

Sistemas de Comunicações Móveis

GSM / UMTS

Aferição da Qualidade de Serviço

Avaliação da QoS dos Serviços de
Mensagens Curtas (SMS) e de Mensagens Multimédia (MMS)

Julho de 2008

SIGLAS E ACRÓNIMOS

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

Índice

I	Sumário Executivo	4
I.I	Enquadramento Geral.....	4
I.II	Principais Resultados e Conclusões.....	6
1	Objectivo	11
2	Metodologia	11
2.1	Aspectos Fundamentais.....	11
2.2	Principais Indicadores de QoS.....	12
2.2.1	SMS – Serviço de Mensagens Curtas.....	12
2.2.2	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia.....	13
2.3	Perfis de Medida	15
2.3.1	Aspectos Gerais.....	15
2.3.2	SMS – Serviço de Mensagens Curtas.....	16
2.3.3	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia.....	17
2.4	Sistema de Teste/Medida e Pós-Processamento.....	17
3	Amostra do Estudo	19
3.1	Locais da Análise	19
3.2	Dimensão da Amostra.....	19
3.3	Condições de Recolha de Dados.....	19
4	Resultados.....	20
4.1	SMS – Serviço de Mensagens Curtas	20
4.1.1	Dias Úteis.....	20
4.1.2	Fim-de-Semana	24
4.1.3	Global.....	28
4.2	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia.....	32
4.2.1	Dias Úteis.....	32
4.2.2	Fim-de-Semana	37
4.2.3	Global.....	42

I SUMÁRIO EXECUTIVO

I.1 ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou uma avaliação da qualidade dos serviços SMS (Serviço de Mensagens Curtas) e MMS (Serviço de Mensagens Multimédia), disponibilizados pelos operadores OPTIMUS, TMN e VODAFONE, através da análise de parâmetros técnicos que traduzem a percepção de qualidade na óptica do consumidor.

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

1. **Acessibilidade dos Serviços** – probabilidade de um utilizador ter acesso aos serviços, ou seja, probabilidade de sucesso no envio de mensagens;
2. **Taxa de Entrega de Mensagens** – probabilidade de uma mensagem ser entregue com sucesso ao destinatário, ou seja, a relação entre o número de mensagens recebidas com sucesso pelo equipamento terminal de destino e o número de mensagens enviadas pelo equipamento terminal de origem;
3. **Tempo de Entrega de Mensagens** – tempo que decorre entre o início do envio de uma mensagem para o Centro de Mensagens e o fim da recepção da mesma mensagem pelo equipamento terminal de destino;
4. **Variação destes indicadores ao longo do dia.**

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.

As medidas de campo decorreram nas instalações da ANACOM, no Porto e em Barcarena, no período de 9 a 15 de Julho de 2008. Foram enviadas 15.117 mensagens de teste, o que corresponde a aproximadamente 72 horas de medidas.

A amostra utilizada permitiu que os resultados globais obtidos, por cada operador, apresentem erros de precisão máximos inferiores a 1%, para os indicadores *Acessibilidade do Serviço* e *Taxa de Entrega de Mensagens*, e inferiores a 1,26 segundos, para o *Tempo de Entrega de Mensagens*, com nível de confiança de 95%.

Face à taxa de penetração destes serviços, à diversidade de equipamentos terminais utilizados e à própria subjectividade inerente a cada utente, torna-se impossível a reprodução rigorosa das condições de interacção de cada consumidor com as redes. Neste contexto, os resultados deste estudo devem ser encarados como um indicador do comportamento global das redes, não se pretendendo avaliar o cumprimento das licenças por parte dos operadores móveis. A transposição/extrapolação dos resultados obtidos para situações específicas requer alguma prudência, sob risco de, se tal não for feito, serem tomadas conclusões enviesadas sobre a realidade em causa.

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

- A realização de testes foi suportada exclusivamente numa solução técnica (*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 6680*, configurados para efectuarem selecção automática de infra-estrutura 2G ou 3G (GSM/UMTS). Estes terminais foram mantidos estáticos em locais com adequada (boa) cobertura radioelétrica e interferência mínima, desempenhando, cada um deles, uma única função, isto é, ou originador ou receptor de mensagens;
- As mensagens de teste utilizadas tinham uma dimensão de 120 caracteres, para SMS, e de 25kB, para MMS, sendo esta última composta por texto e imagem estática;
- A pausa mínima entre envios consecutivos de mensagens foi de 70 segundos, para SMS, e de 120 segundos, para MMS;
- As mensagens com tempos de entrega superiores a 175 ou 650 segundos, respectivamente para SMS e MMS, ou que apresentassem erros foram consideradas como falhadas;
- Os resultados do estudo reflectem o comportamento das redes nos momentos em que foram efectuadas as medidas de campo. Eventuais intervenções técnicas dos operadores nas redes podem alterar os níveis de qualidade dos serviços prestados.

I.II PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados registados pelos indicadores de qualidade de serviço analisados neste estudo evidenciam o muito bom desempenho dos serviços de mensagens SMS e MMS.

Os sistemas de comunicações móveis estudados apresentam taxas de entrega de mensagens superiores a 98%. Os tempos médios de entrega de mensagens são inferiores a 9 segundos, para o serviço SMS, e inferiores a 54 segundos, para o serviço MMS.

Ao longo do dia ou entre dias úteis e fim-de-semana, não se observaram diferenças muito significativas no desempenho dos serviços.

SMS – Serviço de Mensagens Curtas

Os sistemas de comunicações móveis estudados apresentam muito bons níveis de desempenho do serviço SMS, não se observando diferenças significativas entre os operadores (Figura 1). Os melhores desempenhos foram registados pelos operadores TMN e VODAFONE, já que, respectivamente, 99,7% e 99,3% das mensagens enviadas foram entregues aos destinatários sem falhas.

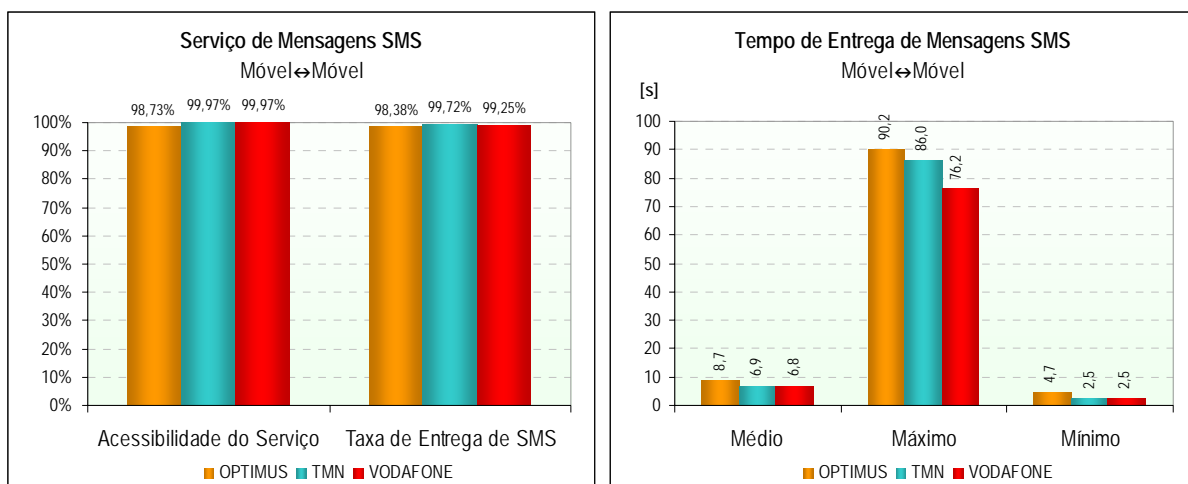


Figura 1 – Indicadores *Acessibilidade*, *Taxa de Entrega* e *Tempo de Entrega de Mensagens*, do serviço SMS.

Também se registam bons tempos médios de entrega de mensagens. A VODAFONE e a TMN apresentam os melhores desempenhos, com tempos médios de entrega de mensagens de aproximadamente 7 segundos (Figura 1).

No que respeita ao comportamento do serviço SMS ao longo do dia, com excepção do operador OPTIMUS no período compreendido entre as 21h00 e as 24h00, não se registam variações muito significativas dos indicadores analisados (Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

Os níveis de *Acessibilidade do Serviço* dos operadores TMN e VODAFONE são sempre superiores a 99%. O operador OPTIMUS apresenta níveis superiores a 98%, excepto no período compreendido entre as 21h00 e as 24h00 em que se observa uma degradação deste indicador (Figura 2).

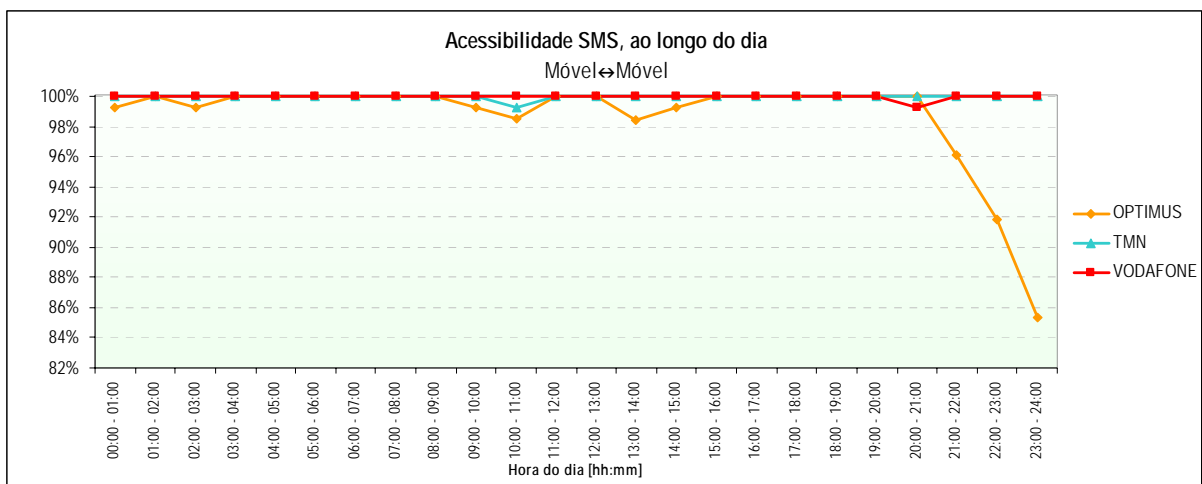


Figura 2 – Variação temporal do indicador *Acessibilidade*, do serviço SMS.

A *Taxa de Entrega de Mensagens* apresenta valores que oscilam entre 98% e 100%, com curtas excepções. As taxas mais baixas foram registadas pelo operador OPTIMUS, entre as 21h00 e as 24h00, em consequência da fraca *Acessibilidade do Serviço* observada neste período (Figura 3).

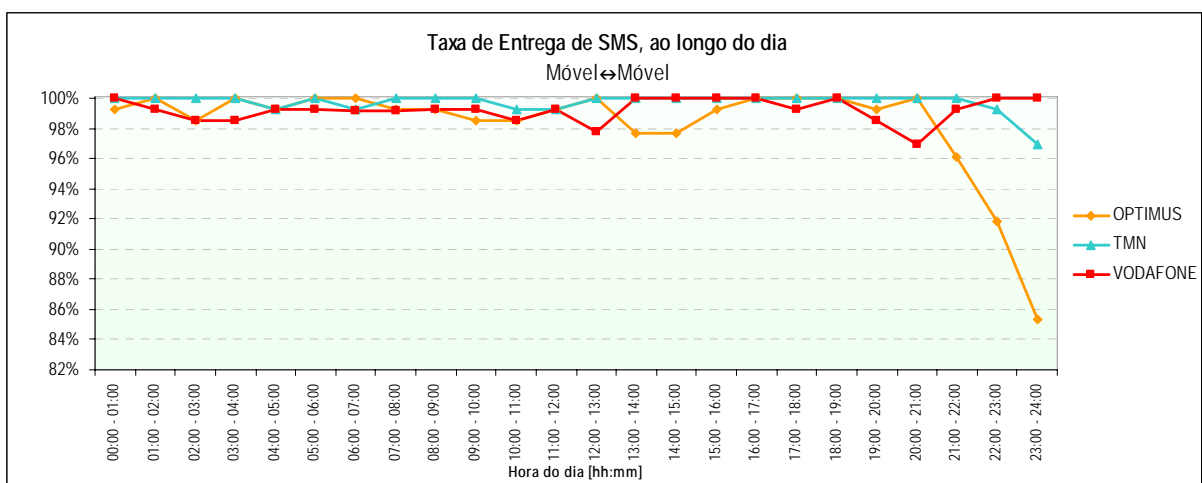


Figura 3 – Variação temporal do indicador *Taxa de Entrega de Mensagens*, do serviço SMS.

Por sua vez, as variações do *Tempo Médio de Entrega de Mensagens* são muito pouco significativas ao longo do dia (aproximadamente 1 segundo, entre o melhor e o pior tempo médio registado por cada operador) (Figura 4).

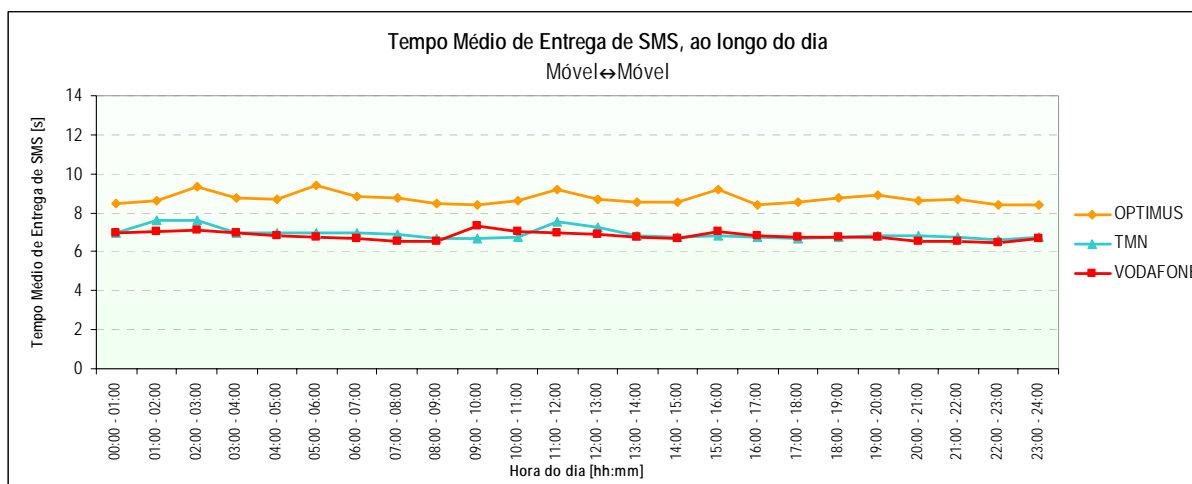


Figura 4 – Variação temporal do indicador Tempo Médio de Entrega de Mensagens, do serviço SMS.

MMS – Serviço de Mensagens Multimédia

Os sistemas de comunicações móveis apresentam muito bom desempenho do serviço MMS. O indicador *Taxa de Entrega de Mensagens* regista níveis superiores a 98,5%, sem diferenças significativas entre operadores (Figura 5).

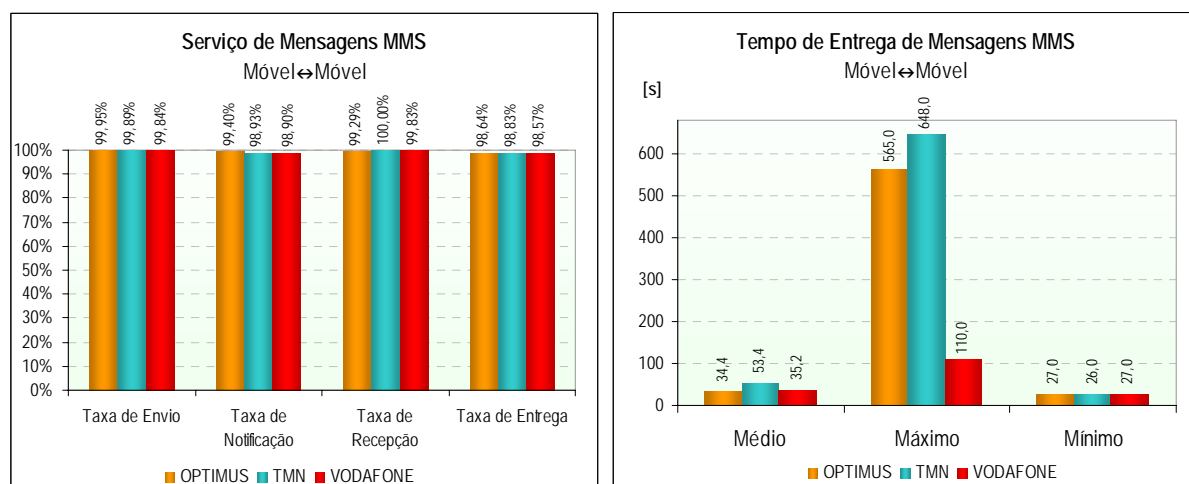


Figura 5 – Indicadores *Taxa de Envio*, *Taxa de Notificação*, *Taxa de Recepção*, *Taxa de Entrega* e *Tempo de Entrega de Mensagens*, do serviço MMS.

Nos *Tempos Médios de Entrega de Mensagens*, observam-se diferenças significativas entre operadores. Os melhores desempenhos foram registados pelos operadores OPTIMUS e VODAFONE, com tempos médios de entrega de mensagens da ordem dos 35 segundos, enquanto a TMN regista um tempo médio de 53,4 segundos (Figura 5).

No que respeita ao comportamento do serviço MMS ao longo do dia, não se registam variações muito significativas dos indicadores analisados (Figura 6, Figura 7 e Figura 8).

A *Taxa de Envio* de mensagens varia entre 98,5% e 100%, com uma única excepção no período das 21h00 às 22h00 em que o operador TMN regista uma taxa de 97,3% (Figura 6).

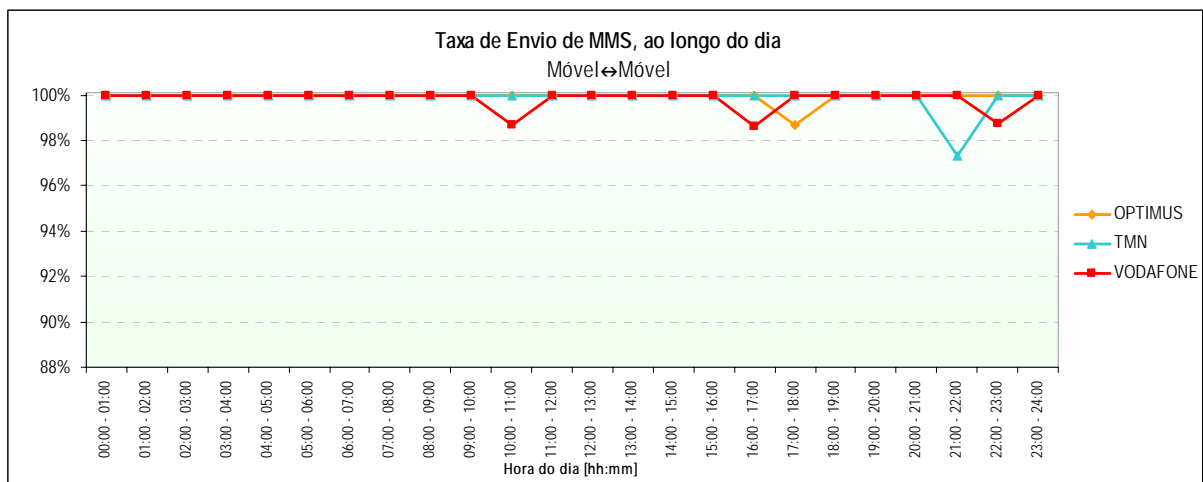


Figura 6 – Variação temporal do indicador *Taxa de Envio de Mensagens*, do serviço MMS.

Os operadores estudados apresentam comportamento semelhante no que toca a entrega de mensagens, com as *Taxas de Entrega* a oscilar entre 96% e 100% (Figura 7).

Os indicadores *Tempo Médio de Entrega de Mensagens* apresentam, na maior parte do dia, um comportamento regular, com os operadores OPTIMUS e VODAFONE a apresentarem tempos médios entre 30 e 40 segundos enquanto os da TMN se encontram entre 48 e 58 segundos. A oscilação mais acentuada foi registada pela TMN, já que no período das 15h00 às 16h00 este indicador apresentou um valor médio de 91 segundos (Figura 8).

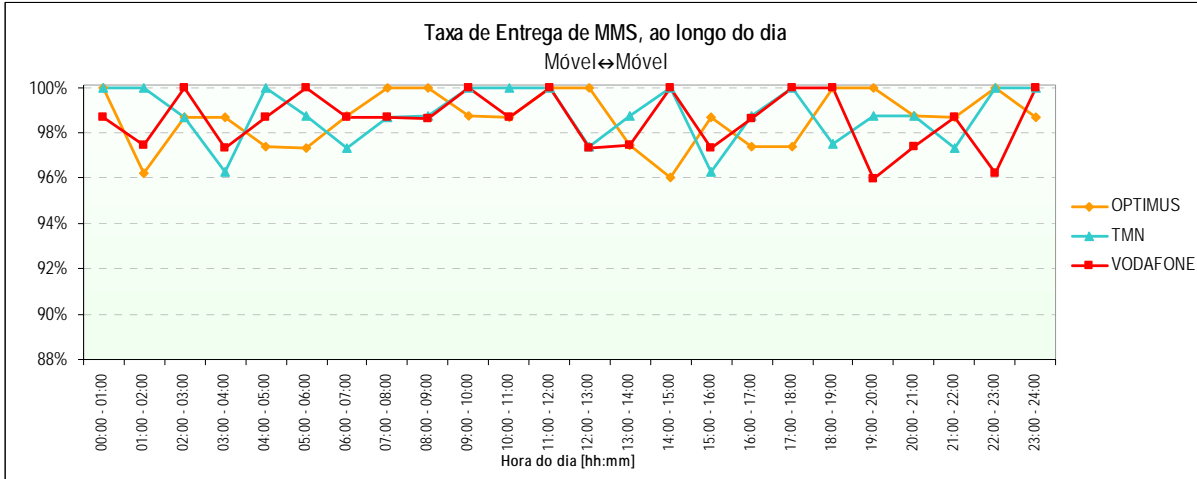


Figura 7 – Variação temporal do indicador *Taxa de Entrega de Mensagens*, do serviço MMS.

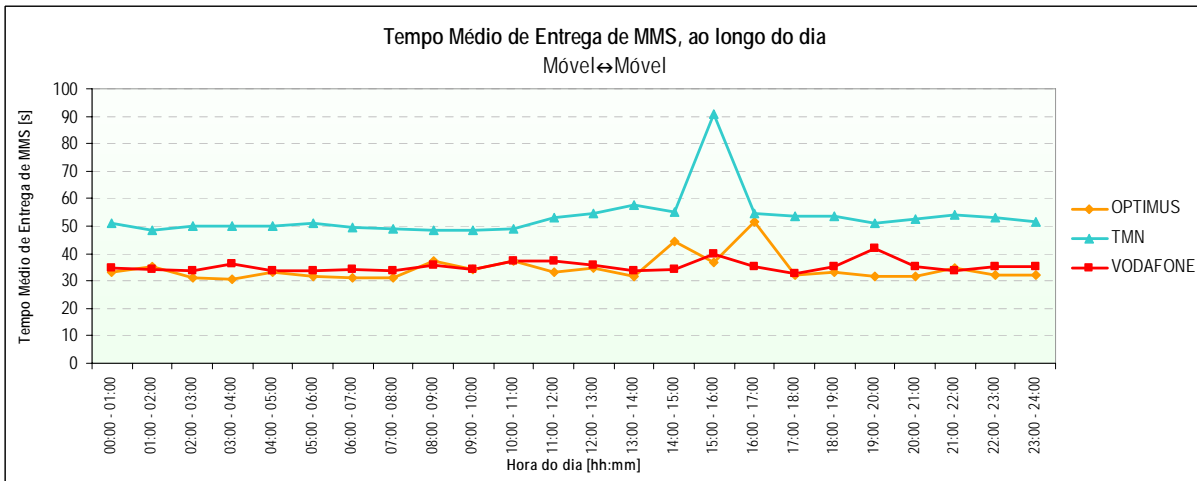


Figura 8 – Variação temporal do indicador *Tempo Médio de Entrega de Mensagens*, do serviço MMS.

1 OBJECTIVO

Com este estudo pretende-se analisar o desempenho dos Serviços de Mensagens Curtas (SMS) e de Mensagens Multimédia (MMS) que se suportam nas redes móveis GSM/UMTS portuguesas, numa configuração Móvel-Móvel Intra-Rede e na perspectiva do utilizador, através da realização de testes automáticos extremo-a-extremo.

2 METODOLOGIA

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 são 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.

2.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspectos fundamentais:

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

2.2 PRINCIPAIS INDICADORES DE QoS

2.2.1 SMS – SERVIÇO DE MENSAGENS CURTAS

2.2.1.1 ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO SMS

Este parâmetro representa a probabilidade de um utilizador ter acesso ao serviço SMS, ou seja, probabilidade de sucesso no envio de SMS.

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

2.2.1.2 TEMPO DE ENVIO DE SMS

O tempo de envio de SMS é o tempo que decorre entre o início do envio da SMS para o Centro de Mensagens (SMSC) e a recepção da notificação da sua entrega ao mesmo Centro de Mensagens.

$$\text{Tempo de Envio de SMS [s]} = t_{\text{notificação}} - t_{\text{envio}}$$

t_{envio} – momento em que o utilizador inicia o envio de SMS.

$t_{\text{notificação}}$ – momento em que o equipamento móvel, originador da SMS, recebe a confirmação de que a SMS foi entregue ao SMSC.

2.2.1.3 TEMPO DE ENTREGA DE SMS

Este é o tempo que decorre entre o início do envio da SMS para o Centro de Mensagens (SMSC) e a recepção da mesma SMS pelo equipamento terminal de destino.

$$\text{Tempo de Entrega de SMS [s]} = t_{\text{recepção}} - t_{\text{envio}}$$

t_{envio} – momento em que o utilizador inicia o envio de SMS.

$t_{\text{recepção}}$ – momento em que o equipamento terminal de destino recebe a SMS enviada pelo equipamento terminal originador.

As mensagens que não sejam entregues dentro de uma janela temporal de entrega são consideradas como mensagens que falharam e não são contabilizadas no cálculo deste indicador.

2.2.1.4 TAXA DE ENTREGA DE SMS

Esta taxa é a probabilidade de uma SMS ser entregue com sucesso ao destinatário, ou seja, a relação

entre o número de SMS recebidas com sucesso pelo equipamento terminal de destino e o número de SMS enviadas pelo equipamento terminal de origem.

$$\text{Taxa de Entrega de SMS} [\%] = \frac{N.^\circ \text{ de SMS Recebidas com Sucesso}}{N.^\circ \text{ Total de Tentativas de Envio de SMS}} \times 100\%$$

As mensagens que apresentem erros ou que não sejam entregues dentro de uma janela temporal de entrega são consideradas como mensagens que falharam. As mensagens recebidas em duplicado não são contabilizadas para efeitos de taxa de entrega de SMS.

Uma SMS é considerada recebida com erro desde que, pelo menos, um dos seus bits não esteja correcto.

2.2.2 MMS – SERVIÇO DE MENSAGENS MULTIMÉDIA

2.2.2.1 TAXA DE ENVIO DE MMS

A taxa de envio de MMS é a probabilidade de um utilizador ter acesso ao serviço MMS, ou seja, probabilidade de sucesso no envio de MMS.

$$\text{Taxa de Envio de MMS} [\%] = \frac{N.^\circ \text{ de MMS Enviadas com Sucesso}}{N.^\circ \text{ Total de Tentativas de Envio de MMS}} \times 100\%$$

2.2.2.2 VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS

Esta é a velocidade média de transferência de dados no envio de uma MMS.

$$\text{Velocidade de Envio de MMS} [\text{kbits}] = \frac{\text{Dimensão da MMS Enviada} [\text{kbit}]}{\text{Tempo de Envio da MMS} [\text{s}]}$$

Tempo de Envio da MMS – apenas é considerado o tempo "puro" de transferência da MMS, isto é, não é considerado o tempo necessário para iniciar e terminar a sessão de dados correspondente.

2.2.2.3 TAXA DE NOTIFICAÇÃO DE MMS

Esta é a probabilidade do equipamento terminal de destino receber a notificação de uma MMS que tenha sido enviada com sucesso (a mensagem foi adequadamente recebida pelo MMSC).

$$\text{Taxa de Notificação de MMS} [\%] = \frac{N.^\circ \text{ de Notificações de MMS Recebidas}}{N.^\circ \text{ de MMS Enviadas com Sucesso}} \times 100\%$$

2.2.2.4 TAXA DE RECEÇÃO DE MMS

Esta é a probabilidade de uma MMS ser recebida (*downloaded*) com sucesso pelo equipamento terminal de destino, que previamente tenha recebido uma notificação de MMS.

$$\text{Taxa de Recepção de MMS} [\%] = \frac{N.^\circ \text{ de MMS Recebidas com Sucesso}}{N.^\circ \text{ Total de Notificações de MMS Recebidas}} \times 100\%$$

2.2.2.5 VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS

A velocidade de recepção de MMS é a velocidade média de transferência de dados na recepção de uma MMS.

$$\text{Velocidade de Recepção de MMS} [\text{kbps}] = \frac{\text{Dimensão da MMS Recebida} [\text{kbit}]}{\text{Tempo de recepção da MMS} [\text{s}]}$$

Tempo de Recepção da MMS – apenas é considerado o tempo “puro” de transferência da MMS, isto é, não é considerado o tempo necessário para iniciar e terminar a sessão de dados correspondente.

2.2.2.6 TAXA DE ENTREGA DE MMS

A taxa de entrega de MMS é a probabilidade de uma MMS ser entregue com sucesso ao destinatário, ou seja, a relação entre o número de MMS recebidas com sucesso pelo equipamento terminal de destino e o número de MMS enviadas pelo equipamento terminal de origem.

$$\text{Taxa de Entrega de MMS} [\%] = \frac{N.^\circ \text{ de MMS Recebidas com Sucesso}}{N.^\circ \text{ Total de Tentativas de Envio de MMS}} \times 100\%$$

As mensagens que não sejam entregues dentro de uma janela temporal de entrega são consideradas como mensagens falhadas.

2.2.2.7 TEMPO DE ENTREGA DE MMS

O tempo de entrega de MMS é o tempo que decorre entre o início do envio de uma MMS para o Centro de Mensagens (MMSC) e o fim da recepção da mesma MMS pelo equipamento terminal de destino.

$$\text{Tempo de Entrega de MMS} [\text{s}] = t_{\text{fim_recepção}} - t_{\text{início_envio}}$$

$t_{\text{início_envio}}$ – momento em que o utilizador inicia o envio de MMS.

$t_{\text{fim_recepção}}$ – momento em que o equipamento terminal de destino termina a recepção da MMS enviada pelo equipamento terminal originador.

Este parâmetro depende directamente da dimensão da mensagem, pelo que deve ser calculado individualmente para cada dimensão de MMS utilizada nos testes.

As mensagens que não sejam entregues dentro de uma janela temporal de entrega são consideradas como falhadas e não são contabilizadas no cálculo deste indicador. A duração desta janela depende directamente da dimensão da MMS.

2.3 PERFIS DE MEDIDA¹

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

2.3.1 ASPECTOS GERAIS

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

Estes serviços são avaliados extremo-a-extremo, utilizando-se a transmissão de uma mensagem, SMS ou MMS, como unidade base de teste.

As mensagens são originadas e terminadas em equipamentos terminais móveis. No entanto, cada equipamento terminal tem atribuído apenas uma tarefa, isto é, ou originador ou receptor de mensagens.

Os equipamentos terminais são mantidos estáticos em locais com adequada (boa) cobertura radioelétrica e interferência mínima.

Outro aspecto importante para garantir a fiabilidade dos testes consiste em evitar que o terminal móvel seja perturbado pela mensagem seguinte enquanto recebe a anterior. Para isso definiu-se uma pausa adequada entre envios consecutivos de mensagens.

¹ Os perfis de medida, aqui apresentados, têm por base as especificações técnicas ETSI TS 102 250, nomeadamente a parte 5 (ETSI TS 102 250-5 V1.3.1 ...).

Por razões práticas, é definida uma janela de tempo para entrega das mensagens. As mensagens entregues após esta janela temporal são consideradas como falhadas. Também as mensagens que apresentem erros (pelo menos um *bit*) são consideradas falhadas. As mensagens recebidas em duplicado não são contabilizadas para efeitos de taxa de entrega.

Cada mensagem de teste tem associado um identificador único para facilitar a sua identificação na recepção e evitar ambiguidade na correlação entre mensagens enviadas e recebidas. As mensagens recebidas que não sejam válidas (que não tenham sido enviadas pelo terminal originador ou que não façam parte da sessão de teste) são ignoradas.

Os terminais móveis utilizados não apresentam quaisquer limitações de capacidade de memória física que possam afectar o envio ou a recepção de mensagens.

2.3.2 SMS – SERVIÇO DE MENSAGENS CURTAS

A mensagem de teste utilizada nas análises do serviço SMS tem uma dimensão de 120 caracteres e utiliza diferentes símbolos para melhor verificação da integridade dos conteúdos.

Para que possam ser cumpridas as condições definidas na secção anterior os parâmetros de teste do serviço de mensagens SMS devem apresentar os seguintes valores (baseados na especificação técnica ETSI TS 102 250-5):

- ▶ Dimensão da mensagem de teste: 120 caracteres
- ▶ Sequência de caracteres da mensagem de teste: "The quick brown fox jumps over the lazy dog. 1234567890 aeiou QUICK BROWN FOX"
- ▶ Janela temporal para entrega de SMS: 175 s
- ▶ Pausa entre envios consecutivos de SMS: 70 s
- ▶ *Service Accessibility SMS MO Timeout*: 65 s
- ▶ *Access Delay SMS MO Timeout*: 65 s
- ▶ *End-to-end Delivery Time SMS Timeout*: 175 s

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

2.3.3 MMS – SERVIÇO DE MENSAGENS MULTIMÉDIA

O serviço de mensagens MMS permite aos utilizadores o envio de diferentes conteúdos, tais como texto, som e imagem que podem apresentar dimensões muito díspares. O utilizador pode optar por enviar numa mensagem apenas um tipo de conteúdo ou uma mistura destes, o que conduz a dimensões muito heterogéneas das MMS. Neste estudo optou-se pela utilização de uma mensagem composta por texto e imagem estática com dimensão média (para este tipo de serviço).

Os parâmetros de teste dependem directamente da dimensão da MMS. Tendo este aspecto em consideração e também as condições definidas na secção 2.3.1, os parâmetros de teste do serviço de mensagens MMS apresentam os seguintes valores (baseados na especificação técnica ETSI TS 102 250-5):

▶ Dimensão da mensagem enviada:	25 kB
▶ Janela temporal para entrega de MMS:	650 s
▶ Pausa entre envios consecutivos de MMS:	120 s
▶ <i>MMS Send Failure Ratio (MO) Timeout & MMS Send Time (MO) Timeout:</i>	235 s
▶ <i>MMS Retrieval Failure Ratio (MT) Timeout & MMS Retrieval Time (MT) Timeout:</i>	215 s
▶ <i>MMS end-to-end Delivery Failure Ratio Timeout & MMS End-to-end Delivery Time Timeout:</i>	650 s
▶ <i>MMS Notification Failure Ratio Timeout & MMS Notification Time Timeout:</i>	120 s

2.4 SISTEMA DE TESTE/MEDIDA E PÓS-PROCESSAMENTO

Nas medidas de campo e respectivo pós-processamento foi utilizado o sistema *Seven.Five/NetQual*, concebido e desenvolvido pela *SwissQual, A.G.* (Suíça). Trata-se de um conjunto de ferramentas desenhadas especificamente para análise e *benchmarking* de sistemas de comunicações móveis.

O sistema é composto pelos seguintes módulos:

- 7.5 Multi** – Unidade Móvel, com *scanner* de RF e equipamentos terminais móveis comerciais (no estudo realizado foram utilizados terminais NOKIA 6680);
- Land Unit** – Unidade Fixa, com cartas de interface RDIS, utilizada para testes de voz;
- Video Call Server** – Unidade Fixa, com equipamentos terminais móveis comerciais (também NOKIA 6680), utilizado para testes de videotelefonia;

- d. *Media Server* – Unidade Fixa, servidor utilizado para testes de dados e de *videostreaming*;
- e. *NQDI* – Sistema de Pós-processamento, para análise e reporte das medidas realizadas.

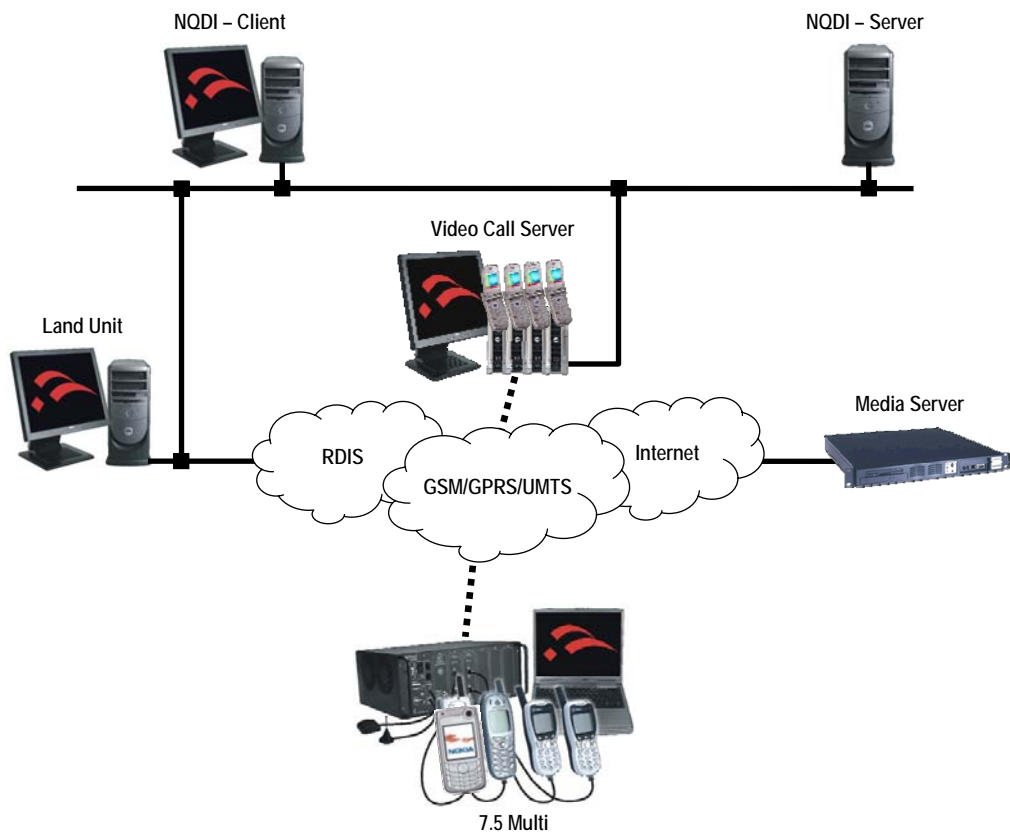


Figura 9 – Arquitectura do sistema *Seven.Five/NetQual*

3 AMOSTRA DO ESTUDO

Para uma adequada avaliação da qualidade dos serviços de mensagens (SMS e MMS), foi escolhida uma amostra representativa da utilização destes serviços.

3.1 LOCAIS DA ANÁLISE

As mensagens de teste foram originadas no Porto e recebidas em Barcarena (os equipamentos de teste e medida colocados nas instalações da ANACOM).

3.2 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Tabela 1 – Amostra, para os três operadores estudados.

	Horas em Medidas	SMS	MMS
Dias Úteis	48 h 02	6.391	3.703
Fim de semana	23 h 58	3.187	1.836
Total	72 h 00	9.578	5.539

3.3 CONDIÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

Para possibilitar uma análise temporal do desempenho dos serviços de mensagens, foram realizados testes durante três períodos de 24 horas, coincidindo dois desses períodos com dias úteis e o outro com o fim-de-semana.

4 RESULTADOS

4.1 SMS – SERVIÇO DE MENSAGENS CURTAS

Sessões de Medidas realizadas em:

- 9 de Julho de 2008, entre as 07h30 e as 23h30;
- 10 de Julho de 2008, entre as 01h20 e as 24h00;
- 11 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 15h20;
- 12 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 18h30;
- 13 de Julho de 2008, entre as 09h00 e as 24h00;
- 14 de Julho de 2008, entre as 10h10 e as 24h00;
- 15 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 01h40.

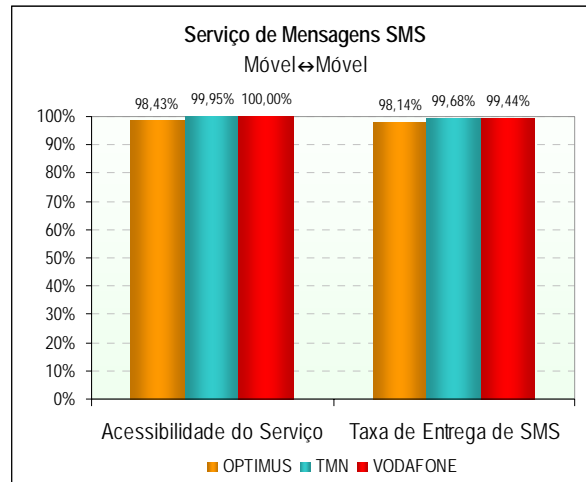
4.1.1 DIAS ÚTEIS

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens SMS	Tentativas de Envio	2.098	2.155	2.138
	Enviadas com Sucesso	2.065	2.154	2.138
	Recebidas com Sucesso	2.059	2.148	2.126
	Acessibilidade do Serviço	98,43%	99,95%	100,00%
	Taxa de Entrega de SMS	98,14%	99,68%	99,44%
	Tempo Médio de Envio [s]	6,5	4,7	5,4
	Tempo Máximo de Envio [s]	10,3	13,1	11,2
	Tempo Mínimo de Envio [s]	3,3	1,6	2,3
	Desvio Padrão [s]	0,4	0,4	0,4
	Tempo Médio de Entrega [s]	8,8	6,9	6,9
	Tempo Máximo de Entrega [s]	90,2	86,0	76,2
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	4,7	2,5	2,5
	Desvio Padrão [s]	3,3	2,3	1,7

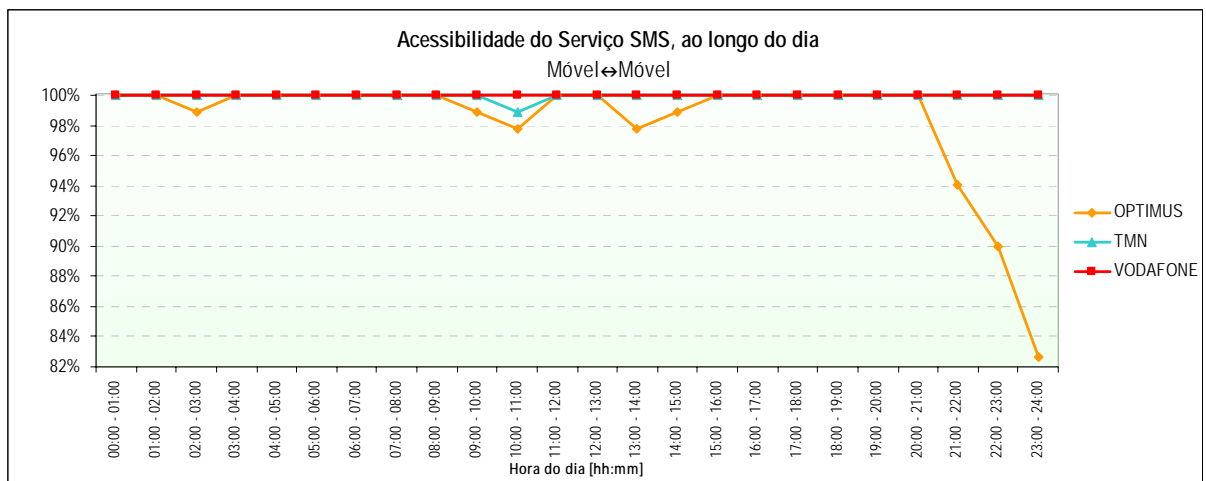
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,6%	0,2%	0,0%
	Taxa de Entrega de SMS	0,7%	0,3%	0,4%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,019	0,018	0,017
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,144	0,099	0,073

Nível de Confiança = 95 %

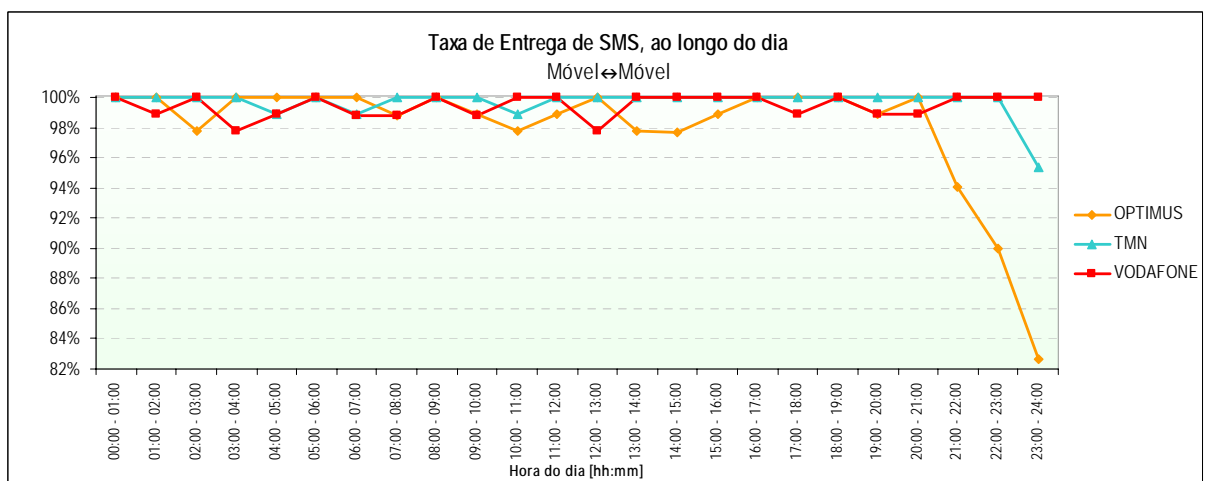
4.1.1.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE ENTREGA DE SMS*



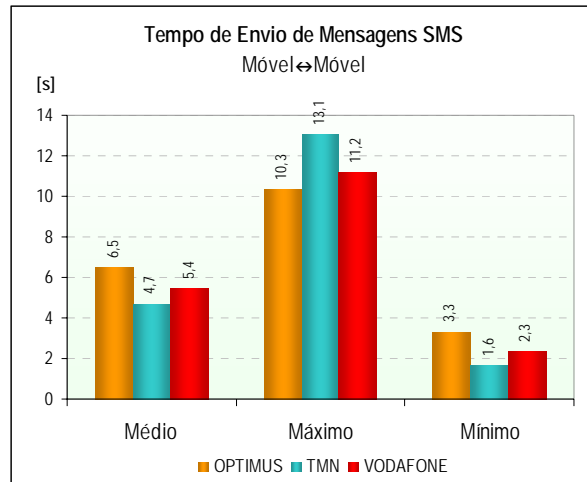
4.1.1.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *ACESSIBILIDADE SMS*, AO LONGO DO DIA



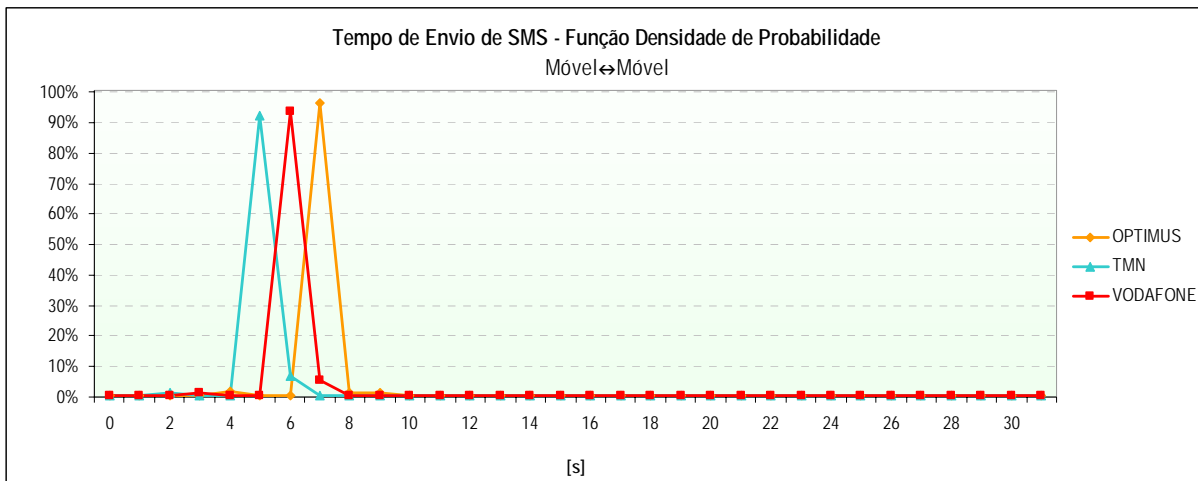
4.1.1.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



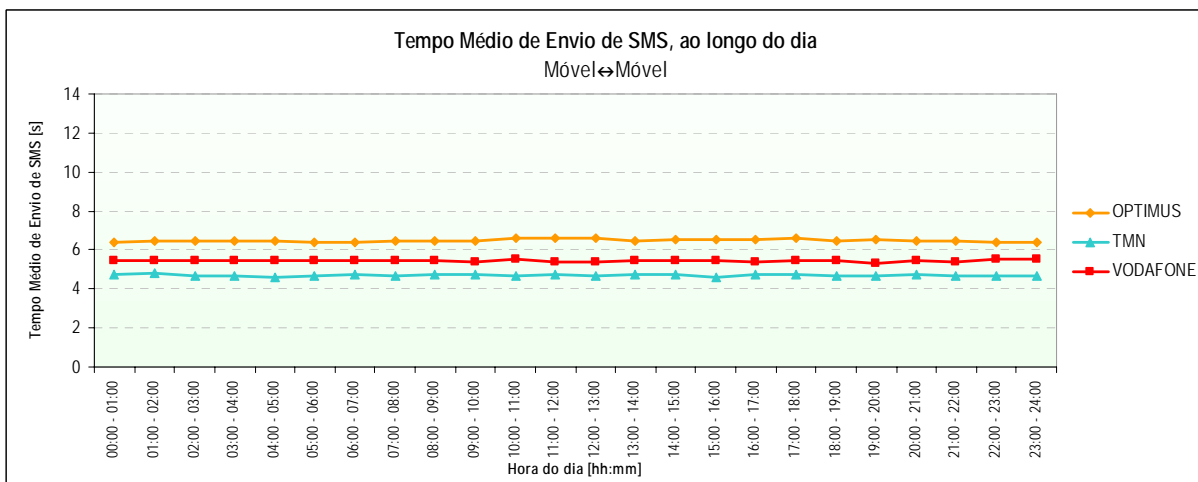
4.1.1.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



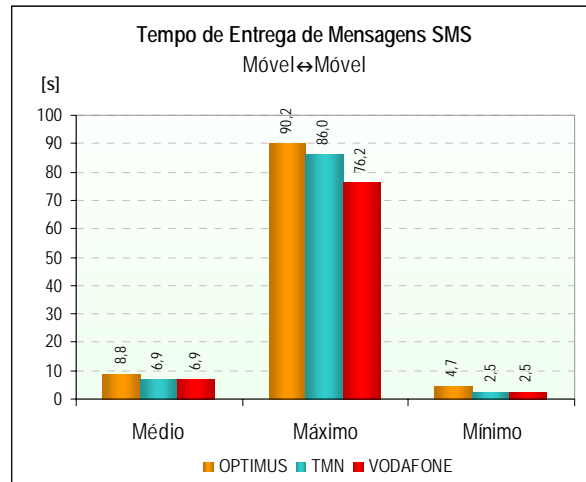
4.1.1.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



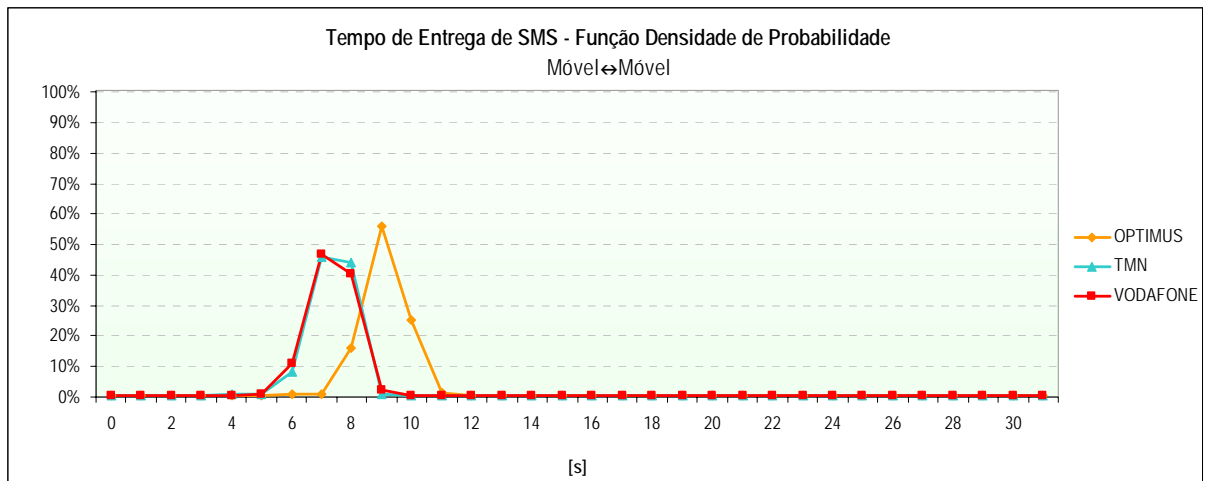
4.1.1.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA



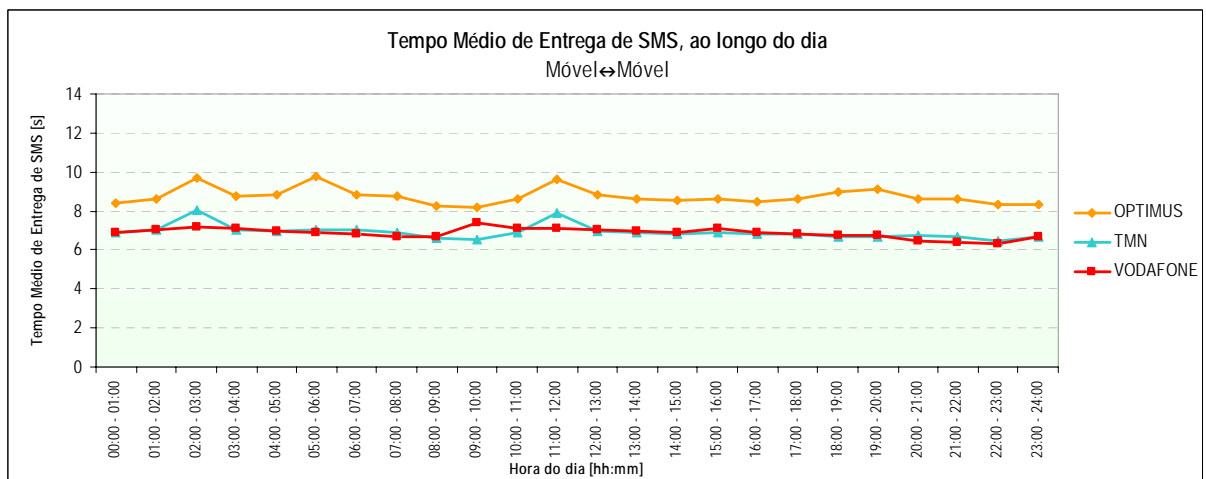
4.1.1.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.1.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.1.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



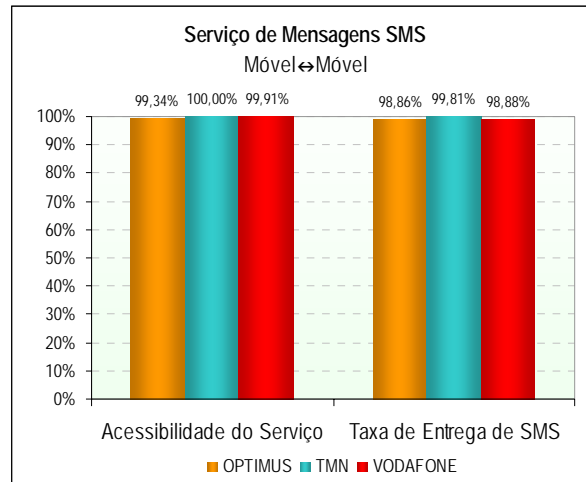
4.1.2 FIM-DE-SEMANA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens SMS	Tentativas de Envio	1.054	1.066	1.067
	Enviadas com Sucesso	1.047	1.066	1.066
	Recebidas com Sucesso	1.042	1.064	1.055
	Acessibilidade do Serviço	99,34%	100,00%	99,91%
	Taxa de Entrega de SMS	98,86%	99,81%	98,88%
	Tempo Médio de Envio [s]	6,5	4,7	5,4
	Tempo Máximo de Envio [s]	10,5	7,1	6,9
	Tempo Mínimo de Envio [s]	3,4	1,6	2,3
	Desvio Padrão [s]	0,4	0,3	0,4
	Tempo Médio de Entrega [s]	8,6	6,9	6,7
	Tempo Máximo de Entrega [s]	89,9	85,8	12,3
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	5,4	3,1	3,2
	Desvio Padrão [s]	2,6	3,0	0,5

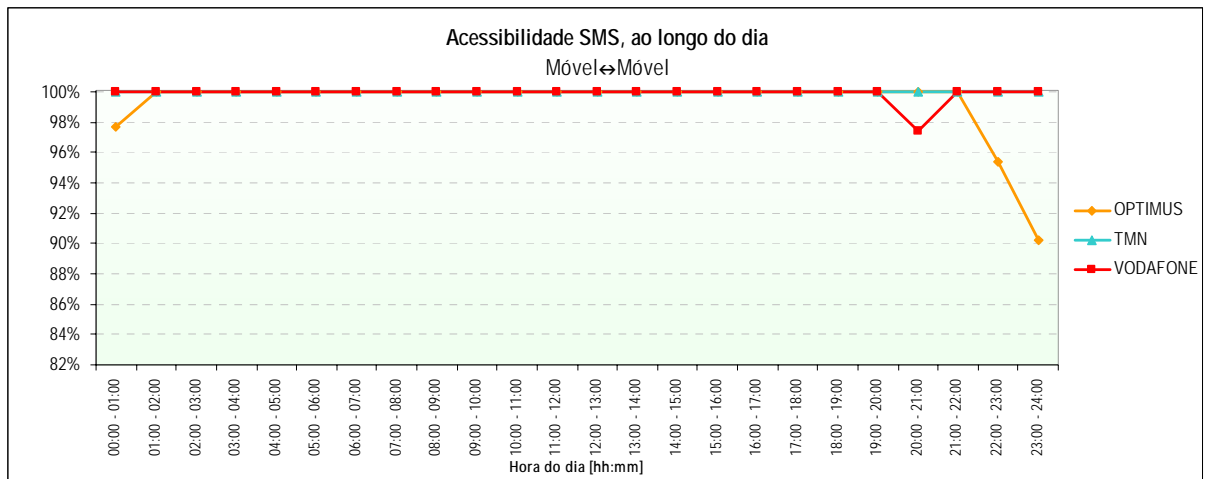
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,7%	0,0%	0,4%
	Taxa de Entrega de SMS	0,8%	0,5%	0,8%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,026	0,019	0,025
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,156	0,177	0,032

Nível de Confiança = 95 %

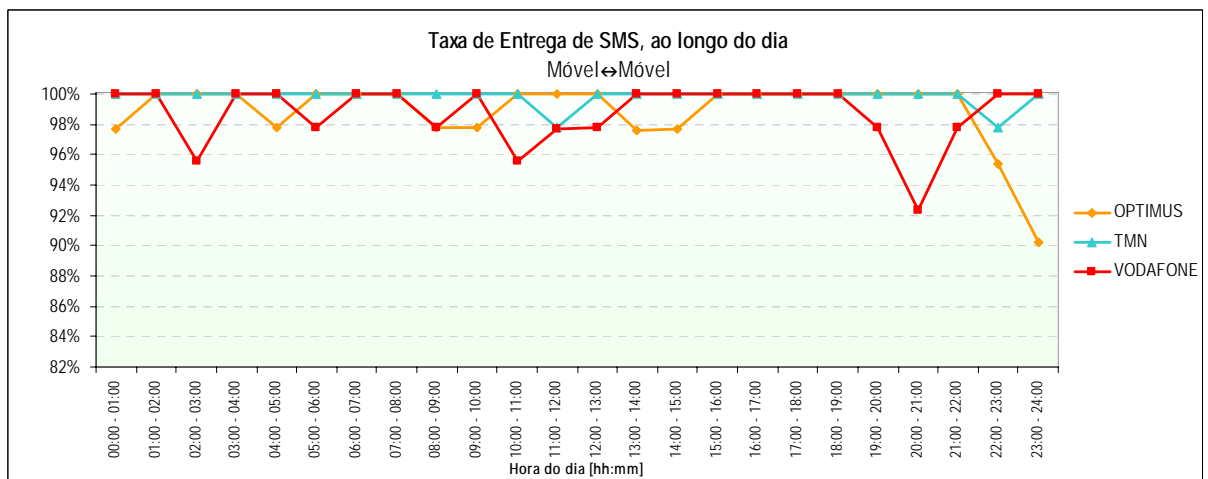
4.1.2.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE ENTREGA DE SMS*



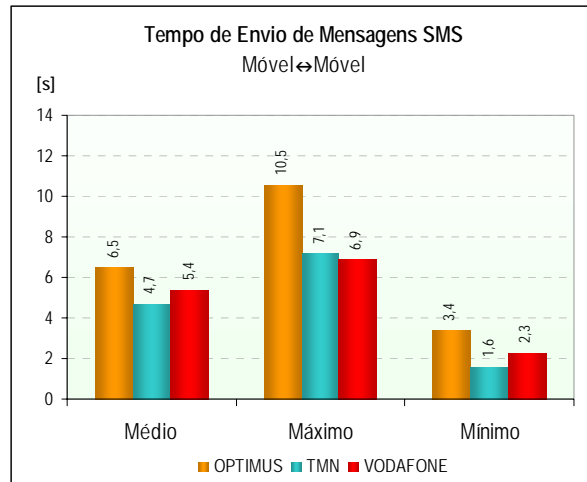
4.1.2.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *ACESSIBILIDADE SMS*, AO LONGO DO DIA



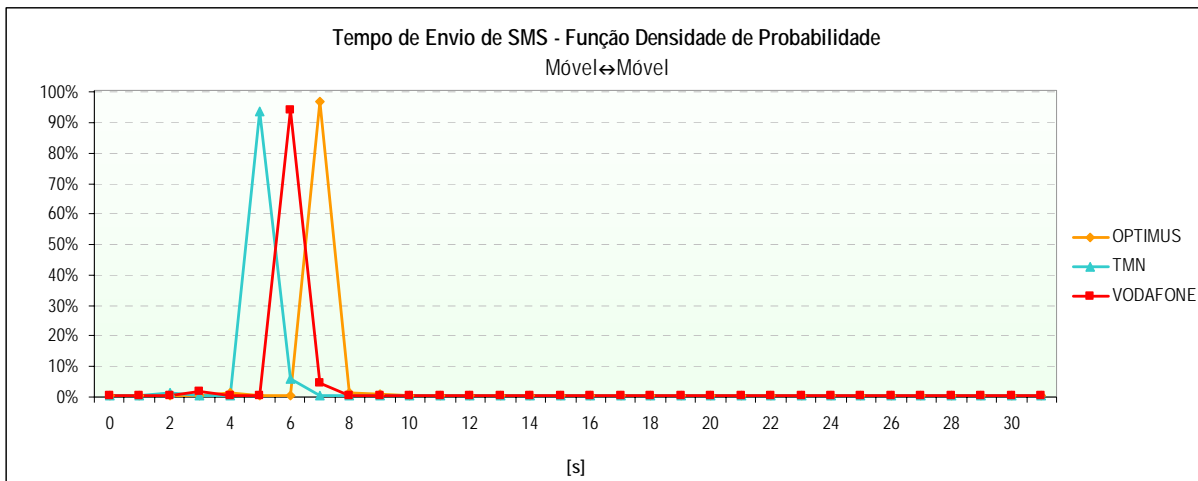
4.1.2.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



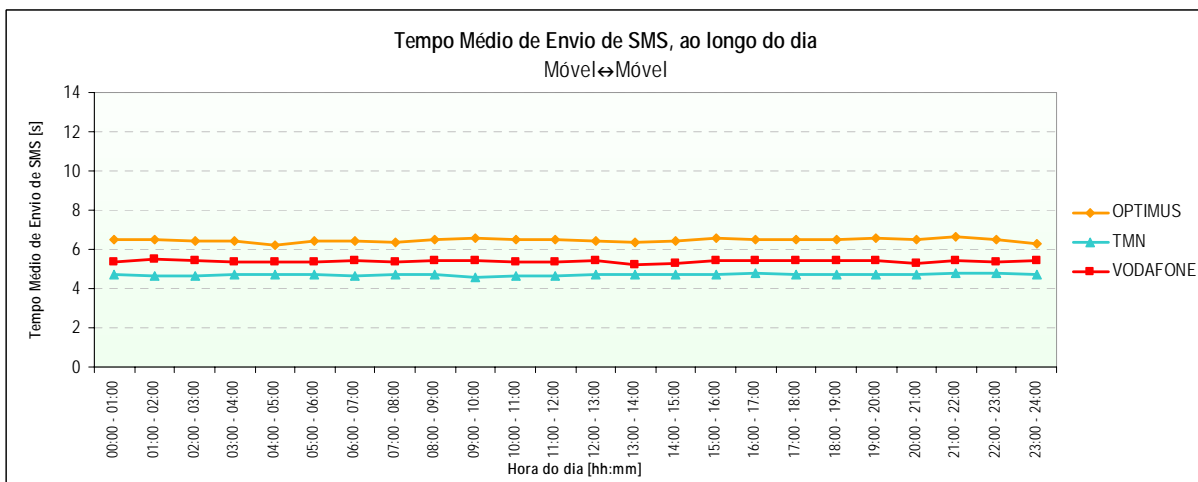
4.1.2.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



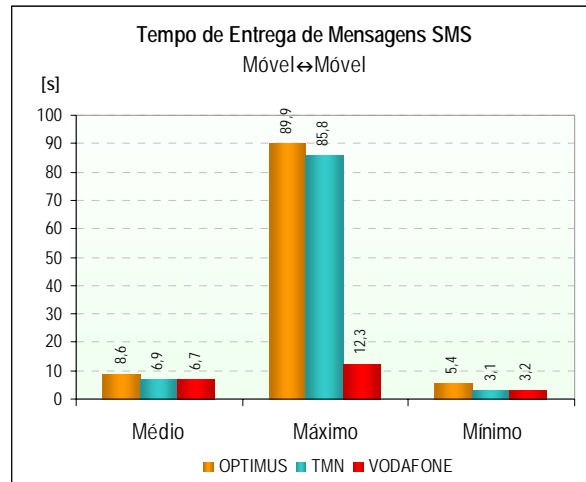
4.1.2.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



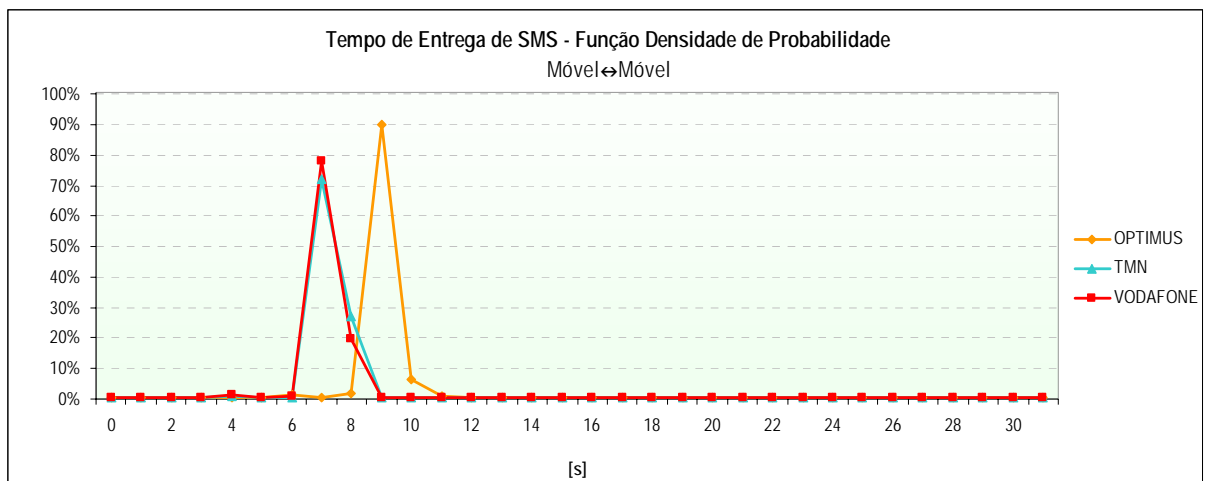
4.1.2.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA



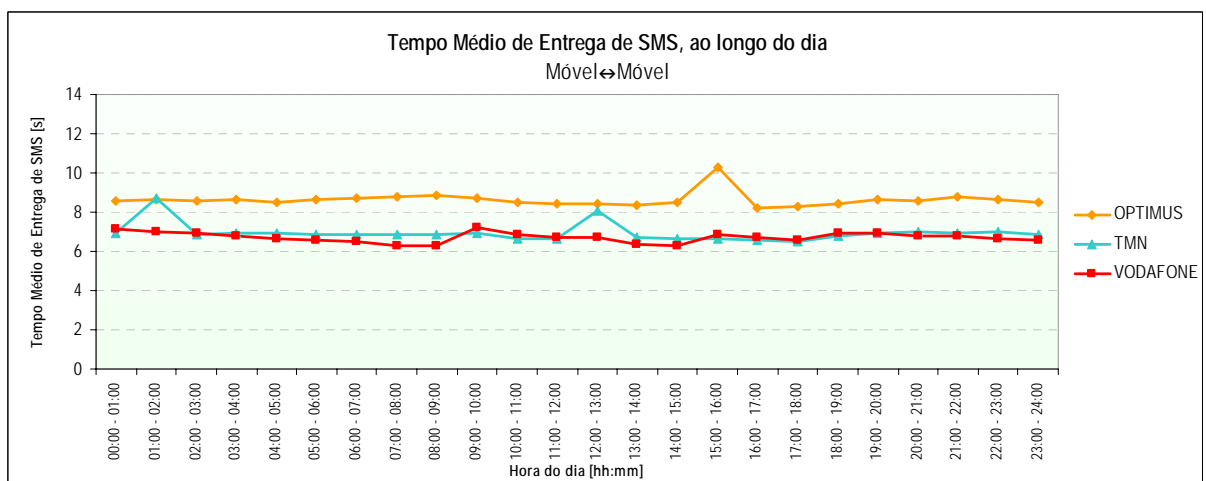
4.1.2.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.2.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.2.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



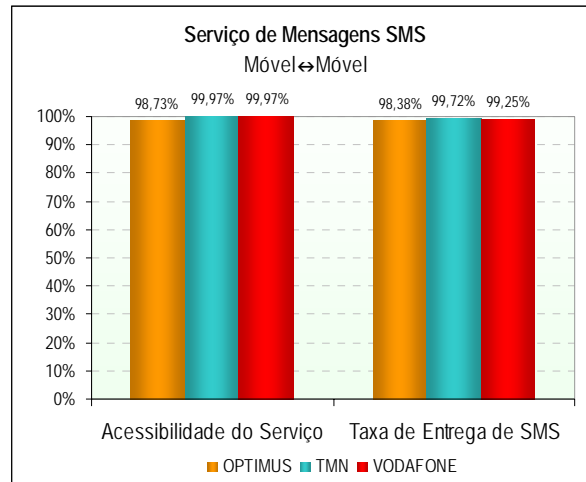
4.1.3 GLOBAL

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens SMS	Tentativas de Envio	3.152	3.221	3.205
	Enviadas com Sucesso	3.112	3.220	3.204
	Recebidas com Sucesso	3.101	3.212	3.181
	Acessibilidade do Serviço	98,73%	99,97%	99,97%
	Taxa de Entrega de SMS	98,38%	99,72%	99,25%
	Tempo Médio de Envio [s]	6,5	4,7	5,4
	Tempo Máximo de Envio [s]	10,5	13,1	11,2
	Tempo Mínimo de Envio [s]	3,3	1,6	2,3
	Desvio Padrão [s]	0,4	0,4	0,4
	Tempo Médio de Entrega [s]	8,7	6,9	6,8
	Tempo Máximo de Entrega [s]	90,2	86,0	76,2
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	4,7	2,5	2,5
	Desvio Padrão [s]	3,1	2,6	1,4

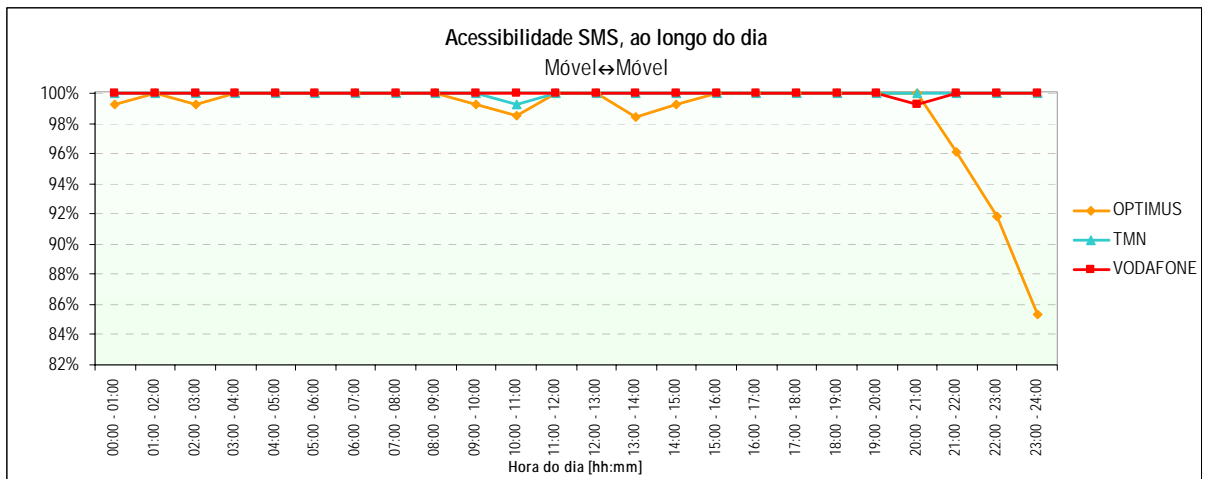
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Acessibilidade do Serviço	0,5%	0,1%	0,1%
	Taxa de Entrega de SMS	0,5%	0,3%	0,4%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,015	0,014	0,014
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,109	0,089	0,050

Nível de Confiança = 95 %

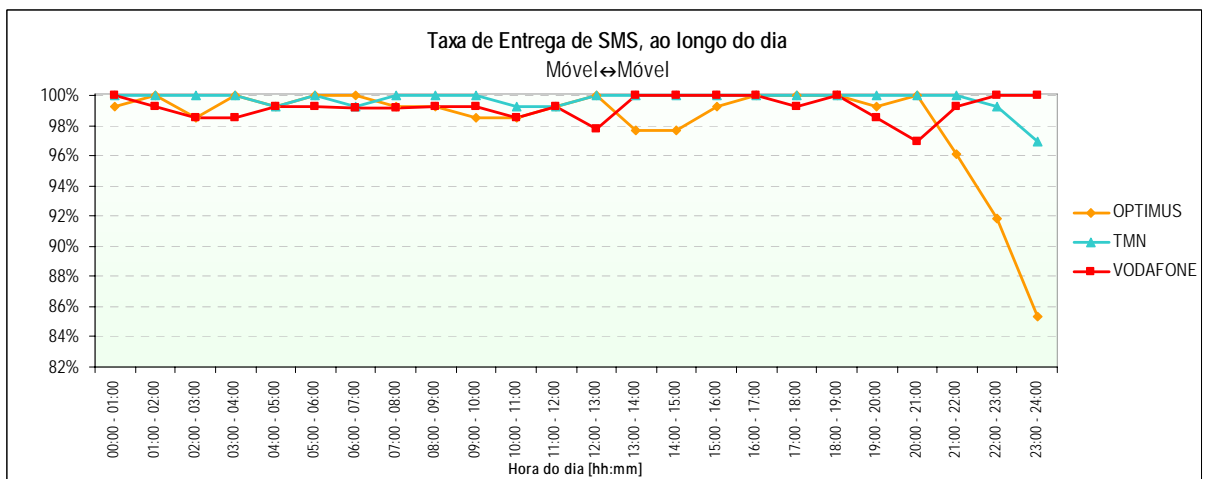
4.1.3.1 INDICADORES *ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO* E *TAXA DE ENTREGA DE SMS*



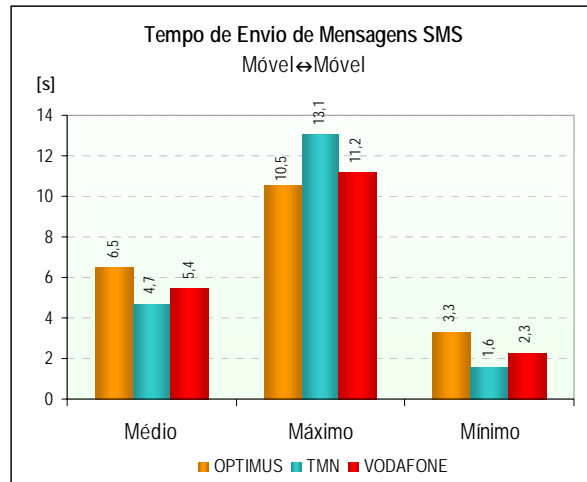
4.1.3.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *ACESSIBILIDADE SMS*, AO LONGO DO DIA



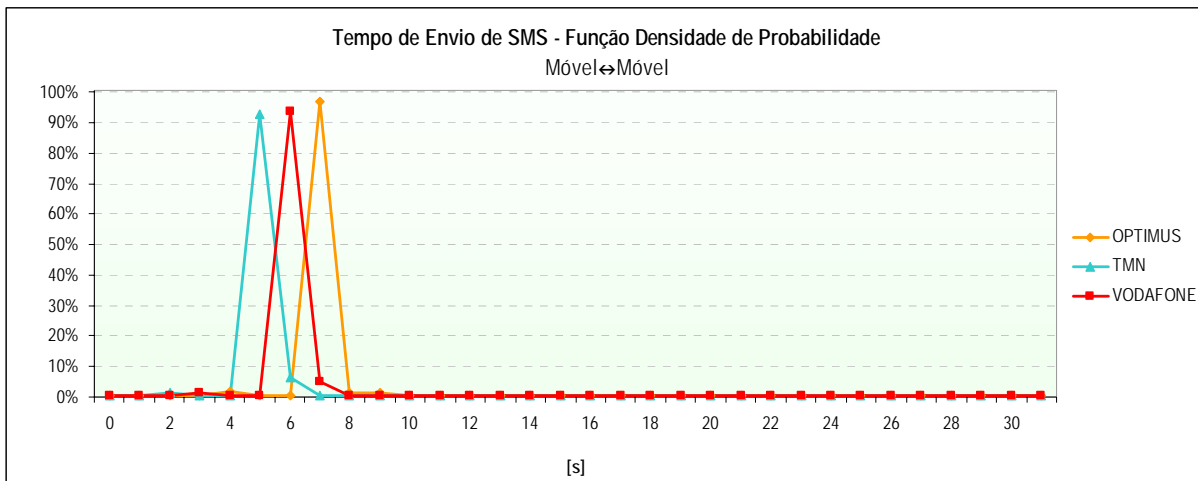
4.1.3.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



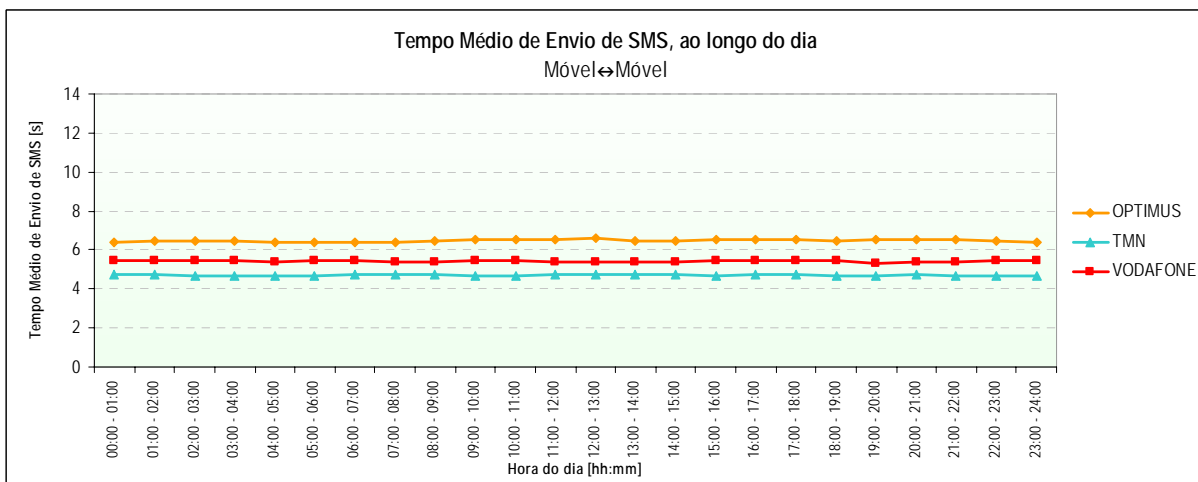
4.1.3.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



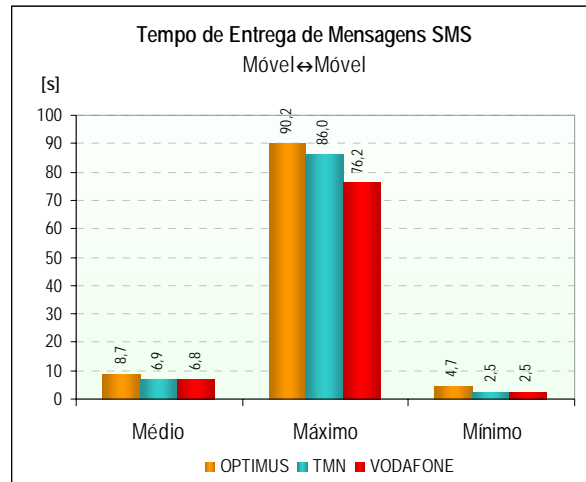
4.1.3.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS*



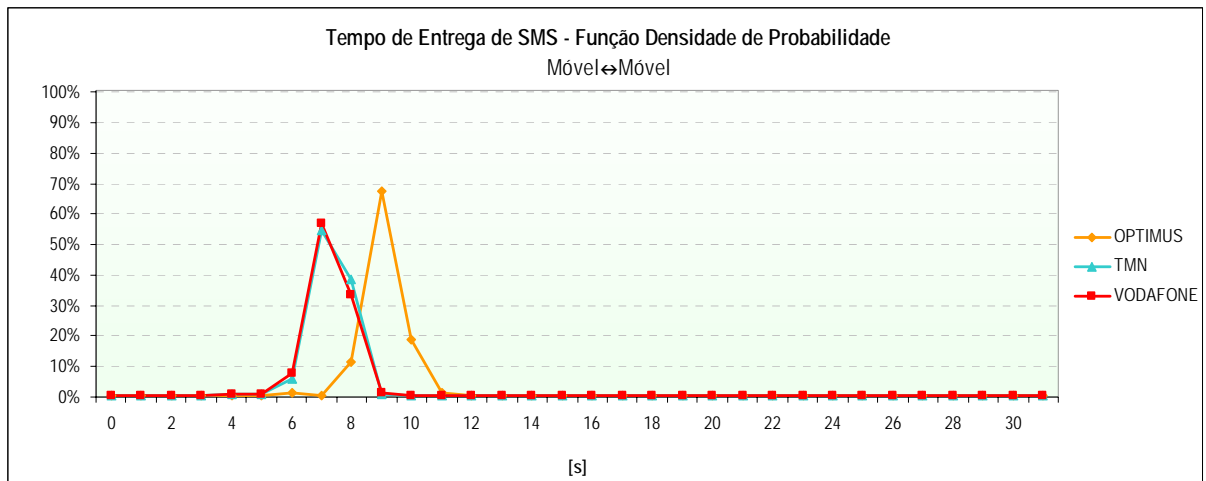
4.1.3.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA



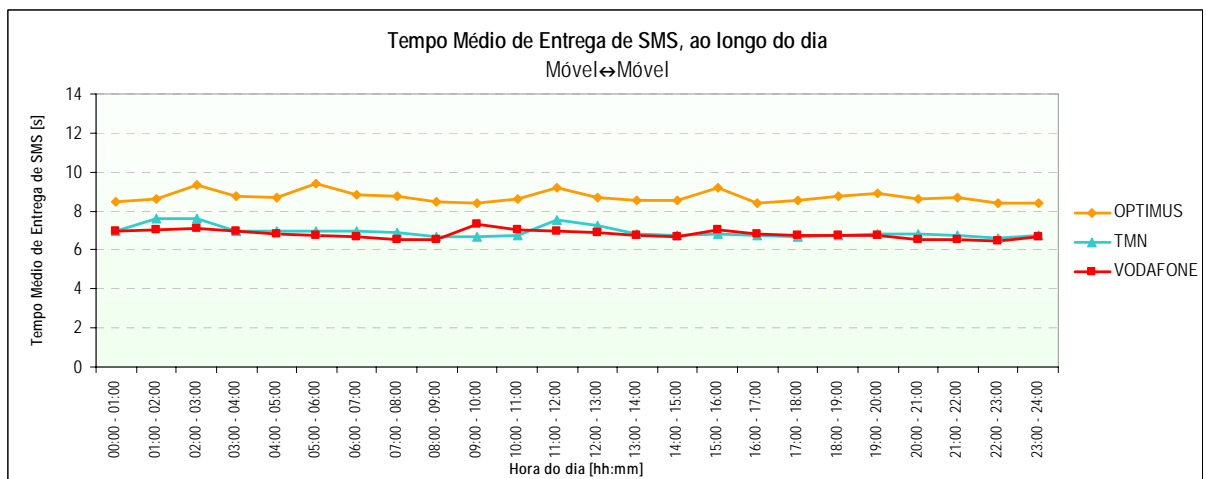
4.1.3.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.3.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



4.1.3.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE SMS*, AO LONGO DO DIA



4.2 MMS – SERVIÇO DE MENSAGENS MULTIMÉDIA

Sessões de Medidas realizadas em:

- 9 de Julho de 2008, entre as 07h30 e as 23h30;
- 10 de Julho de 2008, entre as 01h20 e as 24h00;
- 11 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 15h20;
- 12 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 18h30;
- 13 de Julho de 2008, entre as 09h00 e as 24h00;
- 14 de Julho de 2008, entre as 10h10 e as 24h00;
- 15 de Julho de 2008, entre as 00h00 e as 01h40.

4.2.1 DIAS ÚTEIS

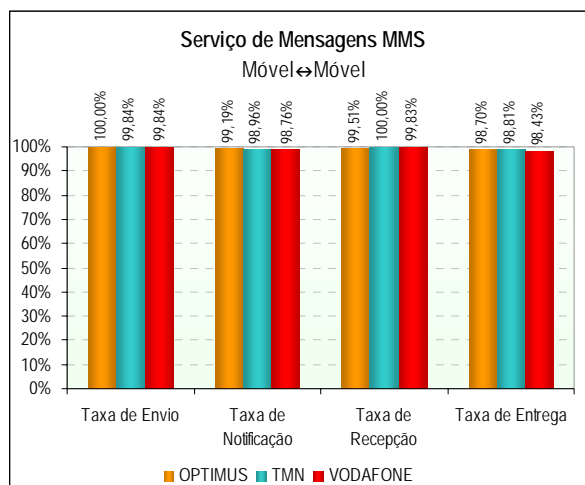
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens MMS	Tentativas de Envio	1.233	1.256	1.214
	Enviadas com Sucesso	1.233	1.254	1.212
	Notificações Recebidas pelo Receptor	1.223	1.241	1.197
	Recebidas com Sucesso	1.217	1.241	1.195
	Taxa de Envio	100,00%	99,84%	99,84%
	Taxa de Notificação	99,19%	98,96%	98,76%
	Taxa de Recepção	99,51%	100,00%	99,83%
	Taxa de Entrega	98,70%	98,81%	98,43%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	43,9	44,9	31,6
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	47,3	46,4	33,1
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	9,3	19,3	5,0
	Desvio Padrão [kbps]	3,2	3,3	1,9
	Velocidade Média de Recepção [kbps]	43,4	10,9	39,1
	Velocidade Máxima de Recepção [kbps]	46,0	48,3	44,2
	Velocidade Mínima de Recepção [kbps]	22,3	3,9	2,4
	Desvio Padrão [kbps]	1,9	2,1	7,7
	Tempo Médio de Entrega [s]	34,7	52,4	35,3
	Tempo Máximo de Entrega [s]	565,0	196,0	110,0
Tempo Mínimo de Entrega [s]	27,0	31,0	27,0	
Desvio Padrão [s]	26,5	13,5	6,9	

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Taxa de Envio de MMS	0,0%	0,4%	0,4%
	Taxa de Notificação de MMS	0,7%	0,7%	0,8%
	Taxa de Recepção de MMS	0,6%	0,0%	0,4%
	Taxa de Entrega de MMS	0,8%	0,8%	0,9%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,2	0,2	0,1
	Velocidade de Recepção de MMS [kbps]	0,1	0,1	0,4
	Tempo de Entrega de MMS [s]	1,488	0,754	0,392

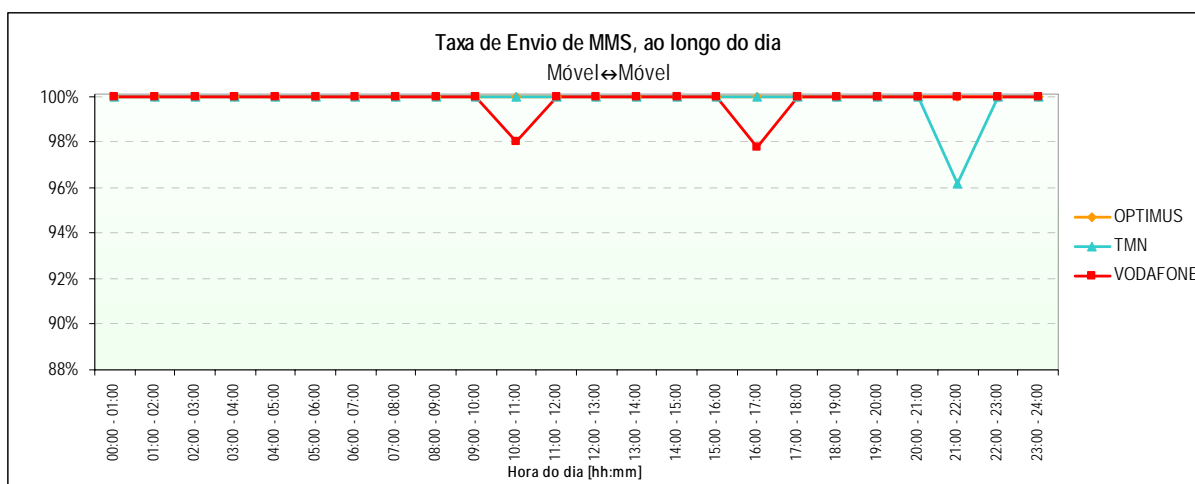
Nível de Confiança = 95 %



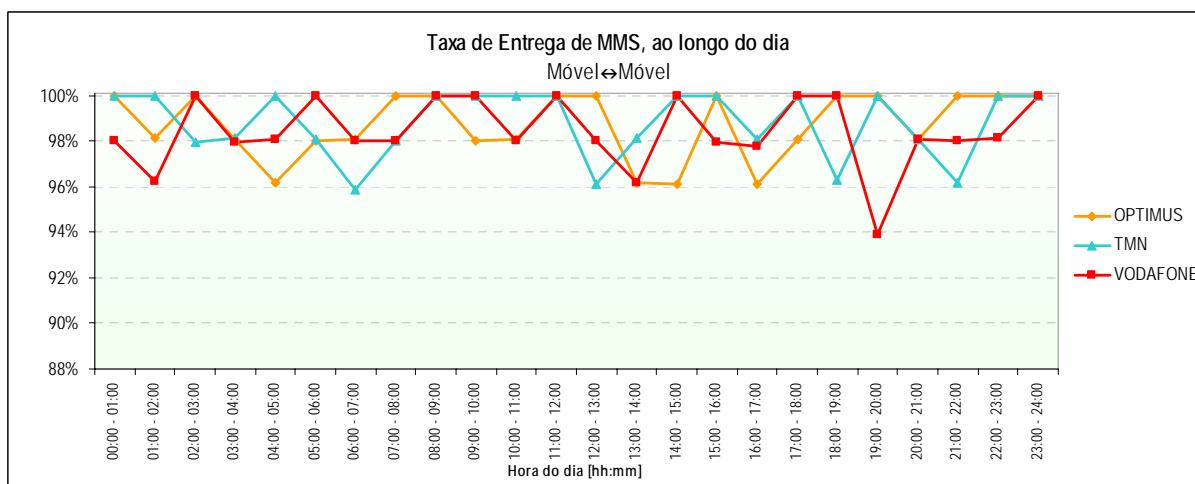
4.2.1.1 INDICADORES *TAXA DE ENVIO, NOTIFICAÇÃO, RECEÇÃO E ENTREGA DE MMS*



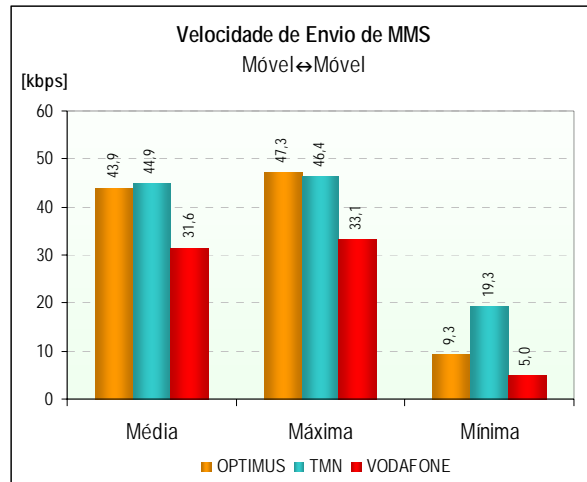
4.2.1.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENVIO DE MMS*, AO LONGO DO DIA



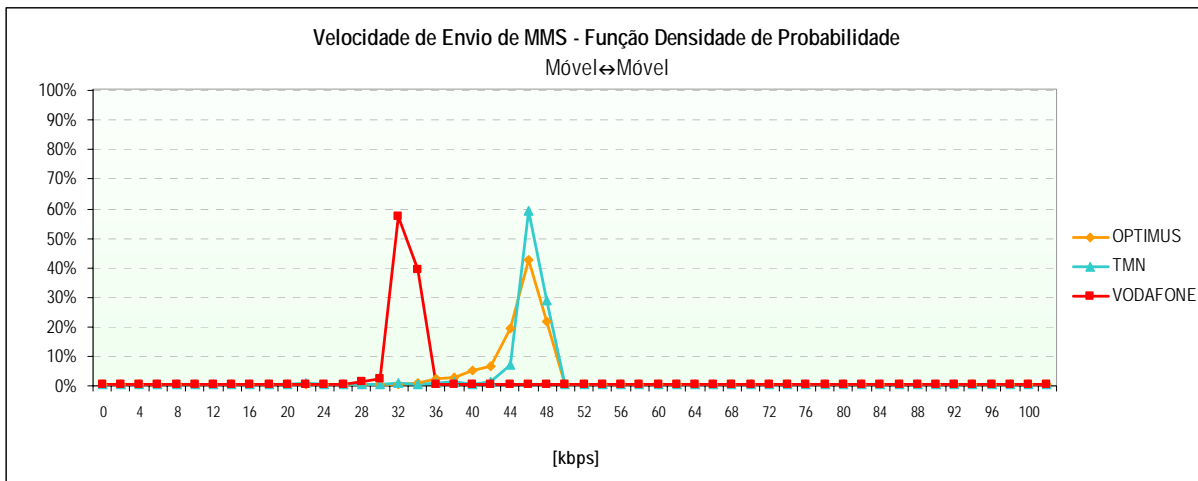
4.2.1.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE MMS*, AO LONGO DO DIA



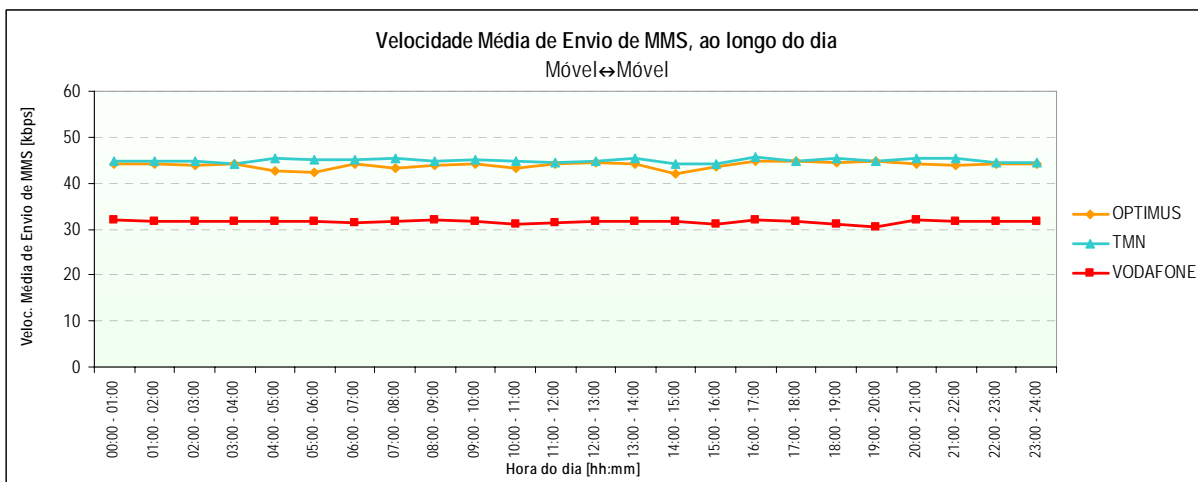
4.2.1.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



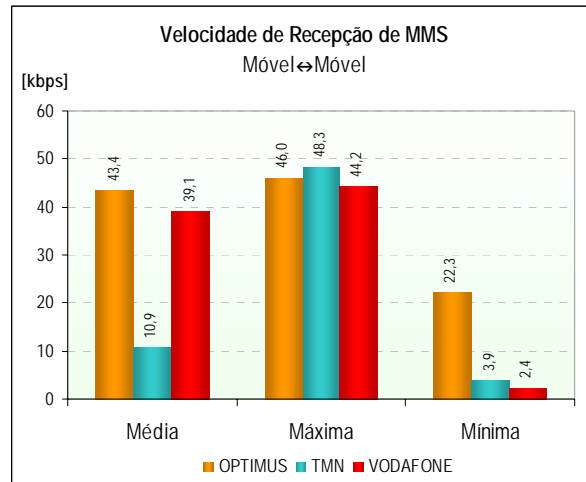
4.2.1.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



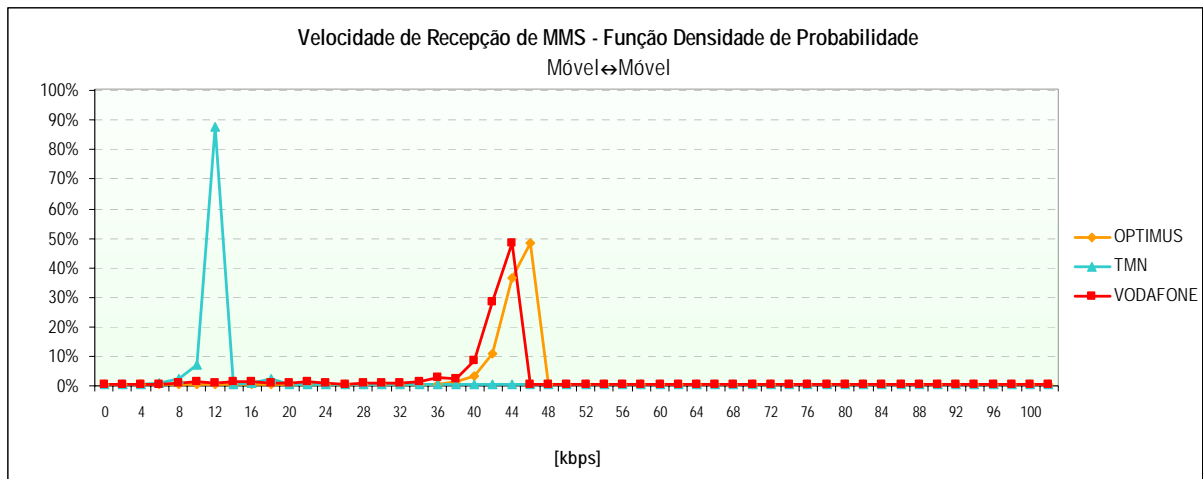
4.2.1.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



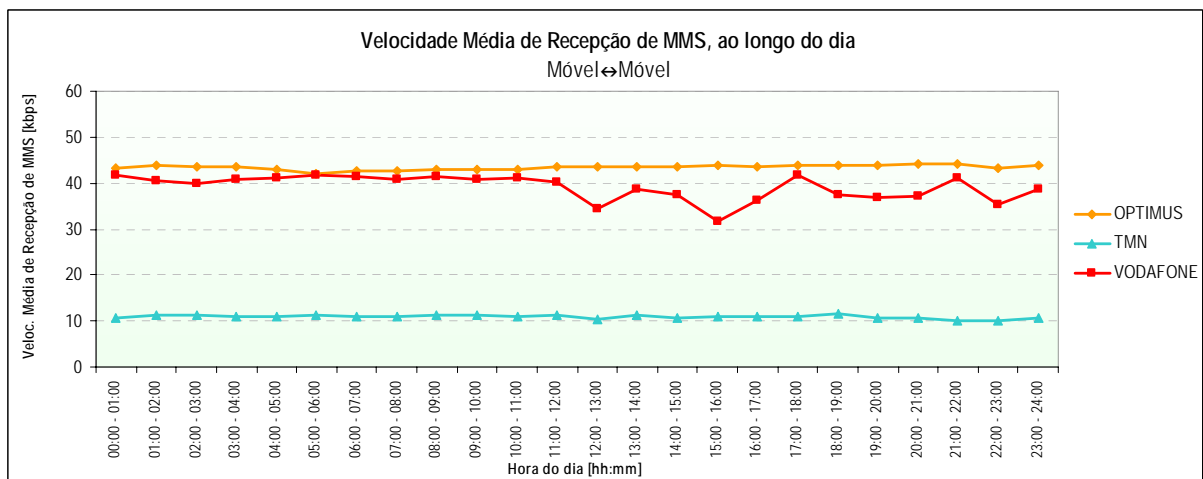
4.2.1.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



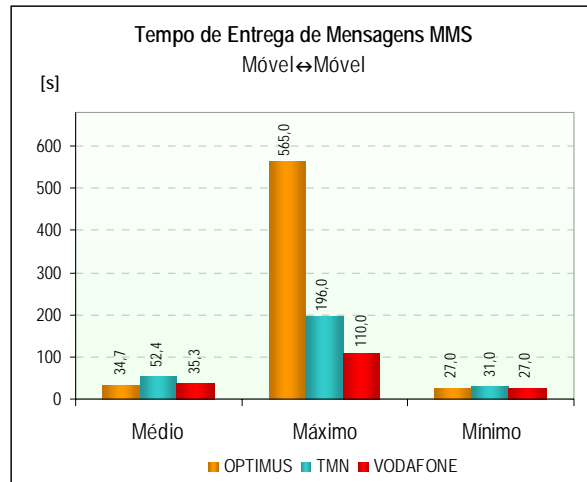
4.2.1.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



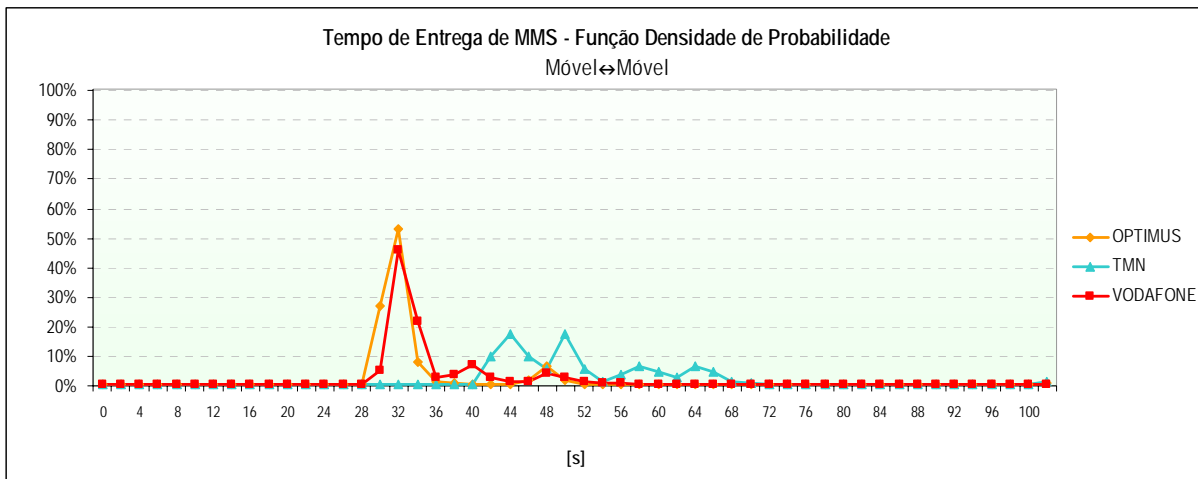
4.2.1.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA



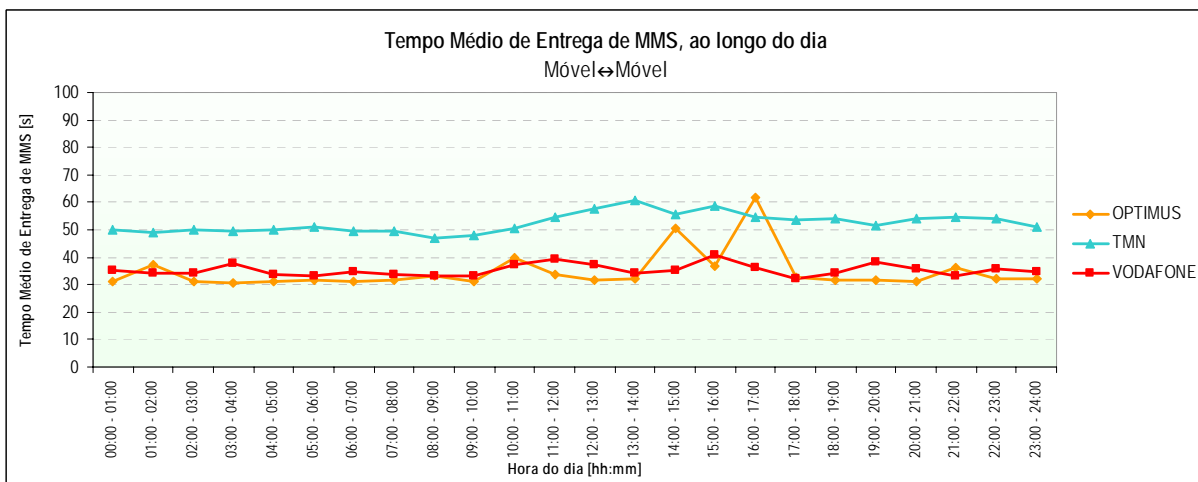
4.2.1.10 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.1.11 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.1.12 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE MMS*, AO LONGO DO DIA



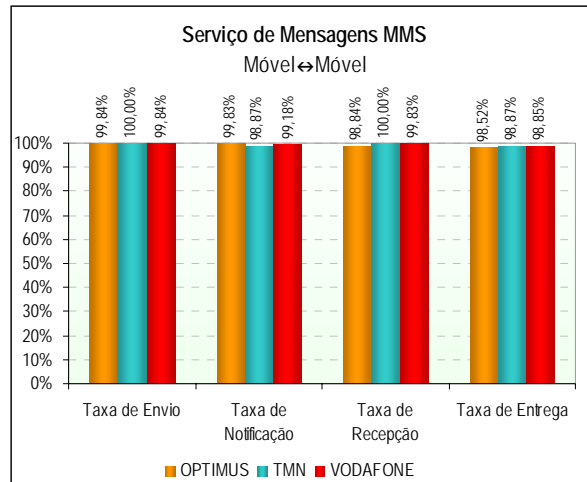
4.2.2 FIM-DE-SEMANA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens MMS	Tentativas de Envio	607	621	608
	Enviadas com Sucesso	606	621	607
	Notificações Recebidas pelo Receptor	605	614	602
	Recebidas com Sucesso	598	614	601
	Taxa de Envio	99,84%	100,00%	99,84%
	Taxa de Notificação	99,83%	98,87%	99,18%
	Taxa de Recepção	98,84%	100,00%	99,83%
	Taxa de Entrega	98,52%	98,87%	98,85%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	42,3	44,9	31,8
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	46,9	46,5	32,9
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	20,9	20,7	18,6
	Desvio Padrão [kbps]	3,4	3,1	0,9
	Velocidade Média de Recepção [kbps]	42,5	10,9	38,6
	Velocidade Máxima de Recepção [kbps]	45,8	46,5	44,1
	Velocidade Mínima de Recepção [kbps]	20,0	4,8	4,1
	Desvio Padrão [kbps]	2,3	2,0	8,4
	Tempo Médio de Entrega [s]	33,7	55,2	35,1
	Tempo Máximo de Entrega [s]	415,0	648,0	85,0
Tempo Mínimo de Entrega [s]	29,0	26,0	29,0	
Desvio Padrão [s]	16,5	44,0	6,6	

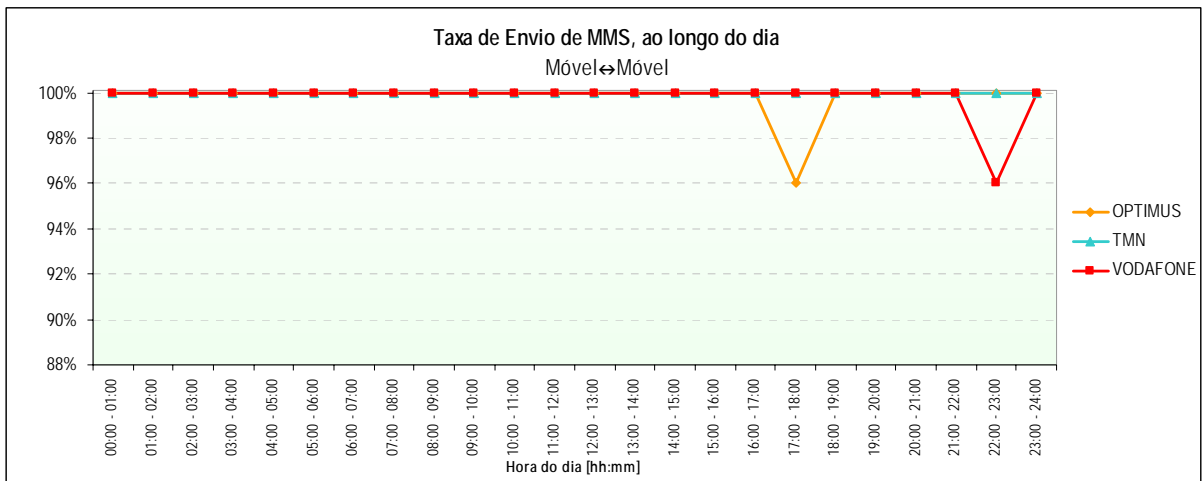
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Taxa de Envio de MMS	0,7%	0,0%	0,7%
	Taxa de Notificação de MMS	0,8%	1,2%	1,1%
	Taxa de Recepção de MMS	1,2%	0,0%	0,8%
	Taxa de Entrega de MMS	1,3%	1,2%	1,2%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,3	0,2	0,1
	Velocidade de Recepção de MMS [kbps]	0,2	0,2	0,7
	Tempo de Entrega de MMS [s]	1,320	3,479	0,530

Nível de Confiança = 95 %

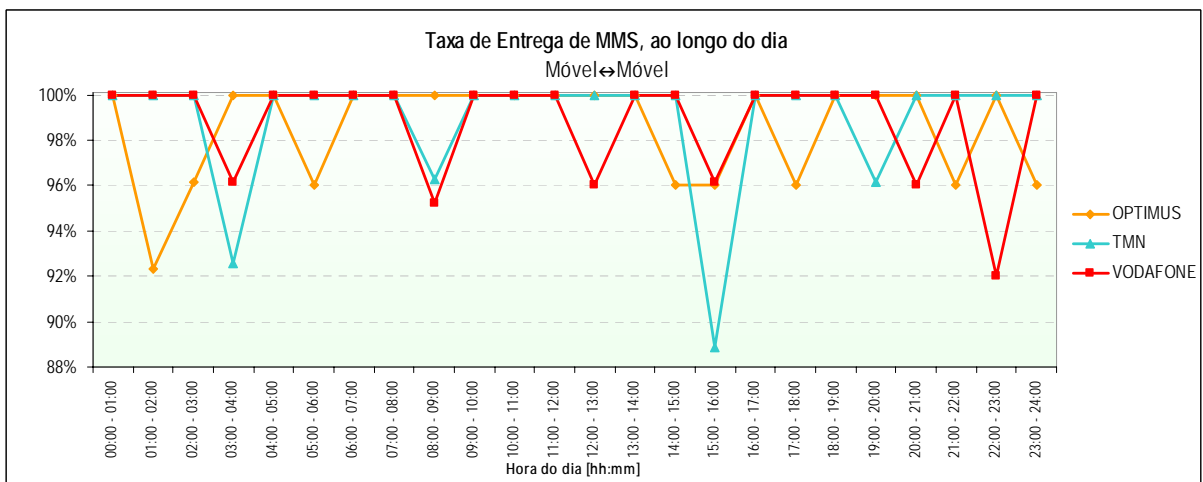
4.2.2.1 INDICADORES *TAXA DE ENVIO, NOTIFICAÇÃO, RECEÇÃO E ENTREGA DE MMS*



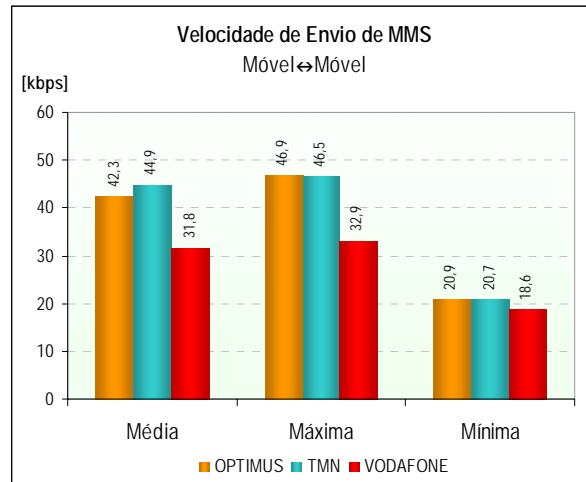
4.2.2.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA*



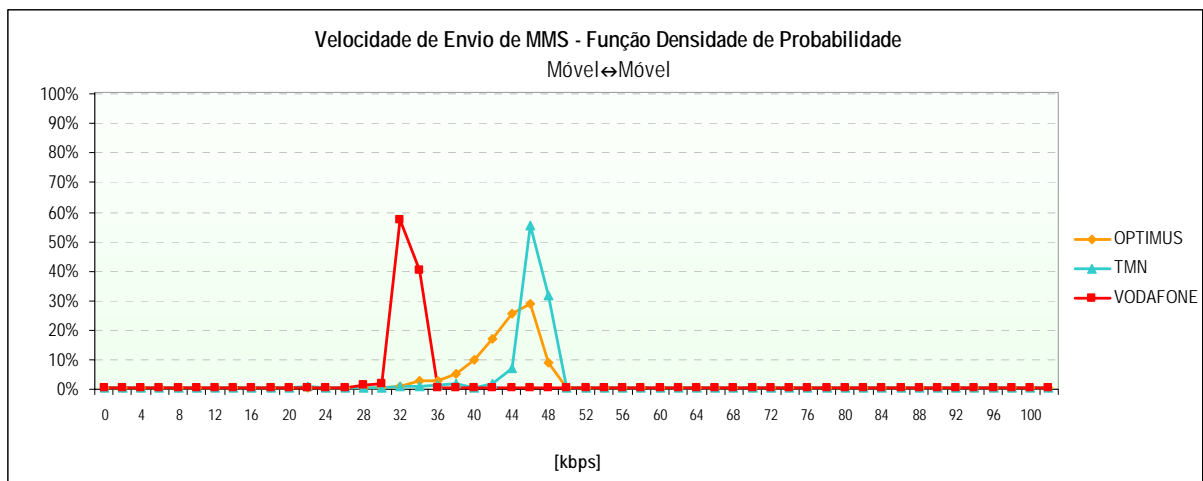
4.2.2.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE MMS, AO LONGO DO DIA*



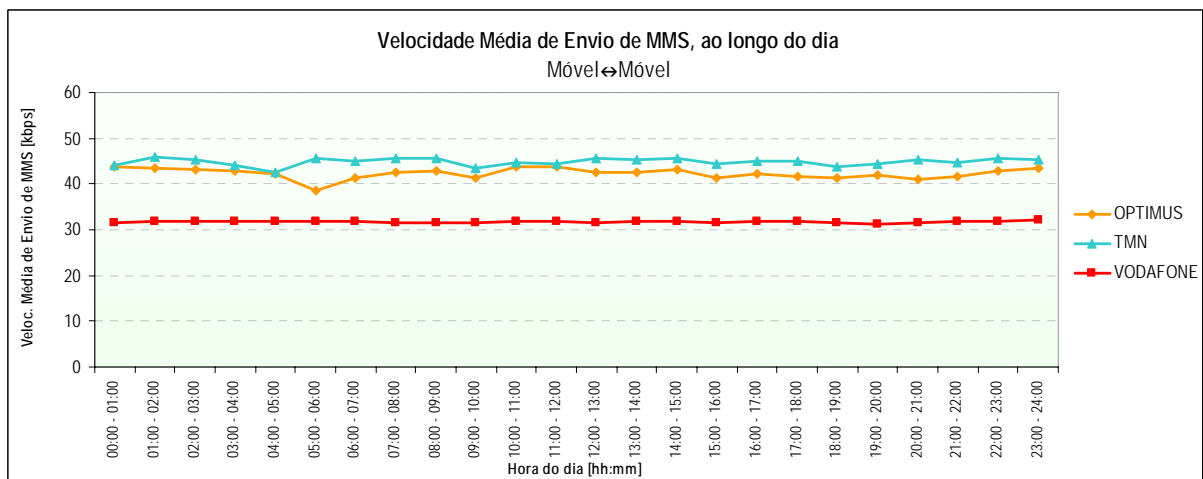
4.2.2.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



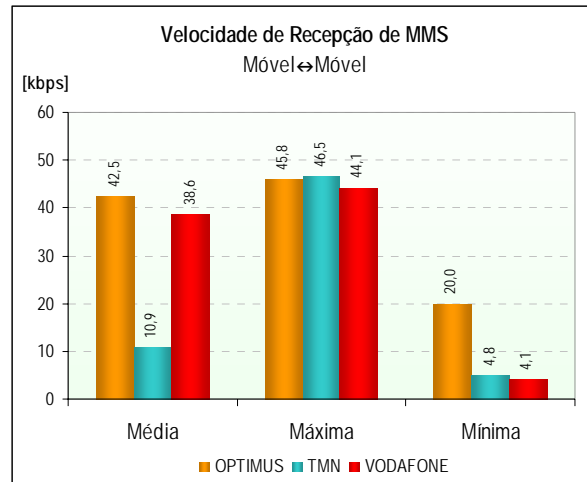
4.2.2.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



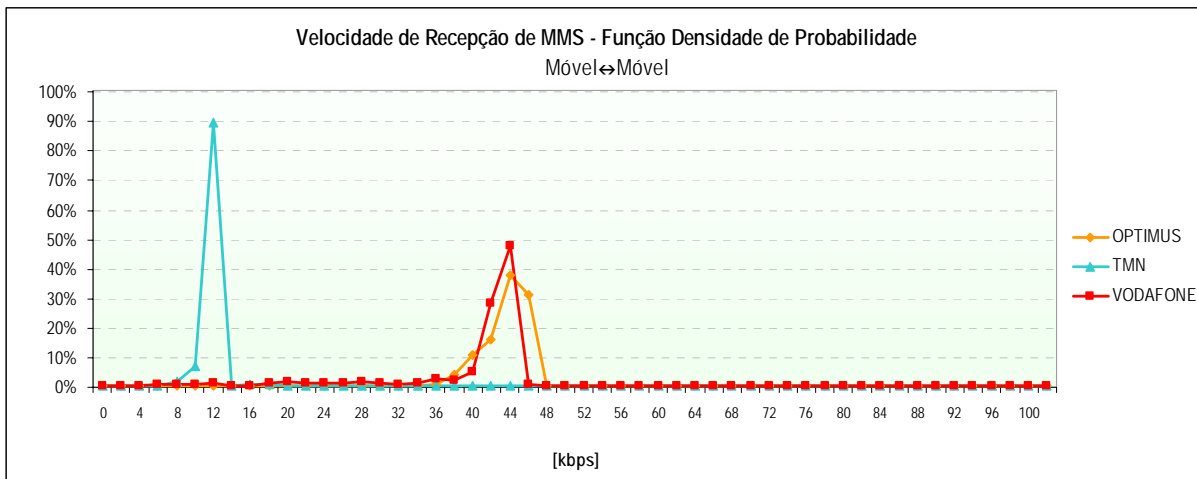
4.2.2.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



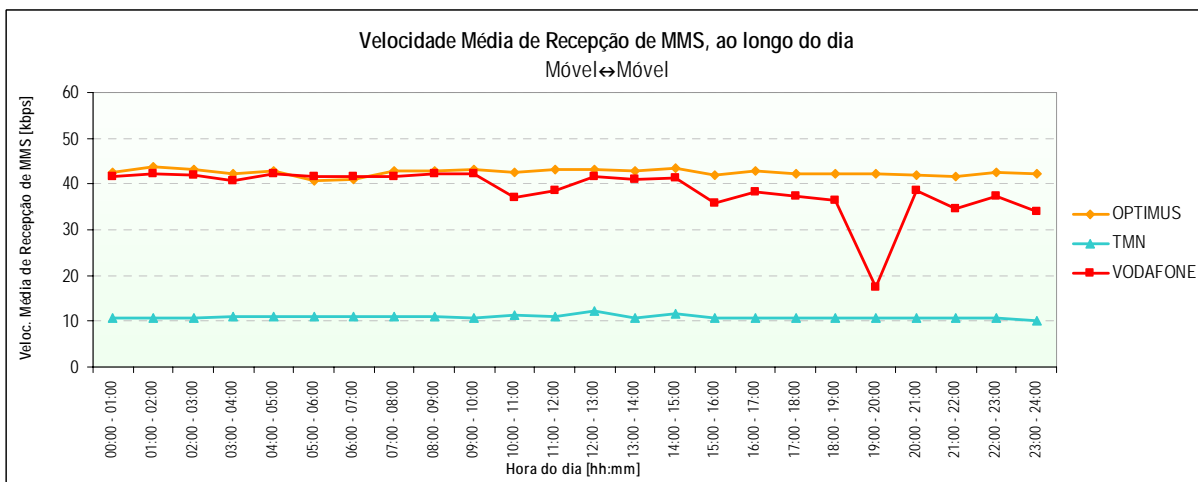
4.2.2.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEPÇÃO DE MMS



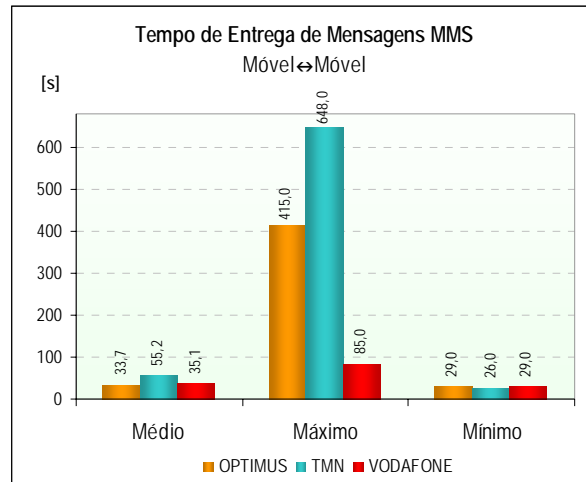
4.2.2.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEPÇÃO DE MMS



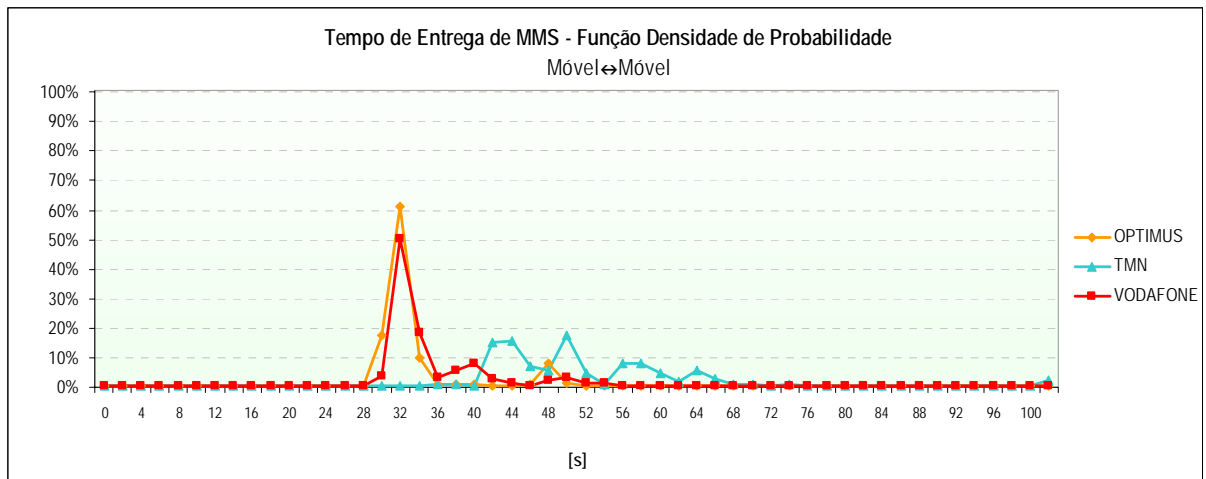
4.2.2.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEPÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA



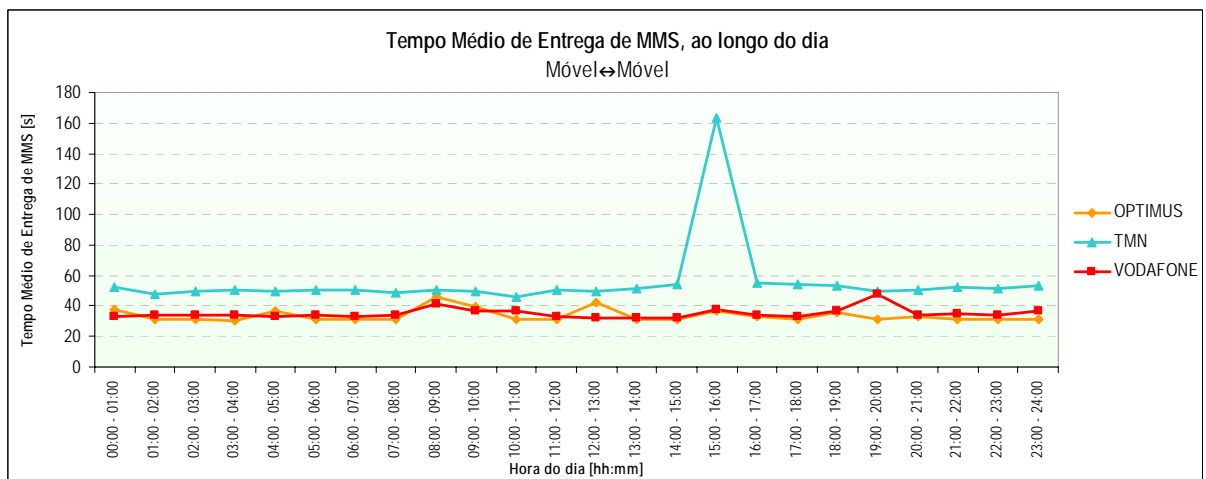
4.2.2.10 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.2.11 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.2.12 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE MMS*, AO LONGO DO DIA



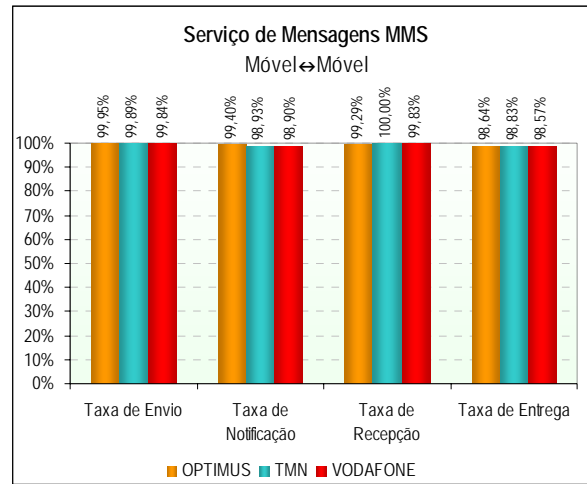
4.2.3 GLOBAL

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Mensagens MMS	Tentativas de Envio	1.840	1.877	1.822
	Enviadas com Sucesso	1.839	1.875	1.819
	Notificações Recebidas pelo Receptor	1.828	1.855	1.799
	Recebidas com Sucesso	1.815	1.855	1.796
	Taxa de Envio	99,95%	99,89%	99,84%
	Taxa de Notificação	99,40%	98,93%	98,90%
	Taxa de Recepção	99,29%	100,00%	99,83%
	Taxa de Entrega	98,64%	98,83%	98,57%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	43,4	44,9	31,6
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	47,3	46,5	33,1
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	9,3	19,3	5,0
	Desvio Padrão [kbps]	3,3	3,2	1,7
	Velocidade Média de Recepção [kbps]	43,1	10,9	39,0
	Velocidade Máxima de Recepção [kbps]	46,0	48,3	44,2
	Velocidade Mínima de Recepção [kbps]	20,0	3,9	2,4
	Desvio Padrão [kbps]	2,1	2,1	7,9
Tempo Médio de Entrega [s]	34,4	53,4	35,2	
Tempo Máximo de Entrega [s]	565,0	648,0	110,0	
Tempo Mínimo de Entrega [s]	27,0	26,0	27,0	
Desvio Padrão [s]	23,7	27,6	6,8	

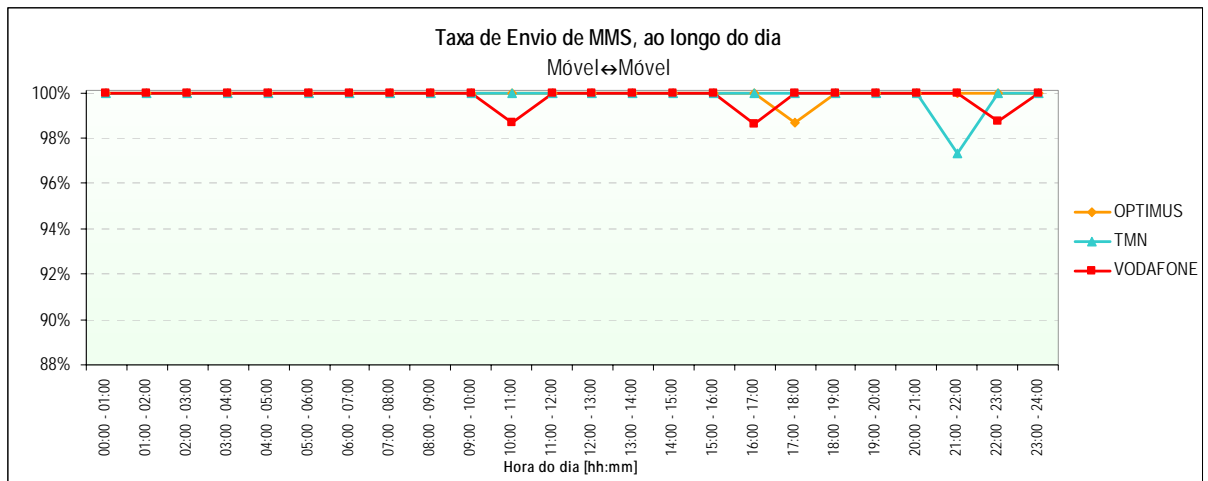
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
Erro de Precisão	Taxa de Envio de MMS	0,2%	0,3%	0,3%
	Taxa de Notificação de MMS	0,5%	0,6%	0,6%
	Taxa de Recepção de MMS	0,5%	0,0%	0,3%
	Taxa de Entrega de MMS	0,6%	0,6%	0,7%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,2	0,1	0,1
	Velocidade de Recepção de MMS [kbps]	0,1	0,1	0,4
	Tempo de Entrega de MMS [s]	1,088	1,258	0,315

Nível de Confiança = 95 %

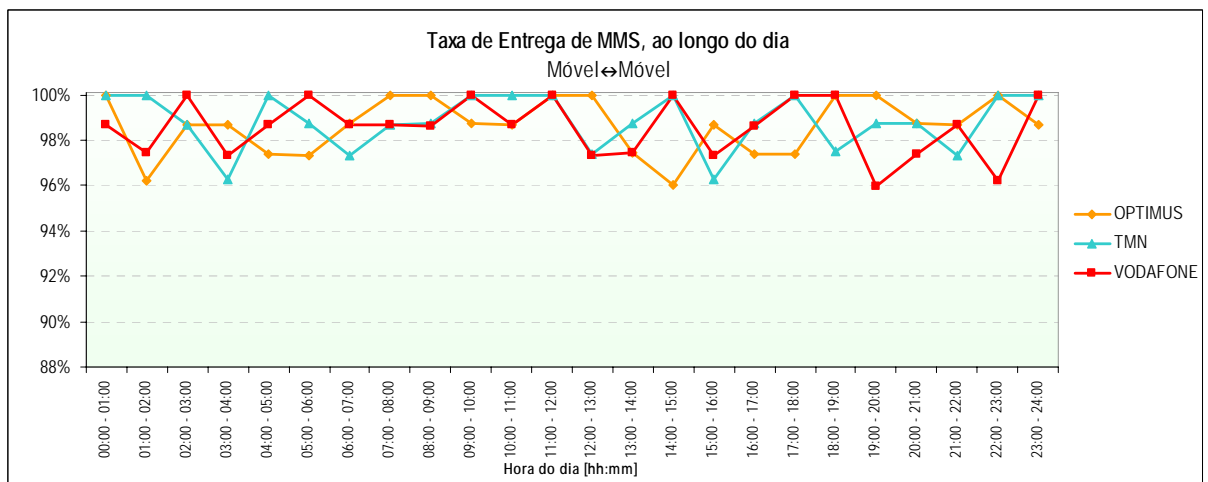
4.2.3.1 INDICADORES *TAXA DE ENVIO, NOTIFICAÇÃO, RECEÇÃO E ENTREGA DE MMS*



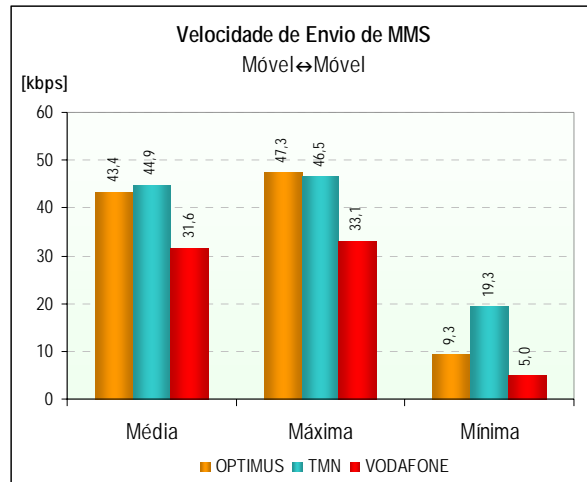
4.2.3.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENVIO DE MMS*, AO LONGO DO DIA



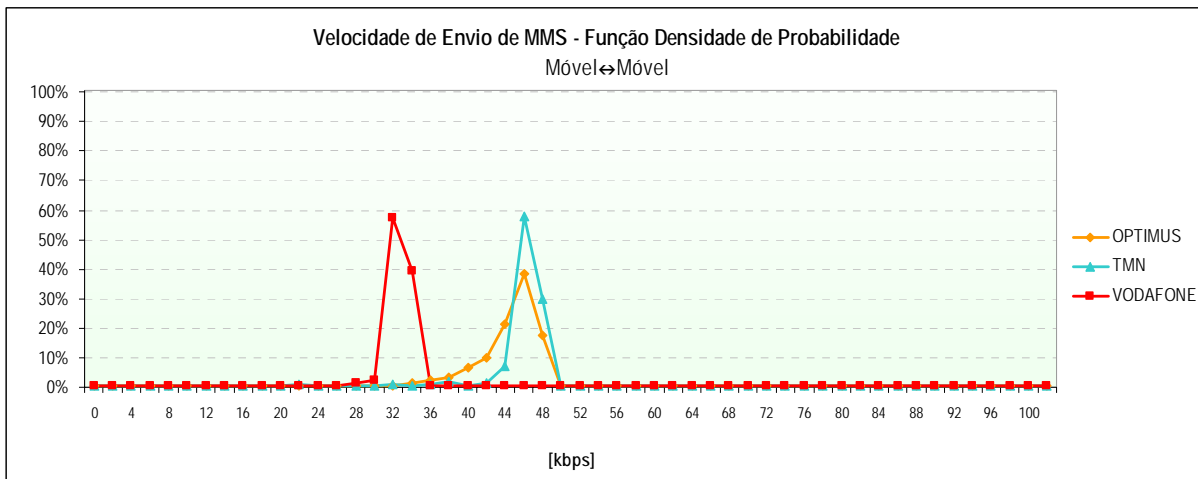
4.2.3.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TAXA DE ENTREGA DE MMS*, AO LONGO DO DIA



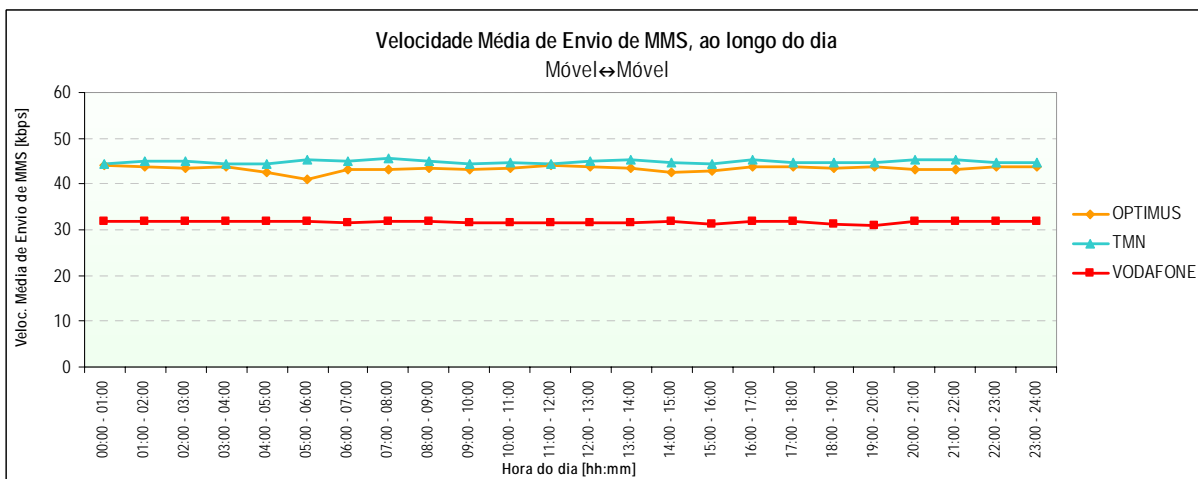
4.2.3.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



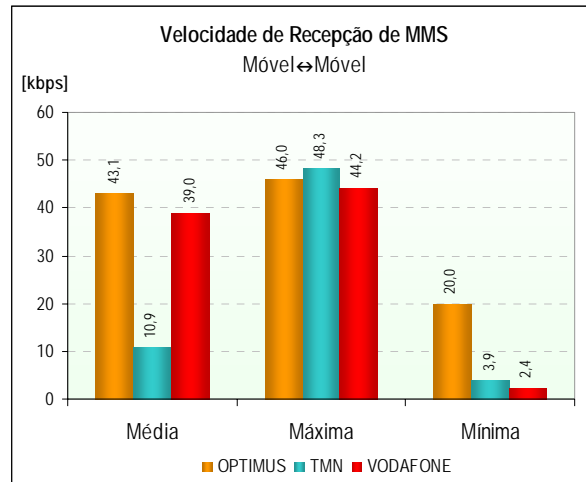
4.2.3.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



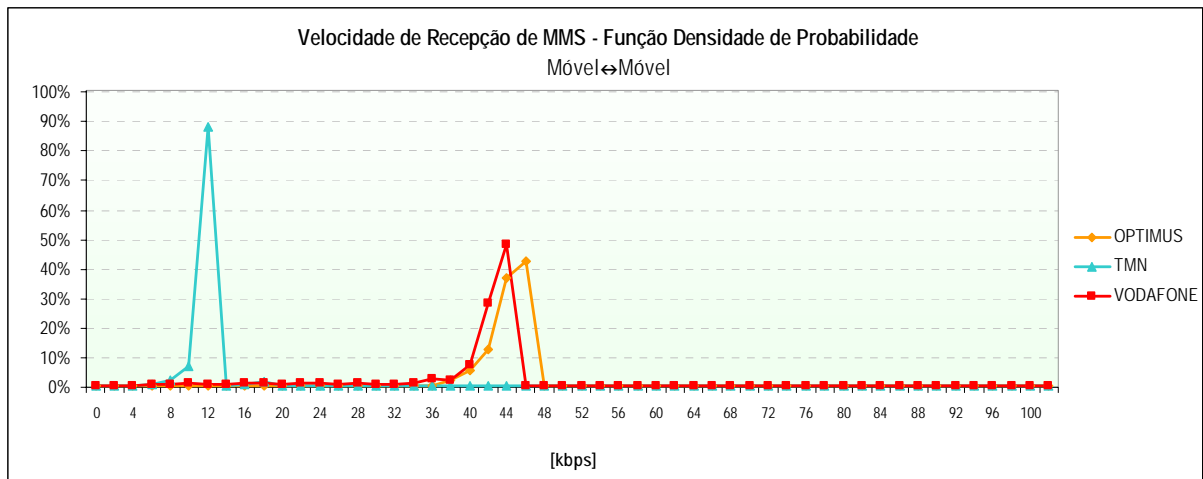
4.2.3.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



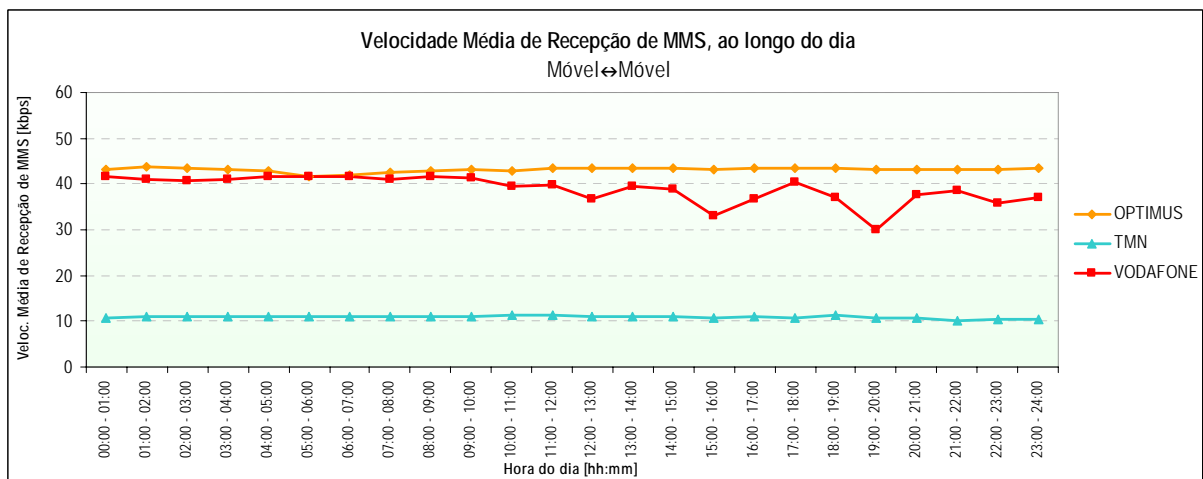
4.2.3.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



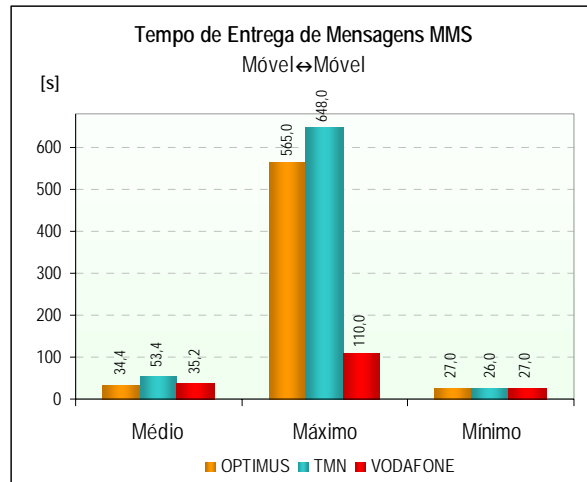
4.2.3.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



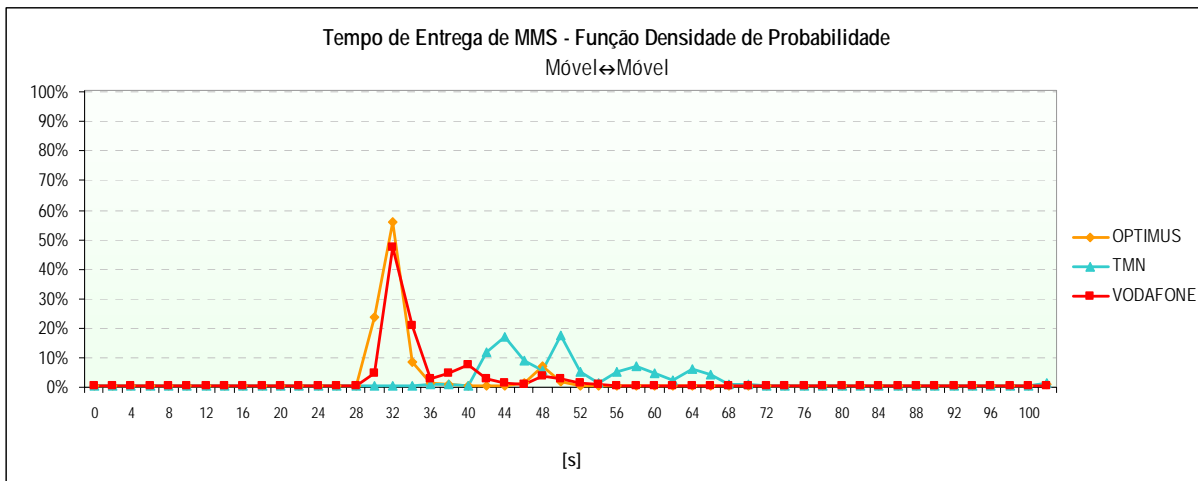
4.2.3.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA



4.2.3.10 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.3.11 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



4.2.3.12 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENTREGA DE MMS*, AO LONGO DO DIA

