	1,3	0,6	1,3	1,5	0,6
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	243	243	271	271	265	265
	Média [MOS]	3,94	3,94	3,91	3,88	3,81	3,93
	Máxima [MOS]	4,12	4,17	4,10	4,17	4,09	4,18
	Mínima [MOS]	3,01	2,92	3,09	2,21	2,60	2,53
	Desvio Padrão [MOS]	0,17	0,20	0,20	0,27	0,19	0,23

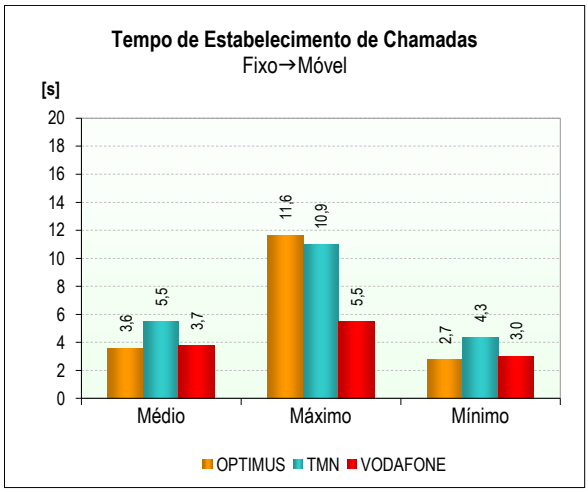
5.2.1.1 INDICADORES ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO E TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS



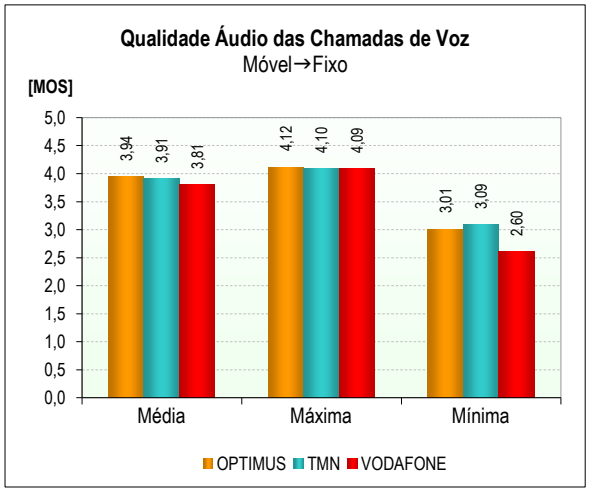


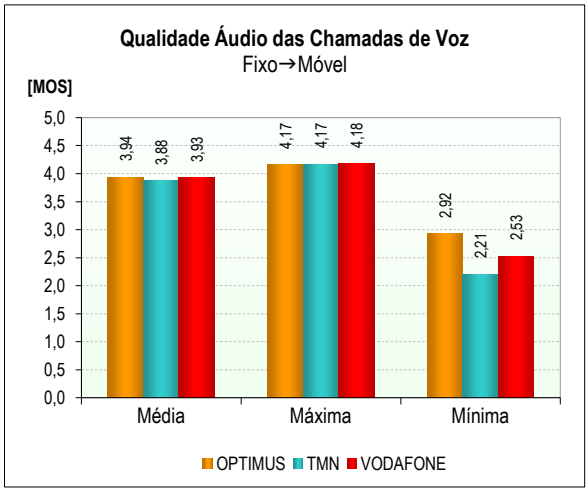
5.2.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



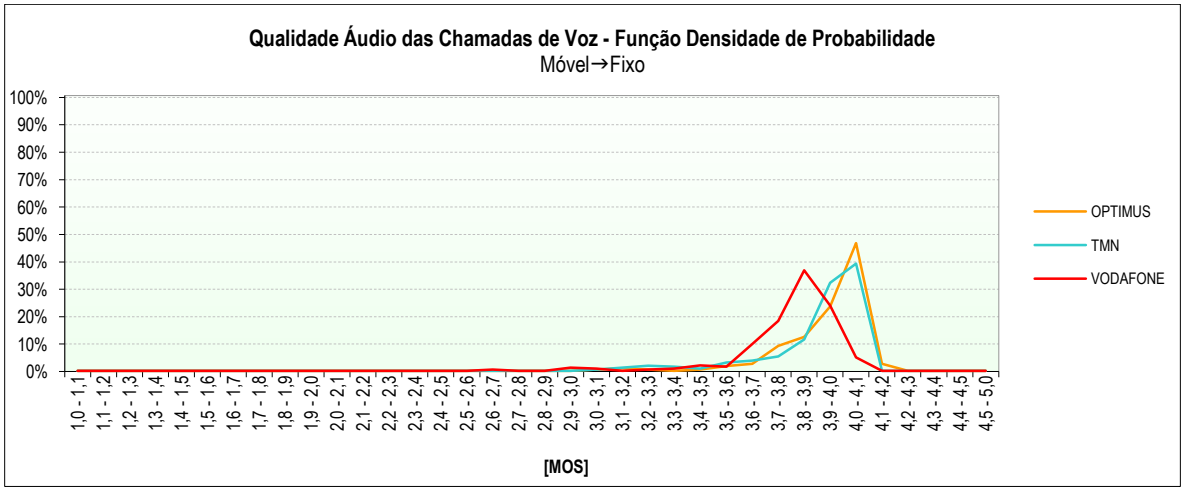


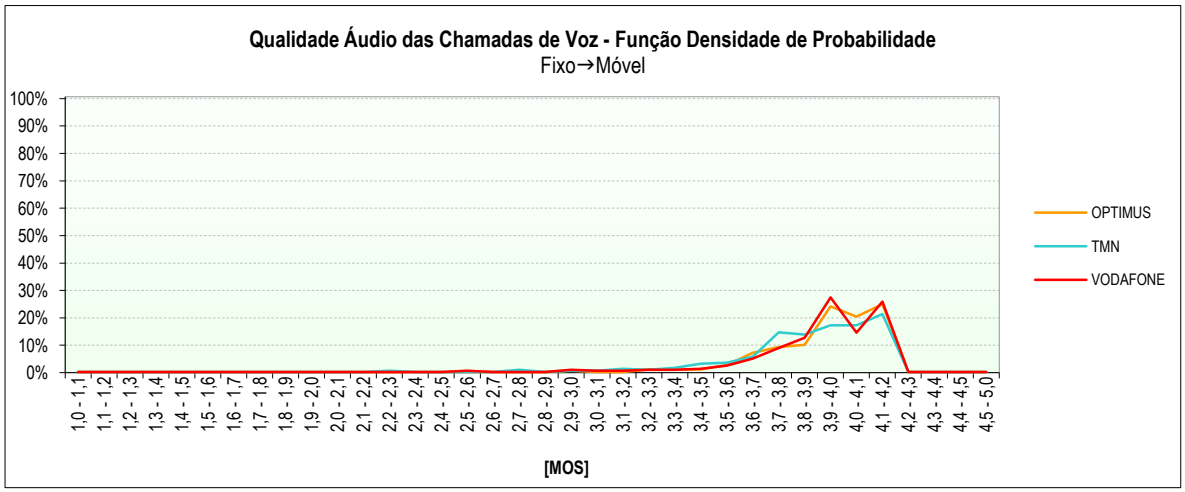
5.2.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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

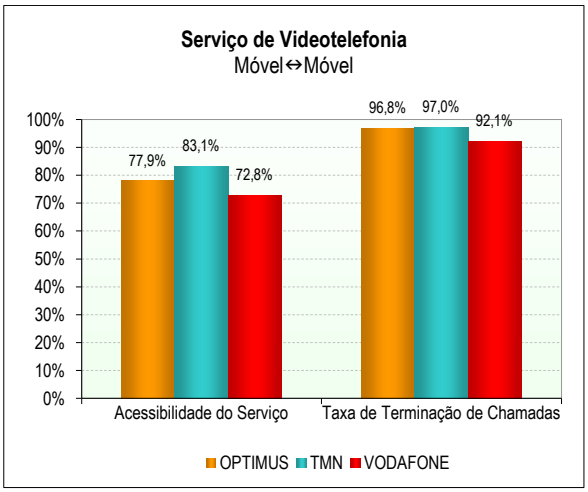




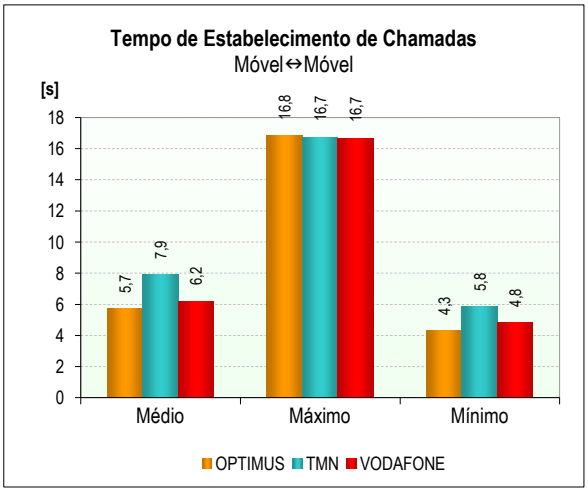
5.2.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	285	284	279
	Falhadas no Estabelecimento	63	48	76
	Falhadas Durante a Chamada	7	7	16
	Com Terminação Normal	215	229	187
	Acessibilidade do Serviço	77,9%	83,1%	72,8%
	Taxa de Terminação de Chamadas	96,8%	97,0%	92,1%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	222	236	203
	Tempo Médio [s]	5,7	7,9	6,2
	Tempo Máximo [s]	16,8	16,7	16,7
	Tempo Mínimo [s]	4,3	5,8	4,8
	Desvio Padrão [s]	1,3	1,6	1,3
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	430	458	369
	Média [MOS]	3,92	3,92	3,89
	Máxima [MOS]	4,05	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	1,23	1,18	1,43
	Desvio Padrão [MOS]	0,32	0,28	0,34
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	430	458	371
	Média [MOS]	2,47	2,45	2,41
	Máxima [MOS]	2,65	2,65	2,65
	Mínima [MOS]	1,61	1,57	1,01
	Desvio Padrão [MOS]	0,19	0,20	0,25

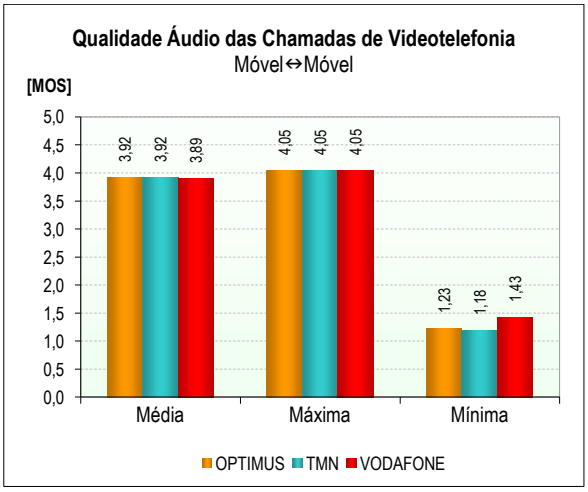
5.2.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



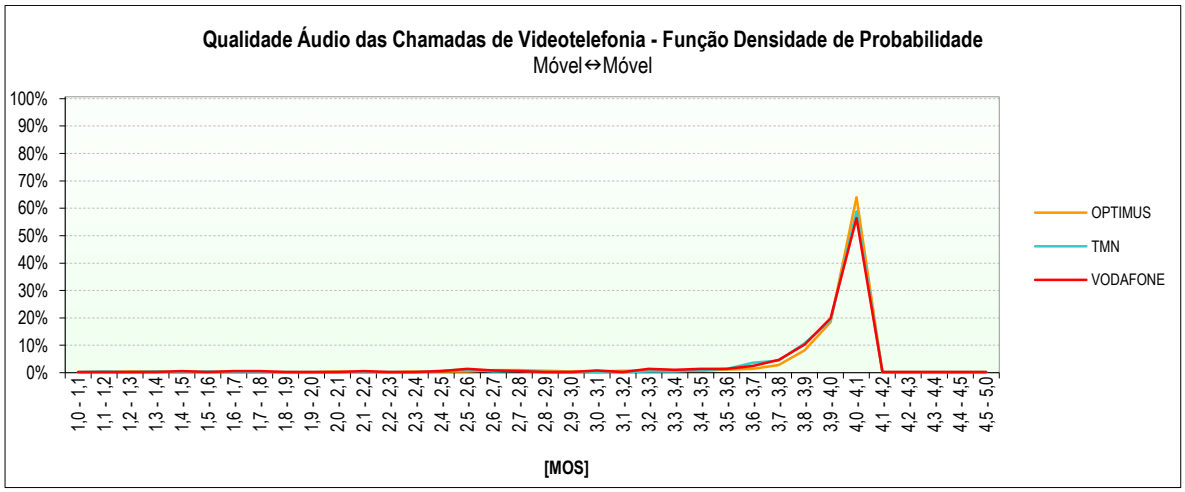
5.2.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



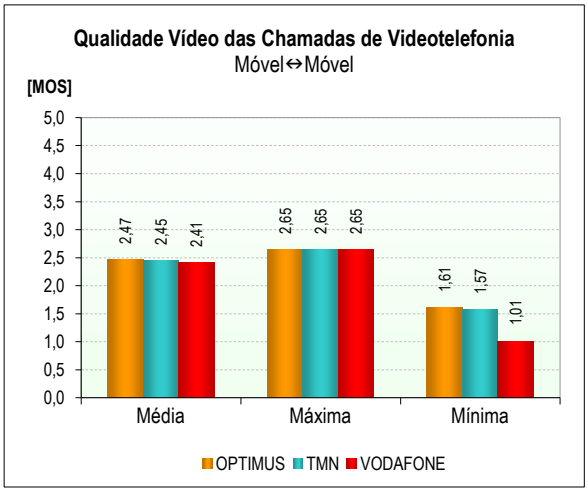
5.2.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



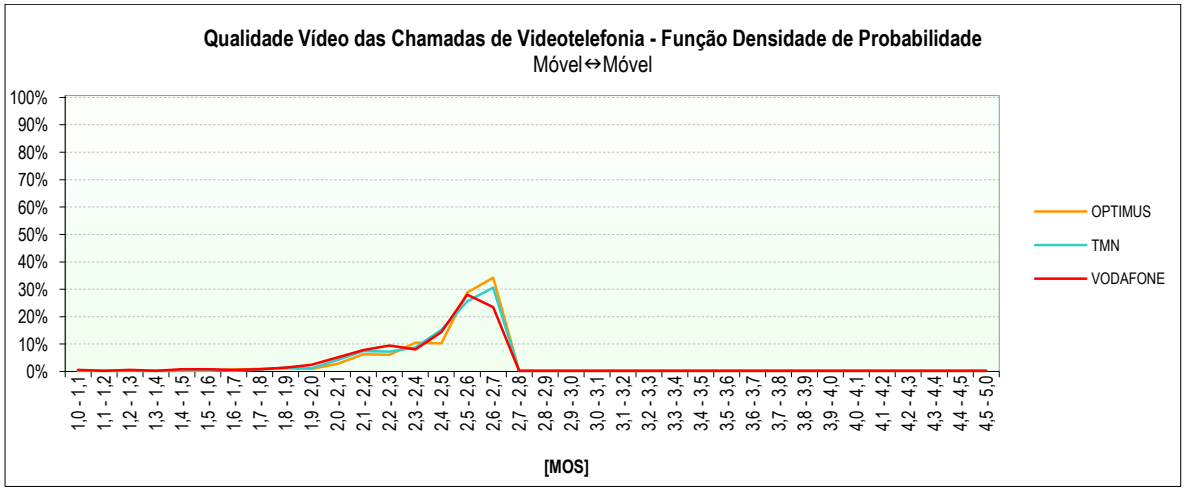
5.2.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



5.2.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



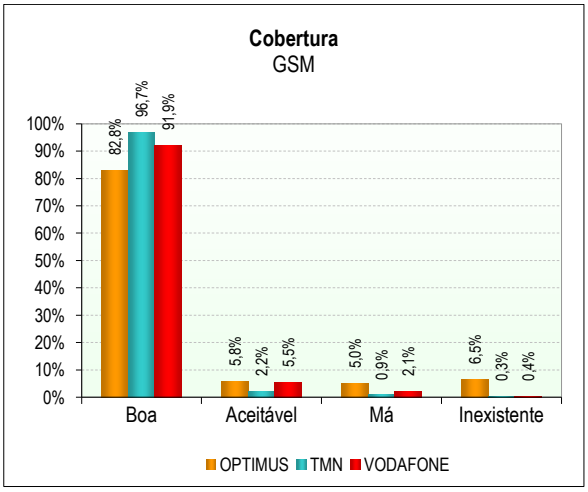
5.2.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



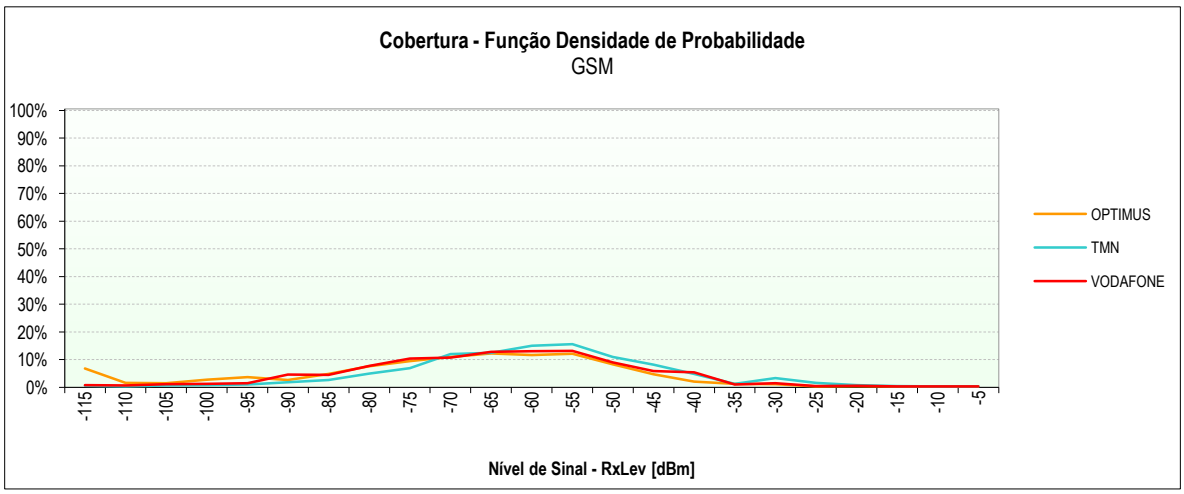
5.2.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	53.099	53.099	52.815	53.485	53.482	53.295
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-68	-57	-62	-94	-88	-95
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-19	-12	-17	-45	-39	-32
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-120	-118	-115	-138	-140	-140
	Desvio Padrão [dBm]	20	15	16	19	18	20
	Boa	82,8%	96,7%	91,9%	59,2%	68,9%	53,2%
	Aceitável	5,8%	2,2%	5,5%	12,3%	12,6%	15,0%
	Má	5,0%	0,9%	2,1%	8,6%	7,6%	9,6%
	Inexistente	6,5%	0,3%	0,4%	19,9%	10,9%	22,2%

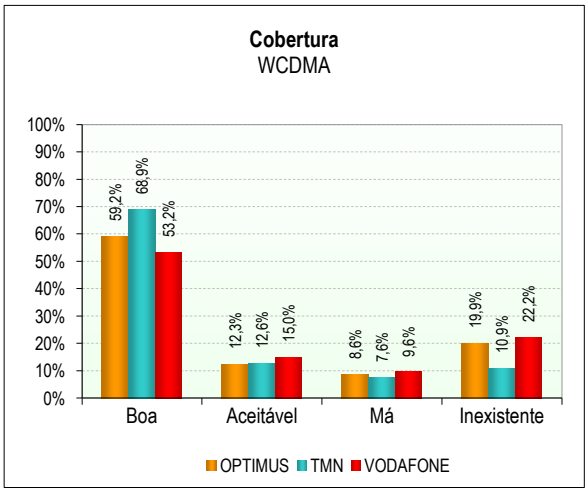
5.2.3.1 GSM



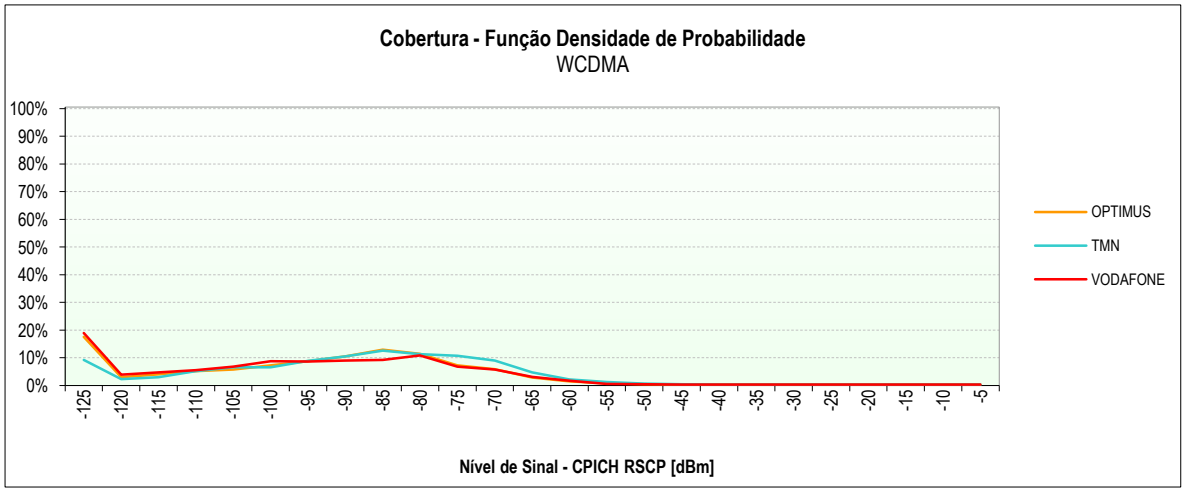
5.2.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



5.2.3.3 WCDMA



5.2.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



5.3 GLOBAL

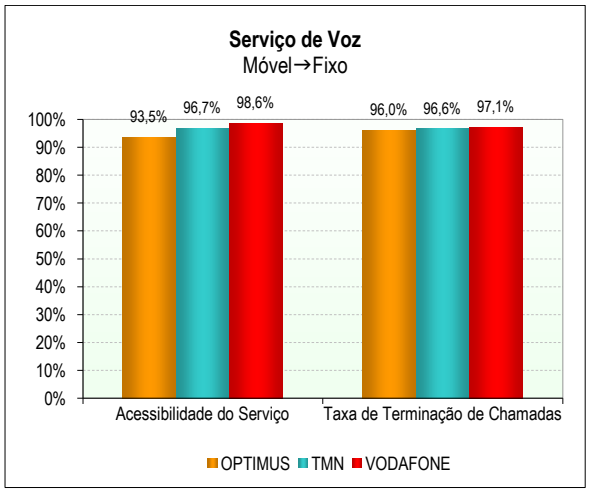
5.3.1 SERVIÇO DE VOZ

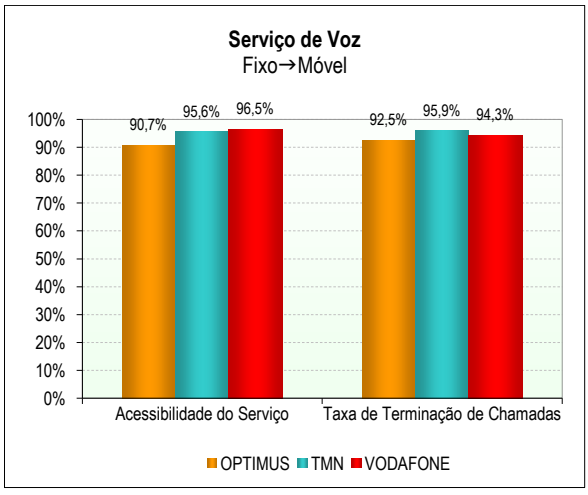
		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	214	205	215	204	212	201
	Falhadas no Estabelecimento	14	19	7	9	3	7
	Falhadas Durante a Chamada	8	14	7	8	6	11
	Com Terminação Normal	192	172	201	187	203	183
	Acessibilidade do Serviço	93,5%	90,7%	96,7%	95,6%	98,6%	96,5%
	Taxa de Terminação de Chamadas	96,0%	92,5%	96,6%	95,9%	97,1%	94,3%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	200	186	208	195	209	194
	Tempo Médio [s]	3,4	3,6	5,2	5,4	3,5	3,8
	Tempo Máximo [s]	17,4	11,6	12,8	10,9	17,9	10,0
	Tempo Mínimo [s]	2,8	2,7	4,5	4,3	2,9	3,0
	Desvio Padrão [s]	1,2	1,3	0,9	1,2	1,3	0,8
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	364	364	388	388	386	386
	Média [MOS]	3,94	3,91	3,91	3,85	3,82	3,91
	Máxima [MOS]	4,12	4,17	4,10	4,17	4,11	4,18
	Mínima [MOS]	3,01	2,92	3,09	2,21	2,60	2,45
	Desvio Padrão [MOS]	0,17	0,21	0,19	0,28	0,20	0,26

		OPTIMUS		TMN		VODAFONE	
		Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel	Móvel→Fixo	Fixo→Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	4,2%	4,8%	3,3%	3,8%	2,7%	3,6%
	Taxa de Terminação de Chamadas	3,7%	4,8%	3,4%	3,8%	3,3%	4,2%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,167	0,190	0,119	0,175	0,182	0,119
	Qualidade Áudio [MOS]	0,017	0,021	0,019	0,028	0,020	0,026

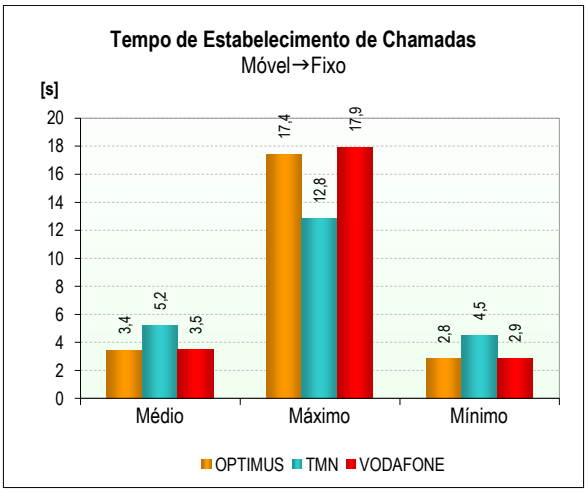
Nível de Confiança = 95 %

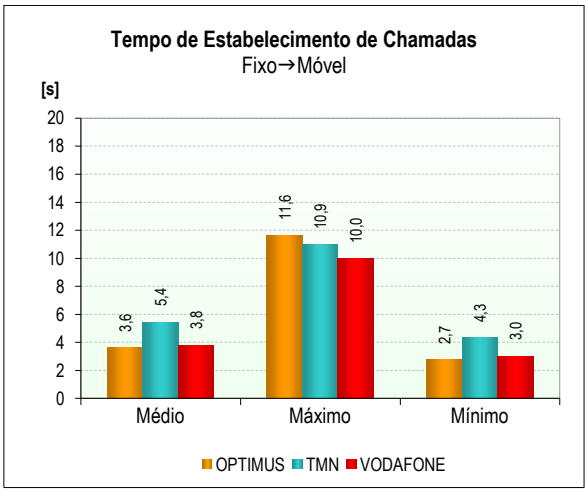
5.3.1.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



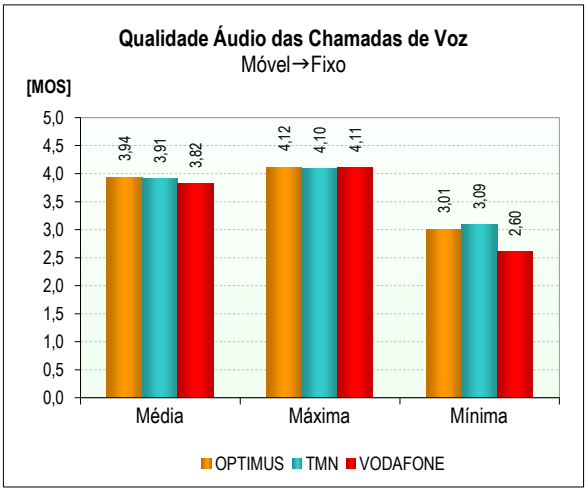


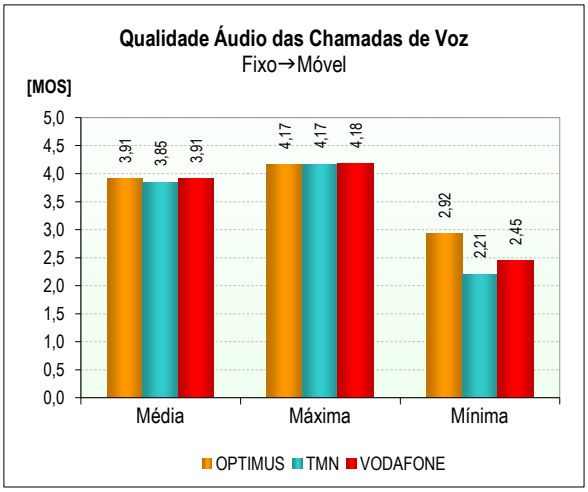
5.3.1.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



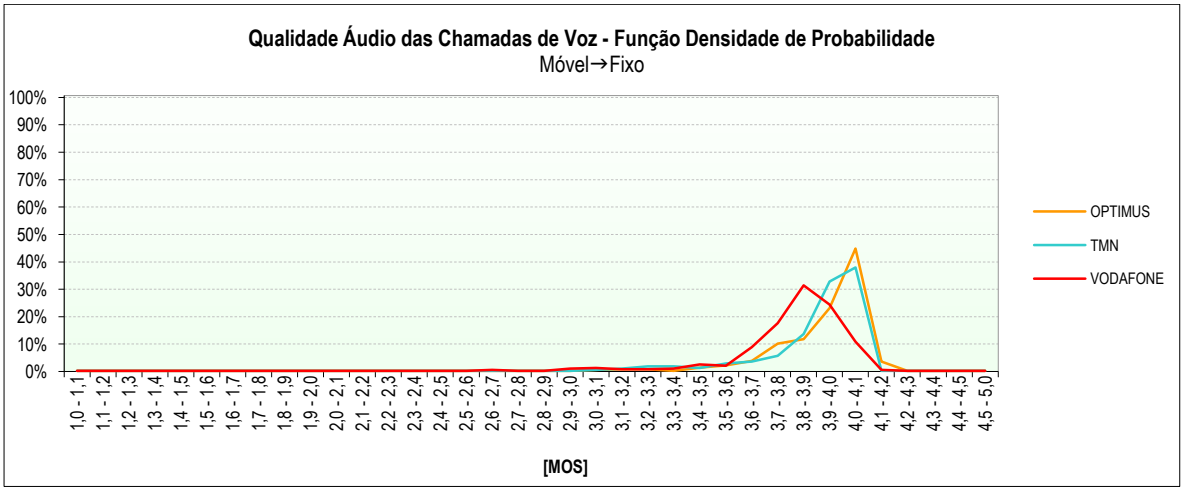


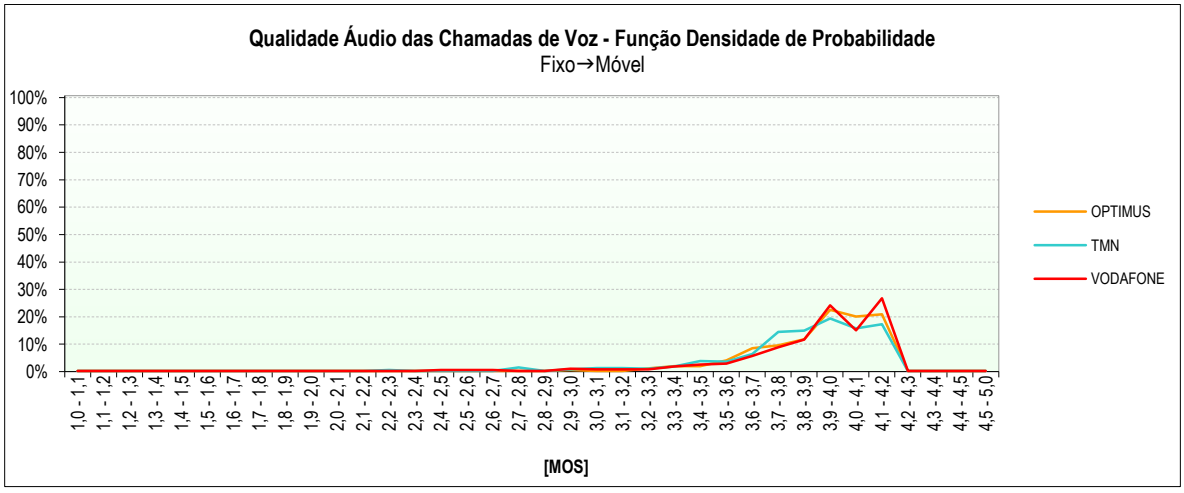
5.3.1.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VOZ*





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





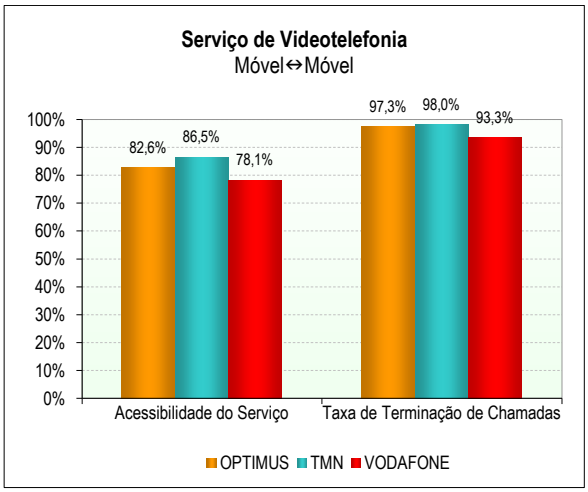
5.3.2 SERVIÇO DE VIDEOTELEFONIA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Chamadas Realizadas	Número de Chamadas	403	406	402
	Falhadas no Estabelecimento	70	55	88
	Falhadas Durante a Chamada	9	7	21
	Com Terminação Normal	324	344	293
	Acessibilidade do Serviço	82,6%	86,5%	78,1%
	Taxa de Terminação de Chamadas	97,3%	98,0%	93,3%
Estabelecimento das Chamadas	Número de Amostras (Chamadas)	333	351	314
	Tempo Médio [s]	5,8	7,9	6,2
	Tempo Máximo [s]	16,8	16,7	16,7
	Tempo Mínimo [s]	4,3	5,8	4,8
	Desvio Padrão [s]	1,4	1,5	1,3
Qualidade Áudio	Número de Amostras (Chamadas)	648	687	581
	Média [MOS]	3,93	3,92	3,91
	Máxima [MOS]	4,05	4,05	4,05
	Mínima [MOS]	1,23	1,00	1,00
	Desvio Padrão [MOS]	0,29	0,26	0,33
Qualidade Vídeo	Número de Amostras (Chamadas)	648	687	583
	Média [MOS]	2,46	2,45	2,42
	Máxima [MOS]	2,65	2,65	2,65
	Mínima [MOS]	1,61	1,57	1,01
	Desvio Padrão [MOS]	0,20	0,19	0,23

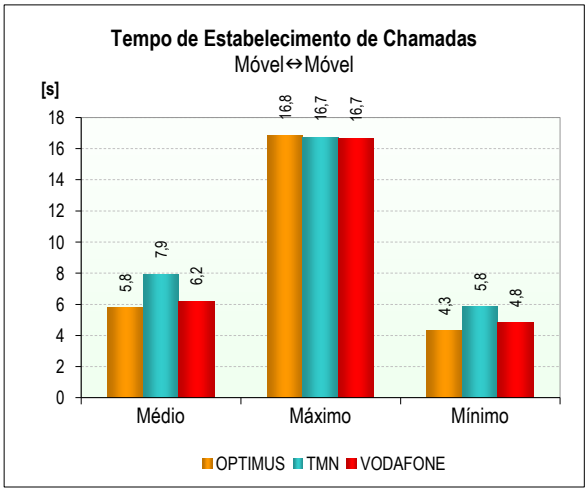
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	4,1%	3,7%	4,4%
	Taxa de Terminação de Chamadas	2,4%	2,1%	3,4%
	Tempo de Estabelecimento de Chamadas [s]	0,150	0,159	0,140
	Qualidade Áudio [MOS]	0,022	0,020	0,027
	Qualidade Vídeo [MOS]	0,015	0,015	0,019

Nível de Confiança = 95 %

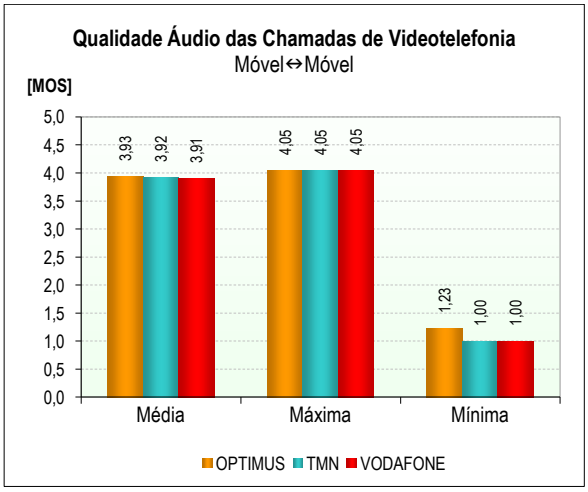
5.3.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE TERMINAÇÃO DE CHAMADAS*



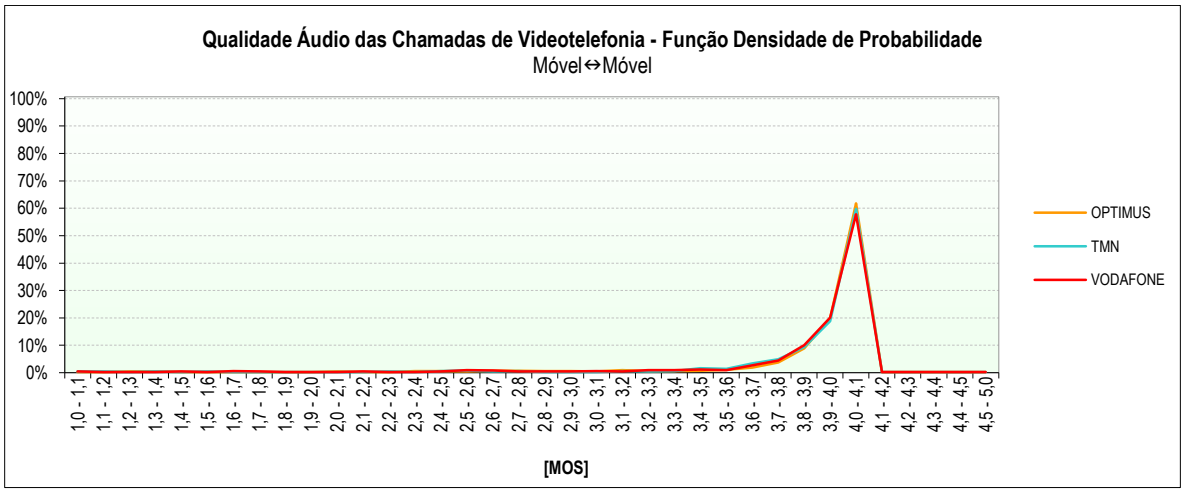
5.3.2.2 INDICADOR *TEMPO DE ESTABELECIMENTO DE CHAMADAS*



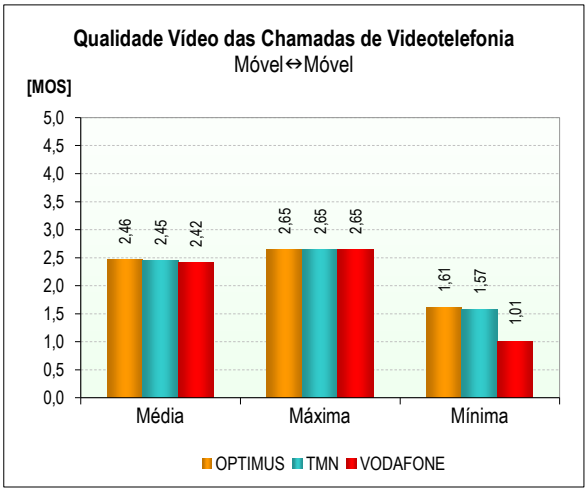
5.3.2.3 INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



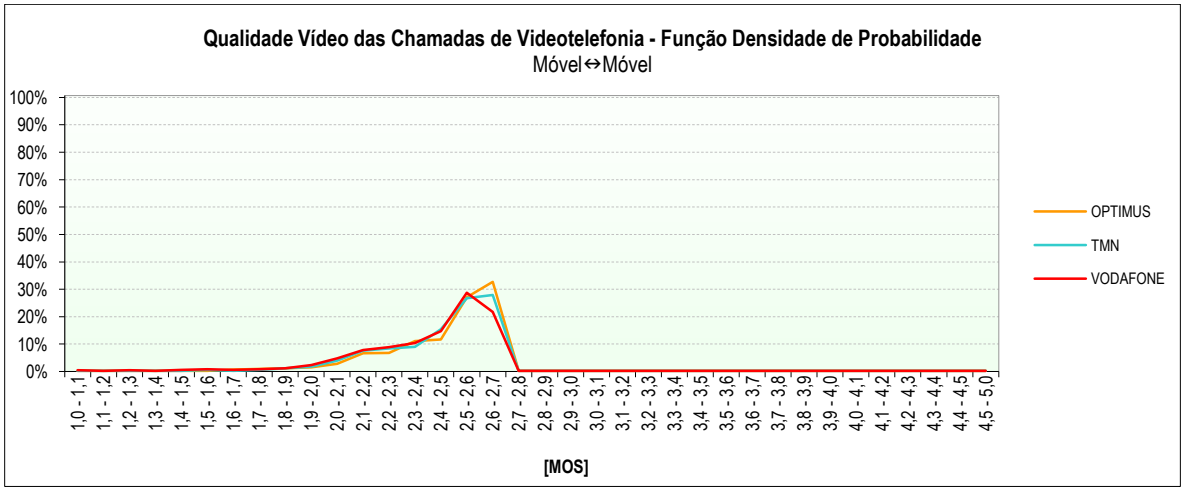
5.3.2.4 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE ÁUDIO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



5.3.2.5 INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



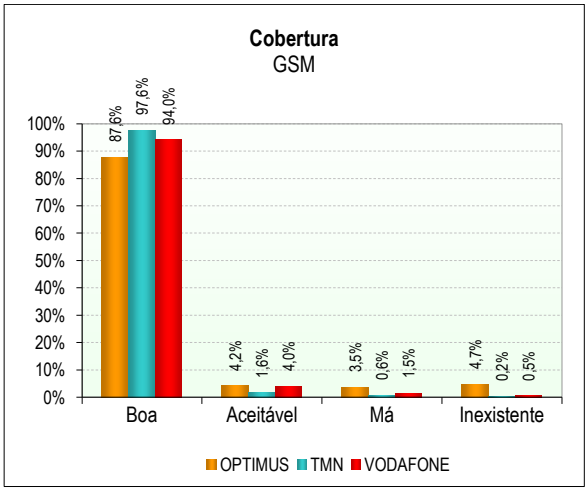
5.3.2.6 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *QUALIDADE VÍDEO DAS CHAMADAS DE VIDEOTELEFONIA*



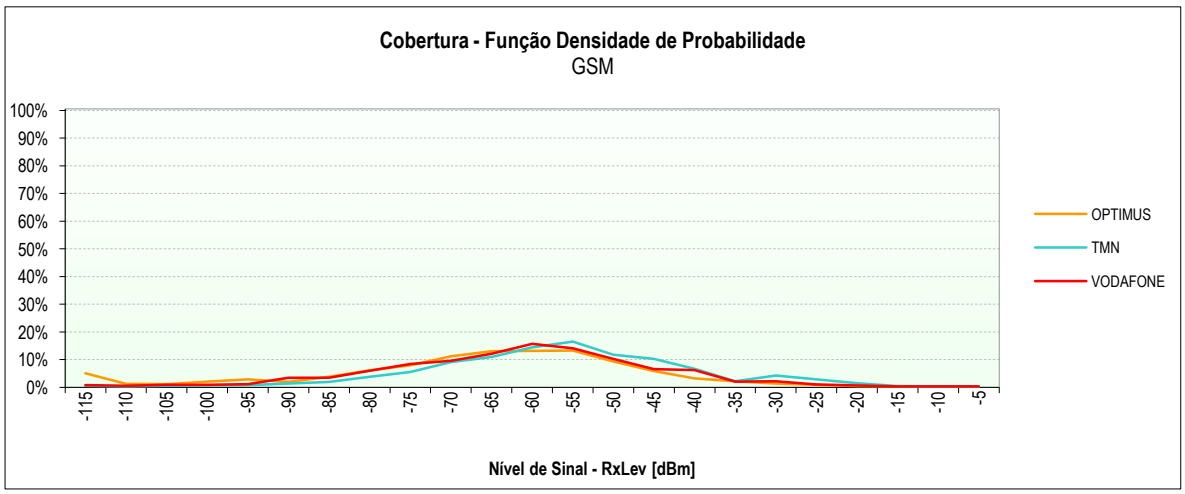
5.3.3 COBERTURA DAS REDES

		GSM			WCDMA		
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE	OPTIMUS	TMN	VODAFONE
Cobertura	Número de Amostras (Medições)	75.232	75.232	74.852	75.874	75.869	75.668
	Nível Médio de Sinal [dBm]	-64	-54	-59	-91	-84	-91
	Nível Máximo de Sinal [dBm]	-19	-12	-17	-45	-37	-32
	Nível Mínimo de Sinal [dBm]	-120	-118	-115	-138	-140	-140
	Desvio Padrão [dBm]	19	15	16	19	18	20
	Boa	87,6%	97,6%	94,0%	65,1%	76,4%	63,3%
	Aceitável	4,2%	1,6%	4,0%	12,6%	10,2%	13,1%
	Má	3,5%	0,6%	1,5%	7,5%	5,6%	7,6%
	Inexistente	4,7%	0,2%	0,5%	14,8%	7,7%	15,9%

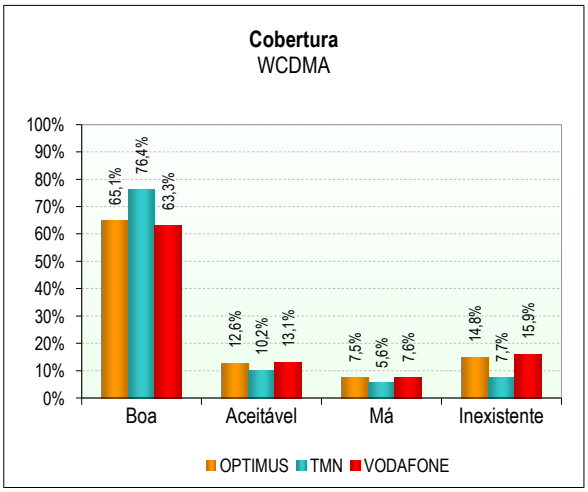
5.3.3.1 GSM



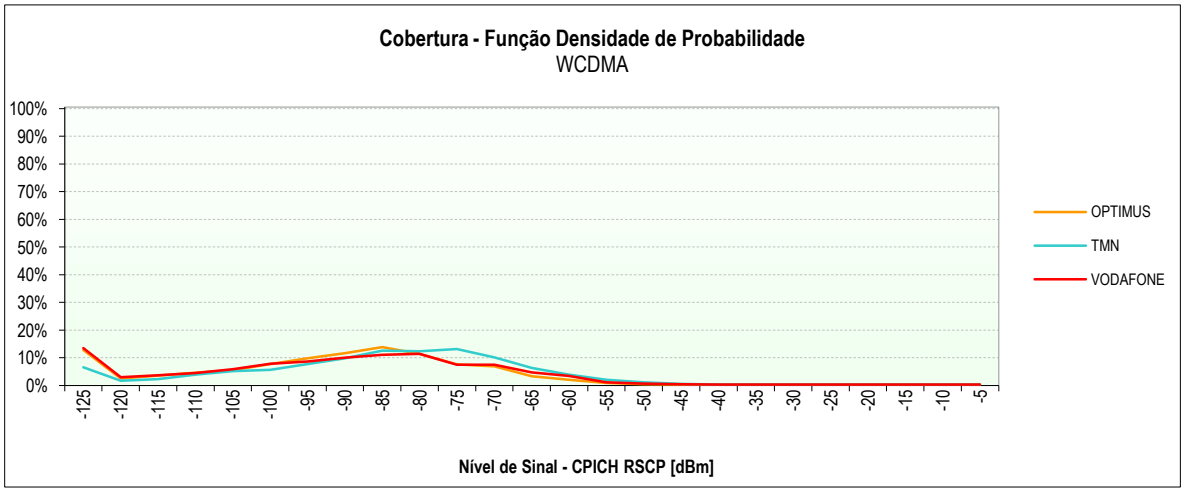
5.3.3.2 GSM - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



5.3.3.3 WCDMA



5.3.3.4 WCDMA - FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE



5.3.3.5 MAPAS DE COBERTURA

(Páginas seguintes)

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

OPTIMUS – Cobertura GSM

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

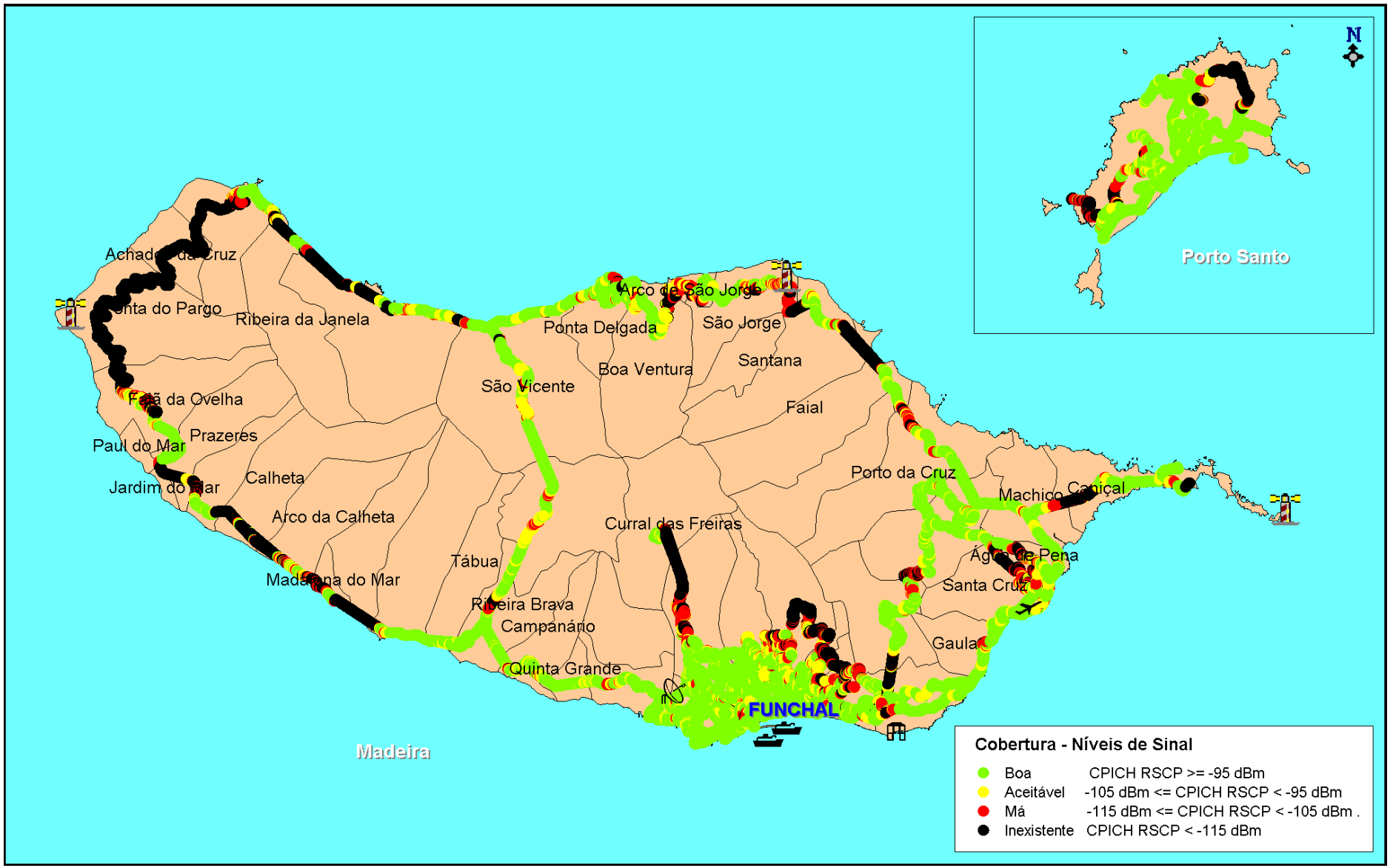
TMN – Cobertura GSM

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

VODAFONE – Cobertura GSM

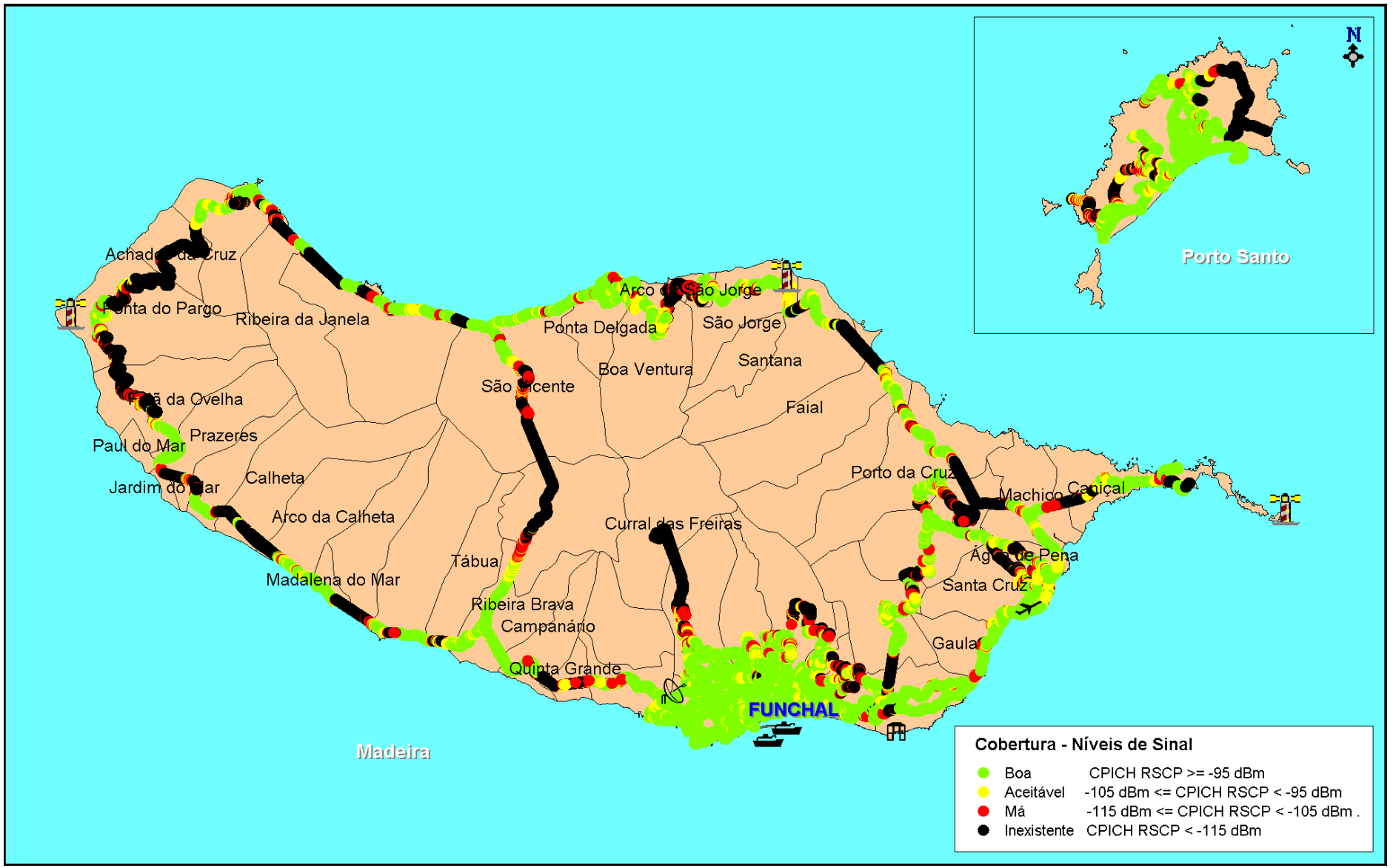
REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

OPTIMUS – Cobertura WCDMA



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

TMN – Cobertura WCDMA

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

VODAFONE – Cobertura WCDMA