

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)

Dezembro de 2011

ANACOM



## SIGLAS E ACRÓNIMOS

<b>CoDec</b>	Codificador/Descodificador.
<b>CPICH RSCP</b>	<i>Common Pilot Channel, Received Signal Code Power</i> – Nível de sinal radioelétrico recebido por um terminal móvel (WCDMA).
<b>ETSI</b>	<i>European Telecommunications Standards Institute</i> – Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações.
<b>GSM</b>	<i>Global System for Mobile communications</i> – Sistema de Comunicações Móveis de segunda geração (2G).
<b>ITU</b>	<i>International Telecommunications Union</i> – União Internacional de Telecomunicações.
<b>MMS</b>	<i>Multimedia Messaging Service</i> – Serviço de Mensagens Multimédia.
<b>MMSC</b>	<i>Multimedia Messaging Service Centre</i> – Centro de Mensagens Multimédia.
<b>MOS</b>	<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).
<b>PESQ</b>	<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> ).
<b>RDIS</b>	<i>Rede Digital com Integração de Serviços</i> – Tecnologia utilizada na rede fixa de acesso.
<b>RF</b>	Rádio Frequência.
<b>RxLev</b>	<i>Received signal level</i> – Nível de sinal radioelétrico recebido por um terminal móvel (GSM).
<b>s</b>	<i>Segundo</i> – unidade de tempo.
<b>Scanner</b>	Equipamento de medida que permite recolher níveis de sinal radioelétrico para cada canal de uma banda de frequência.
<b>SMS</b>	<i>Short Message Service</i> – Serviço de Mensagens Curtas.
<b>SMSC</b>	<i>Short Message Service Centre</i> – Centro de Mensagens Curtas.
<b>SQuad-LQ</b>	<i>SwissQual’s speech quality algorithm for Listening Quality</i> – Algoritmo desenvolvido pela <i>SwissQual</i> para análise da qualidade áudio de uma comunicação.
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – Sistema de Comunicações Móveis de terceira geração (3G).
<b>VQuad</b>	<i>Objective Model for Video Quality Assessment</i> – Algoritmo utilizado na análise da qualidade vídeo de uma comunicação (desenvolvido pela <i>SwissQual</i> ).
<b>WCDMA</b>	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> – Tecnologia utilizada na componente radioelétrica dos sistemas de comunicações UMTS.



## Índice

<b>I</b>	<b>Sumário Executivo .....</b>	<b>7</b>
I.I	Enquadramento Geral .....	7
I.II	Principais Resultados e Conclusões .....	9
<b>1</b>	<b>Objetivo .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>17</b>
2.1	Aspetos Fundamentais .....	17
2.2	Principais Indicadores de QoS .....	17
2.2.1	SMS – Serviço de Mensagens Curtas .....	18
2.2.2	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia .....	19
2.3	Perfis de Medida .....	21
2.3.1	Aspetos Gerais .....	21
2.3.2	SMS – Serviço de Mensagens Curtas .....	22
2.3.3	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia .....	23
2.4	Sistema de Teste/Medida e Pós-Processamento .....	23
<b>3</b>	<b>Amostra do Estudo .....</b>	<b>25</b>
3.1	Locais da Análise .....	25
3.2	Dimensão da Amostra .....	25
3.3	Condições de Recolha de Dados .....	25
<b>4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>26</b>
4.1	SMS – Serviço de Mensagens Curtas .....	26
4.1.1	Dias Úteis .....	26
4.1.2	Fim de Semana .....	30
4.1.3	Global .....	34
4.2	MMS – Serviço de Mensagens Multimédia .....	38
4.2.1	Dias Úteis .....	38
4.2.2	Fim de Semana .....	43
4.2.3	Global .....	48



## I SUMÁRIO EXECUTIVO

### I.I ENQUADRAMENTO GERAL

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) realizou, em dezembro de 2011, uma avaliação da qualidade dos serviços de mensagens curtas (SMS) e de mensagens multimédia (MMS), disponibilizados pelos operadores OPTIMUS, TMN e VODAFONE, através da análise de parâmetros técnicos que traduzem a perceção de qualidade na ótica do consumidor.

A metodologia seguida neste estudo assenta na realização de testes de campo, efetuados na perspetiva do utilizador com recurso a um sistema automático de medida, refletindo os vários aspetos que afetam a qualidade dos serviços (medições extremo-a-extremo). As medições foram efetuadas 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 objeto de estudo os principais indicadores de qualidade, tendo em conta a perspetiva 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** – duração do período temporal entre o início do envio de uma mensagem para o *Centro de Mensagens* e o fim da receção, da mesma mensagem, pelo equipamento terminal de destino;
4. **Variação destes indicadores ao longo do dia.**

As medidas de campo decorreram nas instalações da ANACOM, no Porto e em Barcarena, nos dias 17, 18, 19, 20, 27 e 28 de dezembro de 2011. Foram enviadas 15.592 mensagens de teste, o que corresponde a aproximadamente 72 horas em testes.

A amostra utilizada permitiu que os resultados globais obtidos, por cada operador, apresentem erros de precisão máximos inferiores a 1,2%, para os indicadores *Acessibilidade do Serviço* e *Taxa de Entrega de Mensagens*, e inferiores a 1,6 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 subjetividade inerente a cada utente, torna-se impossível a reprodução rigorosa das condições de interação 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 diretamente 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 subjetividade inerente ao utilizador humano;
- Foram utilizados equipamentos terminais *NOKIA N95*, configurados para seleção automática de infraestruturas GSM e 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, originador ou recetor de mensagens;
- As mensagens de teste utilizadas apresentavam dimensões de 120 caracteres, para SMS, e de 95kB, para MMS, sendo esta última composta por texto e imagem estática;
- As pausas mínimas entre envios consecutivos de mensagens foram de 70 segundos, para SMS, e de 120 segundos, para MMS;
- As mensagens com tempos de entrega superiores a 175 ou 818 segundos, respetivamente para SMS e MMS, ou que apresentavam erros nos conteúdos foram consideradas como falhadas;
- Os resultados do estudo refletem o comportamento das redes nos momentos em que foram efetuadas 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 sistemas de comunicações móveis apresentam muito bom desempenho do serviço de mensagens SMS. Os operadores possibilitam acessibilidade plena ao serviço e entregam integralmente as mensagens enviadas, com tempos médios inferiores a sete segundos, tanto nos dias úteis como nos de fim de semana.

Aos fins de semana, todos os operadores apresentam muito bom desempenho do serviço de mensagens MMS, com taxas de entrega superiores a 98,7% e tempos médios de entrega inferiores a 38,6 segundos. Nos dias úteis, os operadores TMN e VODAFONE mantêm os níveis de desempenho enquanto os do operador OPTIMUS se degradam para patamares ainda aceitáveis, em particular no que toca a taxa de entrega de mensagens.

### SMS – Serviço de Mensagens Curtas

Os sistemas de comunicações móveis, dos operadores estudados, registam muito bons níveis de desempenho do serviço SMS. Nos testes realizados, todas as mensagens foram enviadas e entregues com sucesso, tanto nos dias úteis como nos de fim de semana (*Figura 1*).

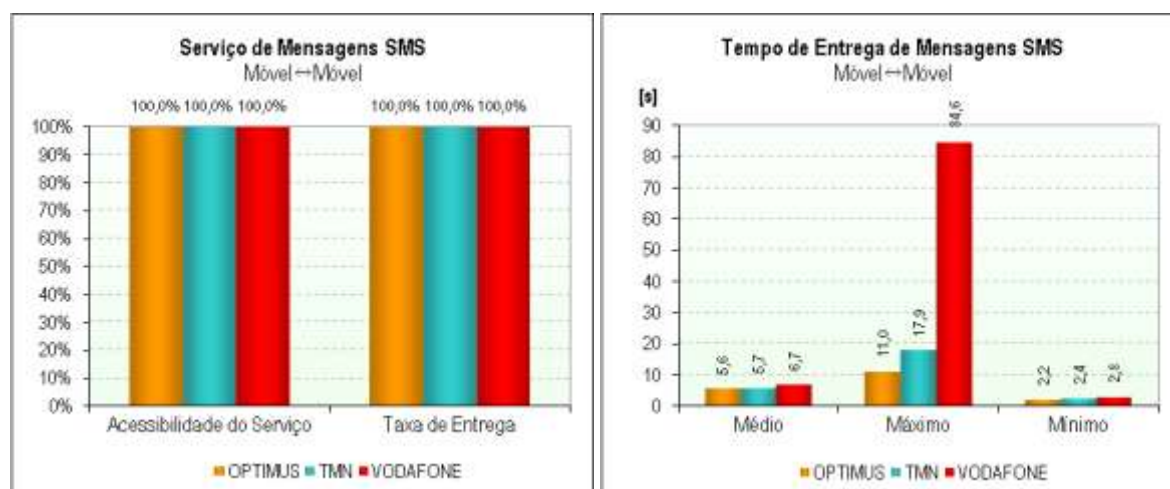


Figura 1 – Indicadores Acessibilidade, Taxa de Entrega e Tempo de Entrega de Mensagens SMS.

Também se registam muito bons tempos médios de entrega de mensagens. Os operadores OPTIMUS e TMN registam os melhores desempenhos, com tempos médios de 5,6 e 5,7 segundos, respetivamente, enquanto a VODAFONE regista 6,7 segundos (*Figura 1*).

Ao longo do dia, os operadores móveis não registam variações expressivas de desempenho do serviço de mensagens SMS, tendo em conta as expetativas dos utilizadores (*Figura 2 e Figura 3*). As maiores oscilações foram registadas no indicador *Tempo Médio de Entrega de SMS*, pelo operador VODAFONE, contudo a diferença entre o melhor e o pior nível registado não ultrapassa 1,9 segundos (*Figura 3*).

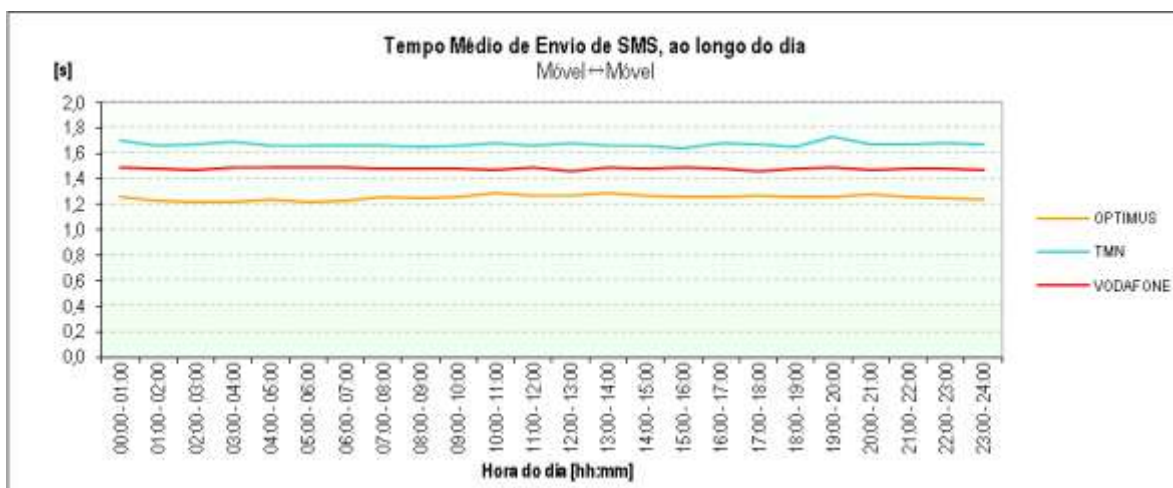


Figura 2 – Variação temporal do indicador *Tempo Médio de Envio de Mensagens SMS*.

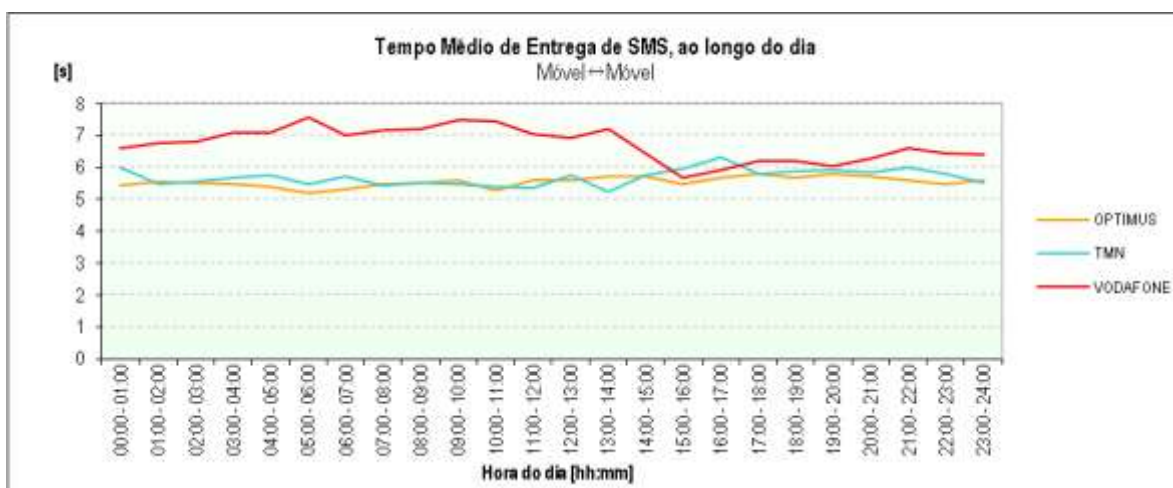


Figura 3 – Variação temporal do indicador *Tempo Médio de Entrega de Mensagens SMS*.

## MMS – Serviço de Mensagens Multimédia

O serviço de mensagens MMS apresenta diferenças de desempenho entre operadores e entre dias úteis e de fim de semana.

O operador TMN apresenta o melhor desempenho, já que todas as mensagens foram enviadas e entregues sem falhas e apresenta o melhor tempo médio de entrega de mensagens, tanto nos dias úteis como nos de fim de semana (*Figura 4 e Figura 5*).

O operador VODAFONE também apresenta muito bom desempenho, sendo ligeiramente melhor nos dias de fim de semana do que nos dias úteis. As taxas de envio e de entrega de mensagens, registadas por este operador, são superiores a 98,8% e os tempos médios de entrega são de 40,3 segundos, nos dias úteis, e de 38,6 segundos, nos dias de fim de semana (*Figura 4 e Figura 5*).

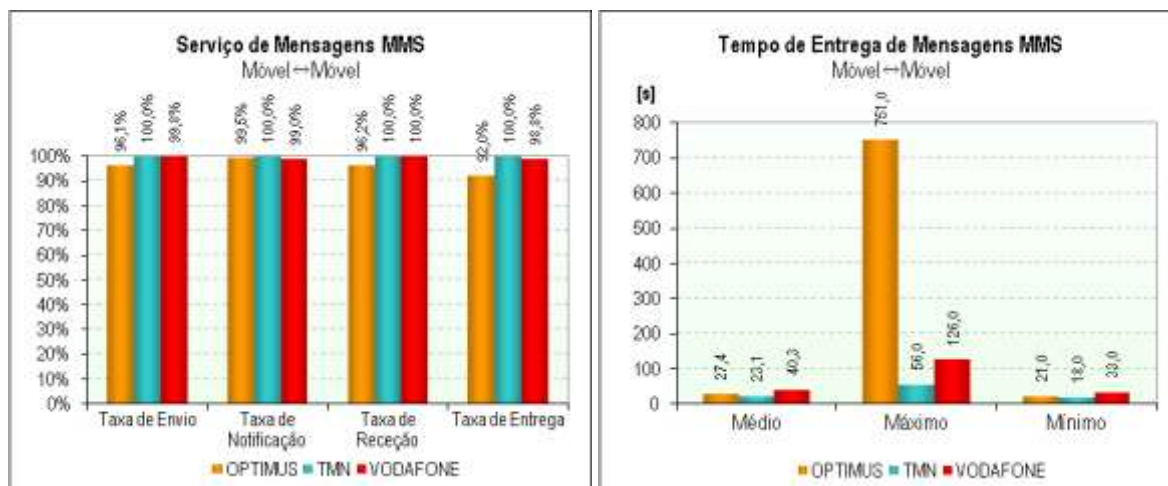


Figura 4 – Indicadores Taxa de Envio, Taxa de Notificação, Taxa de Receção, Taxa de Entrega e Tempo de Entrega de Mensagens MMS, nos dias úteis.

Por seu lado, o operador OPTIMUS apresenta desempenhos distintos entre dias úteis e de fim de semana, em particular no que toca a taxas de envio e de entrega de mensagens. Ao fim de semana, este operador apresenta muito bom desempenho, com taxas de envio e entrega de mensagens superiores a 98,7% e tempo médio de entrega de MMS de 27,9 segundos (*Figura 5*). Nos dias úteis, observa-se uma degradação do desempenho do serviço, para níveis aceitáveis, tanto no envio como

na entrega de mensagens. Apenas 96,1% das mensagens MMS foram enviadas com sucesso e somente 92% foram entregues. O tempo médio de entrega de mensagens mantém bons níveis, registando 27,4 segundos (*Figura 4*).

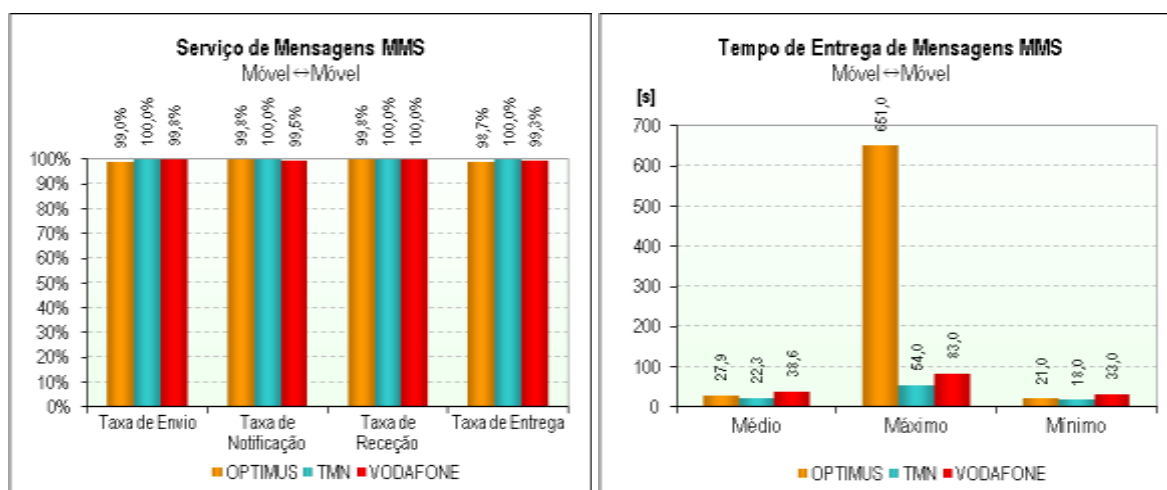


Figura 5 – Indicadores Taxa de Envio, Taxa de Notificação, Taxa de Receção, Taxa de Entrega e Tempo de Entrega de Mensagens MMS, nos fins de semana.

Ao longo do dia, o serviço de mensagens MMS apresenta desempenhos diferenciados para cada operador (*Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11*).

O operador TMN não regista qualquer variação das taxas de envio e de entrega, já que todas as mensagens MMS foram enviadas e entregues sem falhas (*Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9*). O tempo médio de entrega de mensagens, registado por este operador, também não apresenta variações significativas ao longo do dia, tanto nos dias úteis como nos de fim de semana (*Figura 10 e Figura 11*).

O operador VODAFONE não apresenta variações significativas, da taxa de envio de mensagens MMS, ao longo do dia, tanto nos dias úteis como nos de fim de semana (*Figura 6 e Figura 7*). Já os indicadores taxa de entrega e tempo médio de entrega de mensagens, apresentam pequenas variações, sendo mais relevantes no período 12:00-24:00 dos dias úteis (*Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11*).

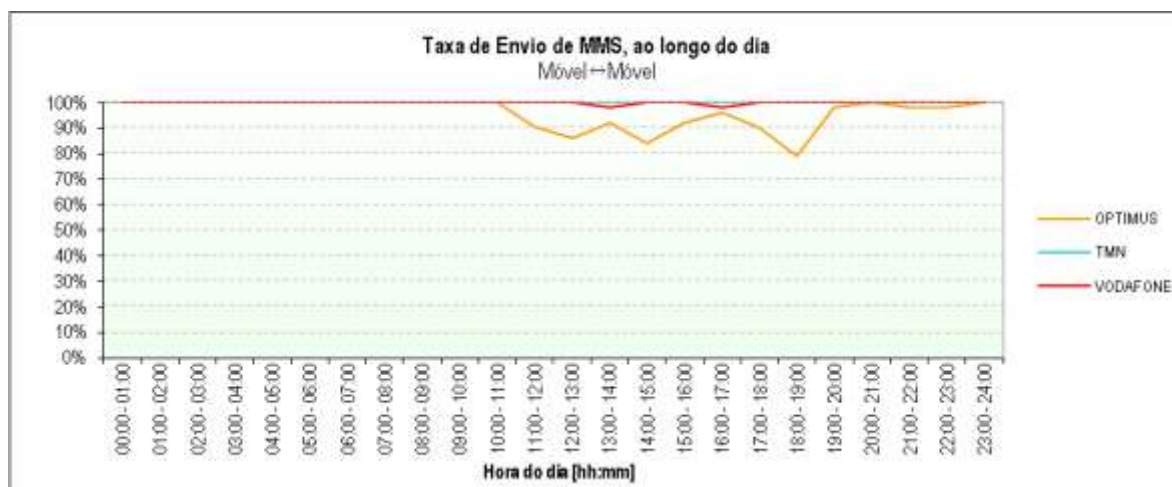


Figura 6 – Variação temporal do indicador *Taxa de Envio de Mensagens MMS*, nos dias úteis.

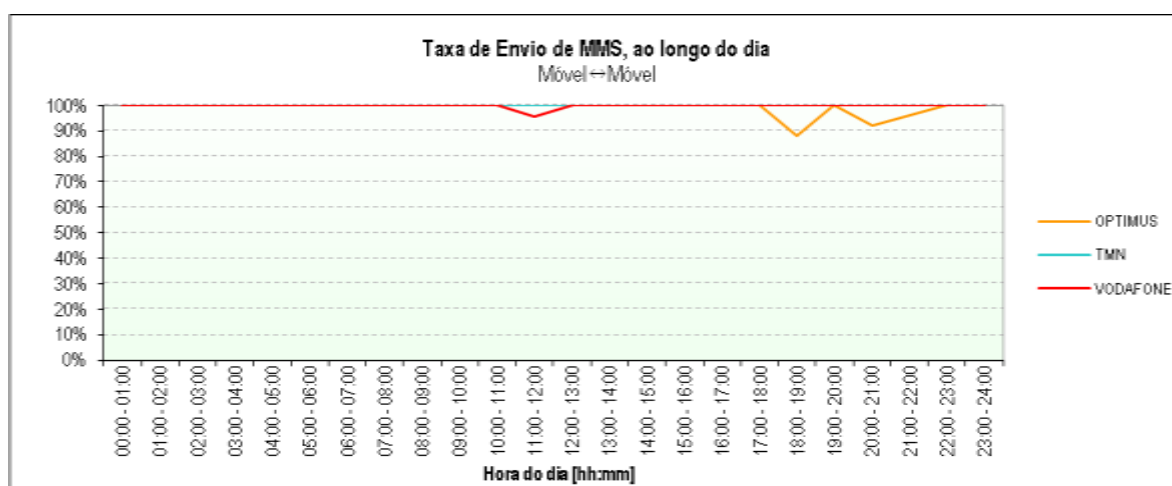


Figura 7 – Variação temporal do indicador *Taxa de Envio de Mensagens MMS*, nos fins de semana.

O operador OPTIMUS apresenta variações significativas de desempenho, especialmente nos indicadores taxa de envio e taxa de entrega de mensagens MMS. Os desempenhos mais baixos, destes indicadores, ocorrem nos períodos 11:00-20:00, dos dias úteis, e 18:00-22:00, dos fins de semana (Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9). As oscilações do indicador tempo médio de entrega de mensagens são pouco acentuadas, na maior parte do dia. No entanto, observam-se curtos períodos com desempenhos fracos: 1:00-2:00, 3:00-4:00 e 7:00-8:00, nos dias úteis; 1:00-2:00 e 3:00-4:00, nos fins de semana (Figura 10 e Figura 11).

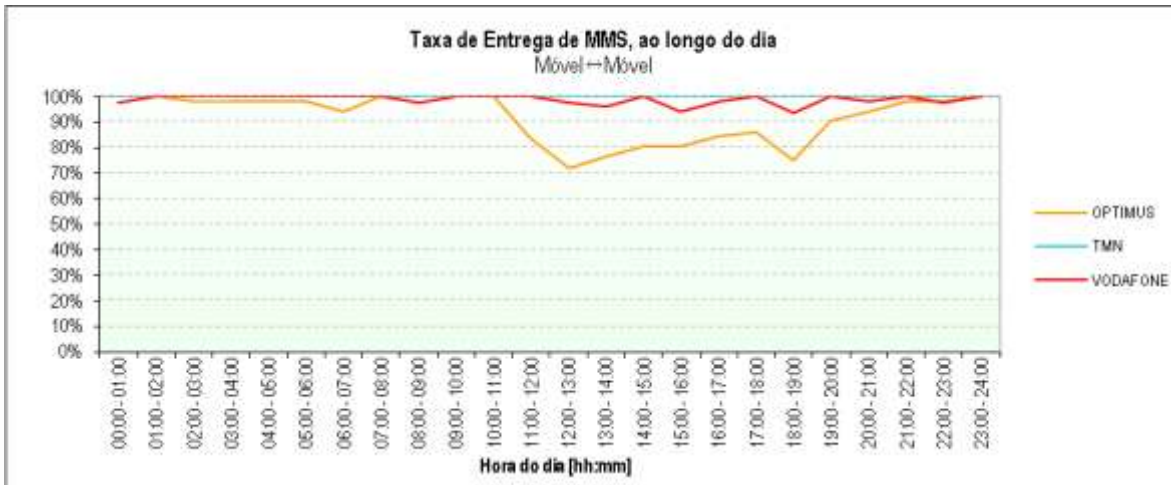


Figura 8 – Variação temporal do indicador *Taxa de Entrega de Mensagens MMS*, nos dias úteis.

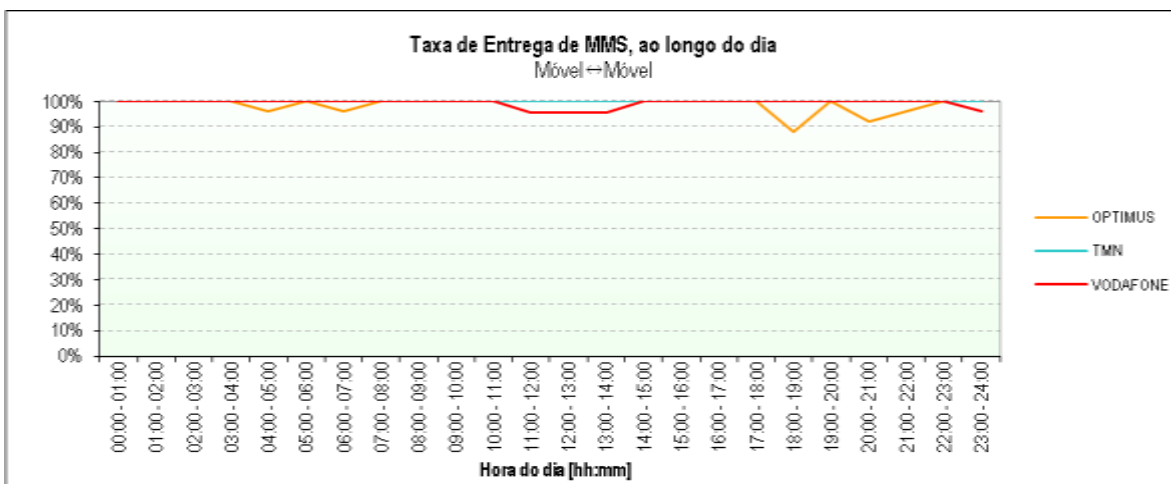


Figura 9 – Variação temporal do indicador *Taxa de Entrega de Mensagens MMS*, nos fins de semana.

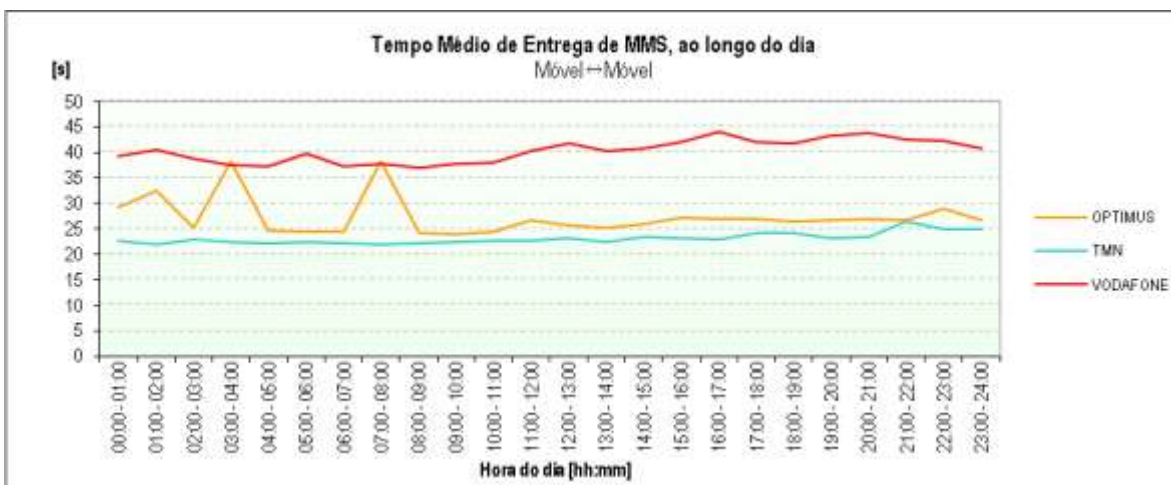


Figura 10 – Variação temporal do indicador *Tempo Médio de Entrega de Mensagens MMS*, nos dias úteis.

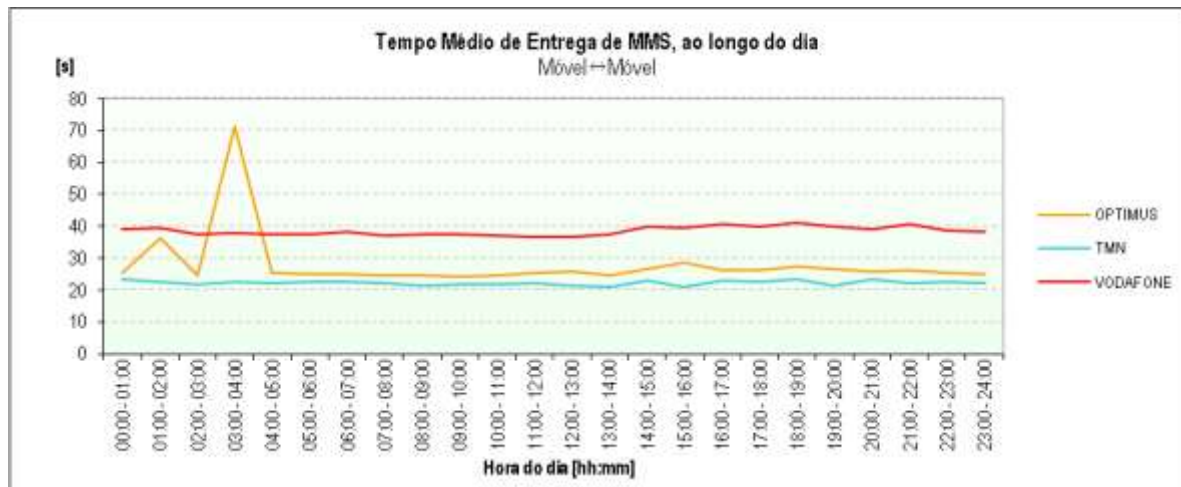


Figura 11 – Variação temporal do indicador *Tempo Médio de Entrega de Mensagens MMS*, nos fins de semana.





## 1 OBJETIVO

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 perspetiva do utilizador, através da realização de testes automáticos extremo-a-extremo em configuração Móvel-Móvel Intrarrede.

## 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 perspetiva tão realista quanto possível do desempenho das redes, do ponto de vista do utilizador.

As medições são efetuadas, por um único sistema de testes, 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 ASPETOS FUNDAMENTAIS

A metodologia seguida neste estudo assenta em três aspetos fundamentais:

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

### 2.2 PRINCIPAIS INDICADORES DE QoS

No estudo são analisados os indicadores, mais relevantes na perspetiva do utilizador, que permitem a avaliação do desempenho dos sistemas de comunicações móveis nos diferentes aspetos da utilização dos serviços, nomeadamente no que respeita ao acesso, à integridade e à manutenção desses serviços.

## 2.2.1 SMS – SERVIÇO DE MENSAGENS CURTAS

### 2.2.1.1 ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO SMS

A acessibilidade do serviço é a probabilidade de um utilizador ter acesso ao serviço SMS, ou seja, a probabilidade de sucesso no envio de SMS.

$$\text{Acessibilidade do Serviço SMS [\%]} = \frac{\sum \text{SMS Enviadas com Sucesso}}{\sum \text{Tentativas de Envio de SMS}} \times 100$$

### 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 receção da notificação da sua entrega ao mesmo *Centro de Mensagens*.

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

$t_{\text{envio}}$  – momento em que o utilizador inicia o envio da 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

O tempo de entrega de SMS corresponde ao período temporal que decorre entre o início do envio da SMS para o *Centro de Mensagens (SMSC)* e a receção da mesma SMS pelo equipamento terminal de destino.

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

$t_{\text{envio}}$  – momento em que o utilizador inicia o envio da SMS.

$t_{\text{receção}}$  – 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 predefinida são consideradas como mensagens que falharam e não são contabilizadas no cálculo deste indicador.

#### 2.2.1.4 TAXA DE ENTREGA DE SMS

A taxa de entrega de SMS 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.

$$\text{Taxa de Entrega de SMS [\%]} = \frac{\sum \text{SMS Recebidas com Sucesso}}{\sum \text{Tentativas de Envio de SMS}} \times 100$$

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

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

#### 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.

$$\text{Taxa de Envio de MMS [\%]} = \frac{\sum \text{MMS Enviadas com Sucesso}}{\sum \text{Tentativas de Envio de MMS}} \times 100$$

##### 2.2.2.2 VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS

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

$$\text{Velocidade de Envio de MMS [kbps]} = \frac{\text{Dimensão da MMS Enviada [kbit]}}{\text{Duração do Envio da MMS [s]}}$$

*Duração do 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).

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

### 2.2.2.4 TAXA DE RECEÇÃO DE MMS

Este indicador corresponde à probabilidade de uma MMS ser recebida (*downloaded*) com sucesso pelo equipamento terminal de destino, que previamente tenha recebido uma notificação de MMS.

$$\text{Taxa de Receção de MMS [\%]} = \frac{\sum \text{MMS Recebidas com Sucesso}}{\sum \text{Notificações de MMS Recebidas}} \times 100$$

### 2.2.2.5 VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS

Esta é a velocidade média de transferência de dados na receção de uma mensagem MMS.

$$\text{Velocidade de Receção de MMS [kbps]} = \frac{\text{Dimensão da MMS Recebida [kbit]}}{\text{Duração da Receção da MMS [s]}}$$

*Duração da Receção 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 mensagem 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.

$$\text{Taxa de Entrega de MMS [\%]} = \frac{\sum \text{MMS Recebidas com Sucesso}}{\sum \text{Tentativas de Envio de MMS}} \times 100$$

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

### 2.2.2.7 TEMPO DE ENTREGA DE MMS

O tempo de entrega de MMS corresponde ao período temporal que decorre entre o início do envio de uma MMS para o *Centro de Mensagens (MMSC)* e o fim da receção da mesma MMS pelo equipamento terminal de destino.

$$\text{Tempo de Entrega de MMS [s]} = t_{\text{fim\_receção}} - t_{\text{início\_envio}}$$

$t_{\text{início\_envio}}$  – momento em que o utilizador inicia o envio da MMS.

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

Este parâmetro depende diretamente 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 predefinida são consideradas como falhadas e não são contabilizadas no cálculo deste indicador. A duração desta janela depende diretamente da dimensão da MMS.

## 2.3 PERFIS DE MEDIDA<sup>1</sup>

Os perfis de medida definem um conjunto de condições, que devem ser acuteladas, para a correta 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 ASPETOS 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).

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

---

<sup>1</sup> 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)).

As mensagens são originadas e terminadas em equipamentos terminais móveis, mantidos estáticos em locais com adequada (boa) cobertura radioelétrica e interferência mínima. No entanto, cada equipamento terminal tem atribuído apenas uma tarefa, isto é, originador ou recetor de mensagens.

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, utiliza-se uma pausa adequada entre envios consecutivos de mensagens.

Por razões de exequibilidade, 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 multirrecepções de mensagens não são contabilizadas para efeitos de taxa de entrega.

Cada mensagem de teste tem associado um identificador único para facilitar a sua identificação na receção 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 afetar o envio ou a receção 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.

Tendo em conta as condições definidas na secção anterior, os parâmetros de teste do serviço de mensagens SMS apresentam os seguintes valores:

- ▶ 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

### 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, numa mensagem, enviar 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 diretamente da dimensão da MMS. Tendo este aspecto em consideração e também as condições definidas nas secções anteriores, os parâmetros de teste do serviço de mensagens MMS apresentam os seguintes valores:

- ▶ Dimensão da mensagem enviada: 95 kB
- ▶ Janela temporal para entrega de MMS: 818 s
- ▶ Pausa entre envios consecutivos de MMS: 120 s
- ▶ *MMS Send Failure Ratio (MO) Timeout & MMS Send Time (MO) Timeout:* 347 s
- ▶ *MMS Retrieval Failure Ratio (MT) Timeout & MMS Retrieval Time (MT) Timeout:* 271 s
- ▶ *MMS end-to-end Delivery Failure Ratio Timeout & MMS End-to-end Delivery Time Timeout:* 818 s
- ▶ *MMS Notification Failure Ratio Timeout & MMS Notification Time Timeout:* 120 s

## 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 medições realizadas.

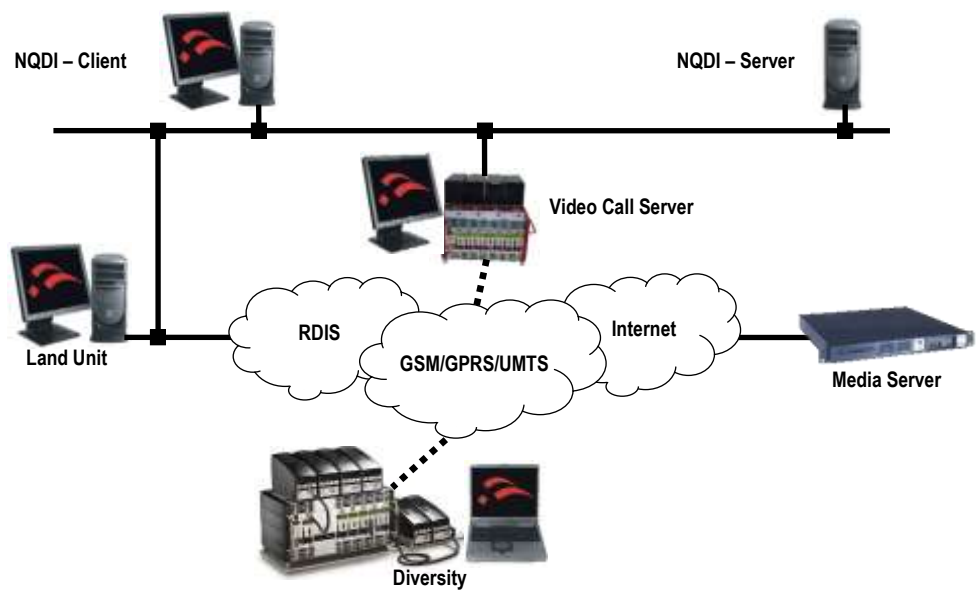


Figura 12 – Arquitetura do sistema *Diversity/NetQual*



### 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 encontravam-se nas instalações da ANACOM).

#### 3.2 DIMENSÃO DA AMOSTRA

Tabela 1 – Amostra, para os três operadores estudados

	Horas em Medições	SMS	MMS
Dias Úteis	48 h 15	6.720	3.673
Fim de semana	24 h 10	3.354	1.845
<b>Total</b>	<b>72 h 25</b>	<b>10.074</b>	<b>5.518</b>

#### 3.3 CONDIÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

As medidas de campo decorreram de 17 a 28 de dezembro de 2011.

Para possibilitar a análise temporal do desempenho dos serviços de mensagens, os testes decorreram em três períodos distintos de 24 horas: dois coincidiram com dias úteis e um com fim de semana.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 SMS – SERVIÇO DE MENSAGENS CURTAS

**Sessões de Medidas realizadas em:**

- 17 de dezembro de 2011, entre as 14h07 e as 24h00;
- 18 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 14h17;
- 19 de dezembro de 2011, entre as 14h58 e as 24h00;
- 20 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 15h03;
- 27 de dezembro de 2011, entre as 11h00 e as 24h00;
- 28 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 11h10.

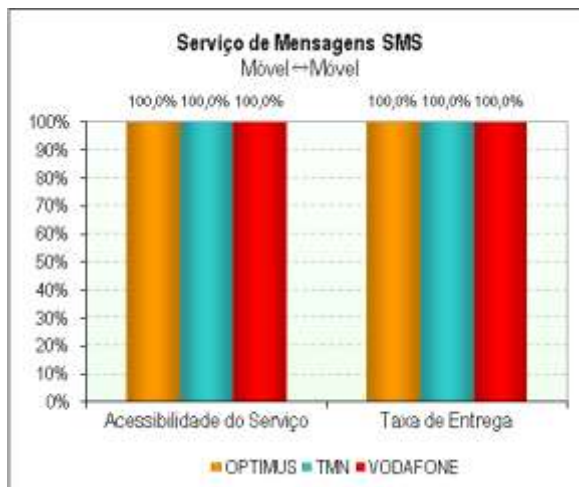
#### 4.1.1 DIAS ÚTEIS

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens SMS</b>	Tentativas de Envio	2.233	2.244	2.243
	Enviadas com Sucesso	2.233	2.244	2.243
	Recebidas com Sucesso	2.233	2.244	2.243
	Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	100,0%	100,0%	100,0%
	Tempo Médio de Envio [s]	1,3	1,7	1,5
	Tempo Máximo de Envio [s]	5,5	12,1	2,4
	Tempo Mínimo de Envio [s]	1,0	1,3	1,2
	Desvio Padrão [s]	0,2	0,3	0,2
	Tempo Médio de Entrega [s]	5,6	5,7	6,7
	Tempo Máximo de Entrega [s]	11,0	17,9	84,6
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	2,2	2,4	2,8
	Desvio Padrão [s]	1,4	1,5	2,2

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Acessibilidade do Serviço SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,008	0,011	0,008
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,059	0,063	0,091

Nível de Confiança = 95 %

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



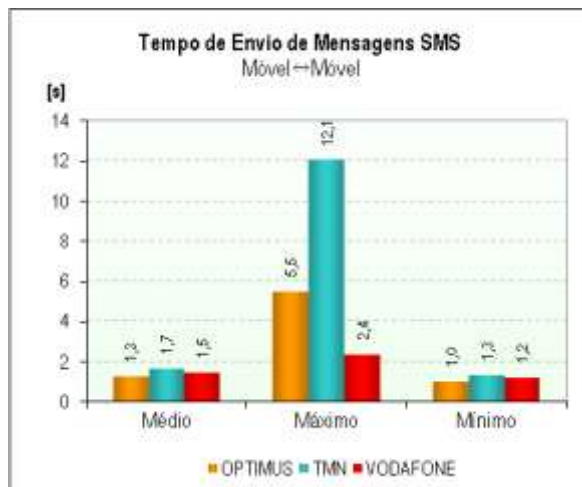
## 4.1.1.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO SMS, AO LONGO DO DIA



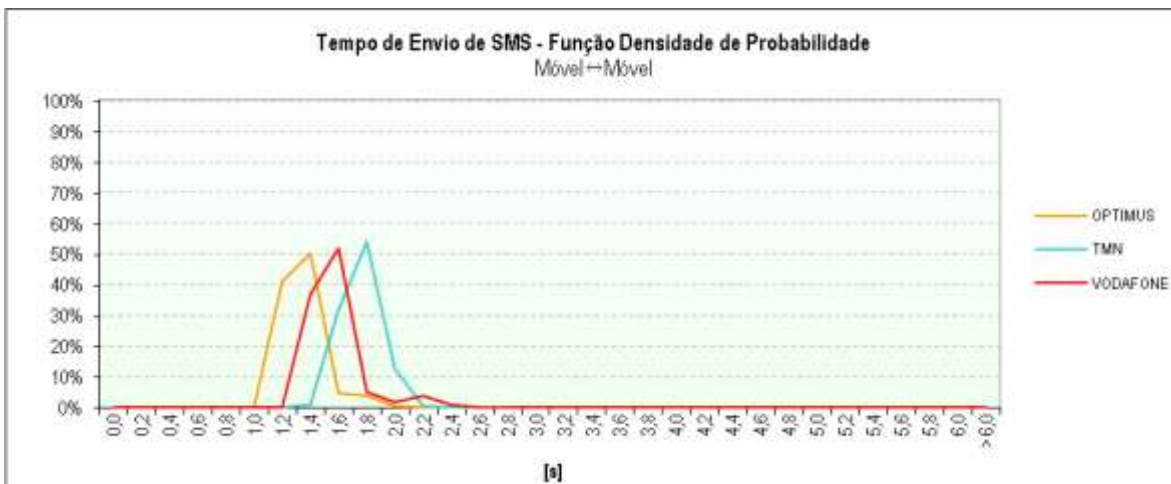
## 4.1.1.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE SMS, AO LONGO DO DIA



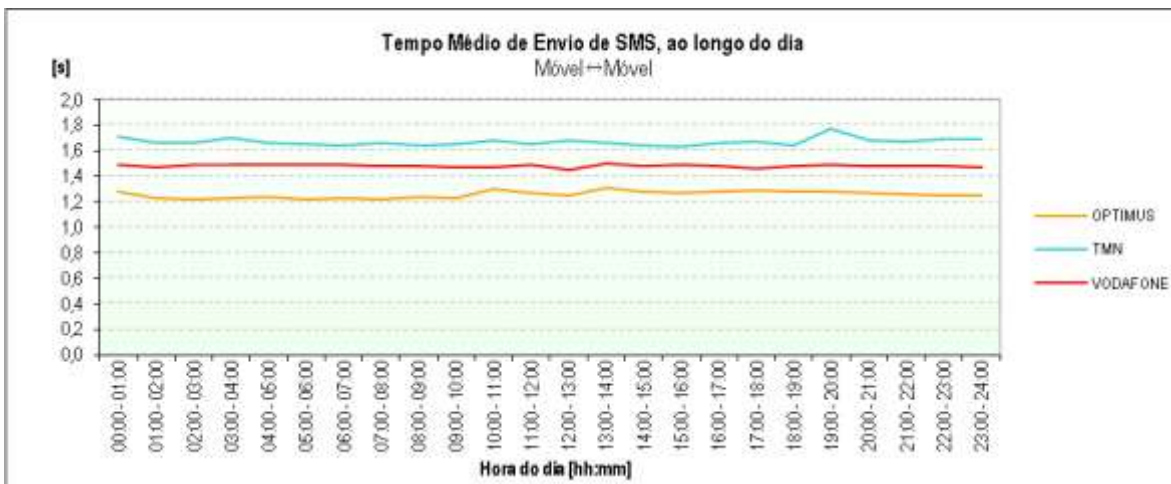
**4.1.1.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS***



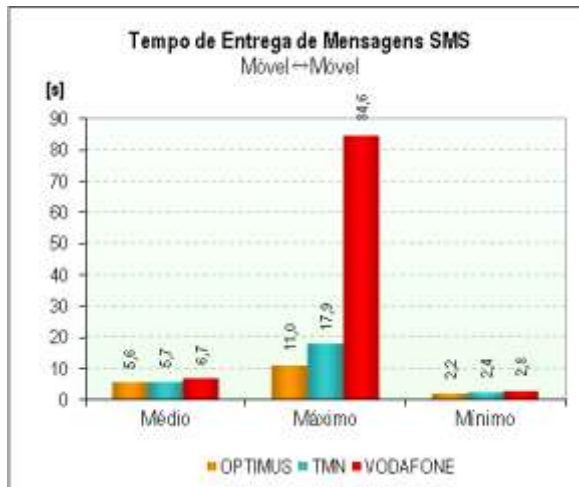
**4.1.1.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS***



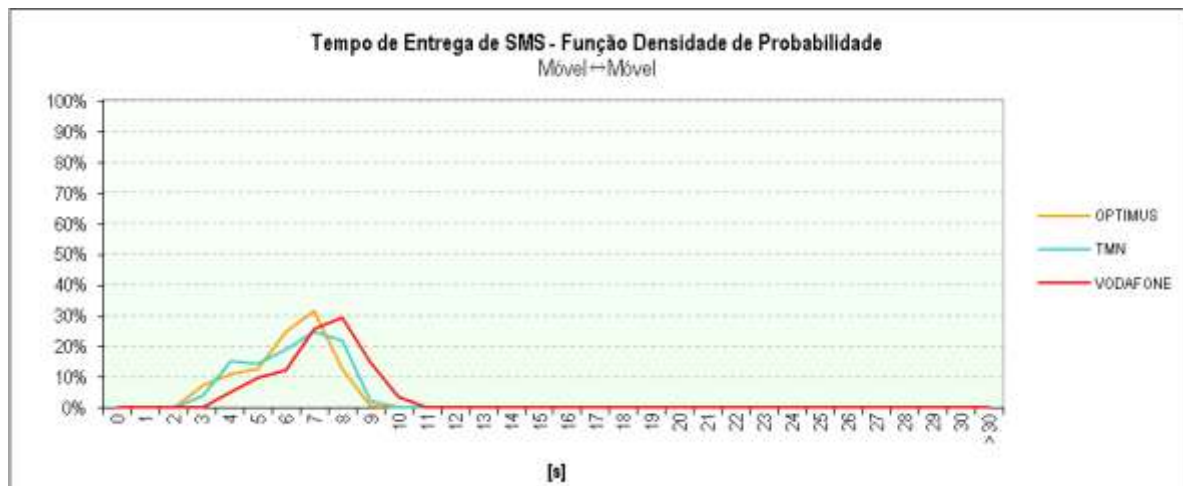
**4.1.1.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA**



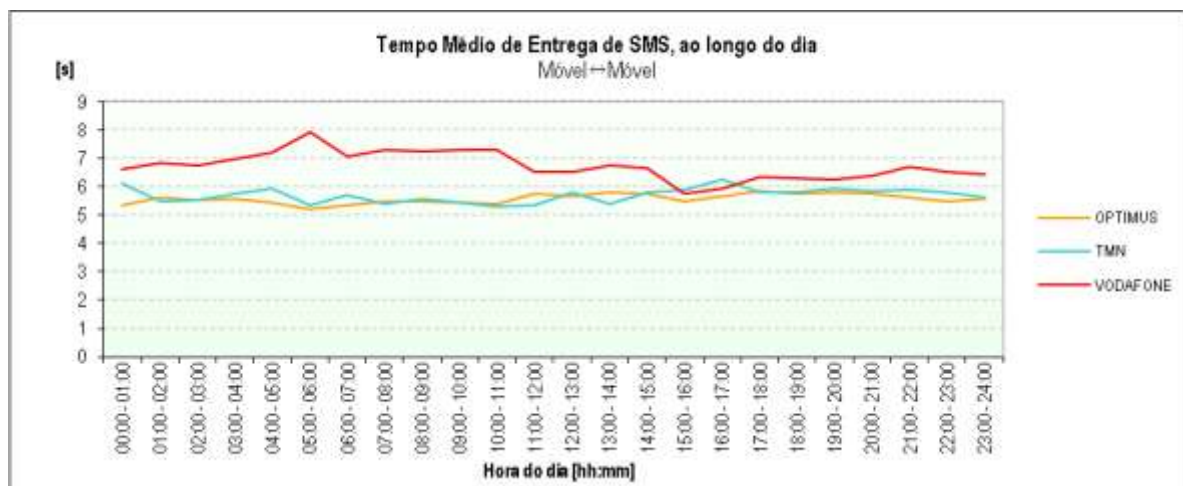
**4.1.1.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS***



**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**



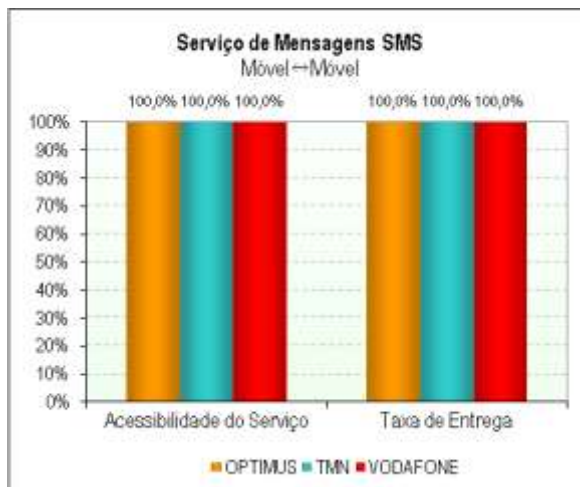
#### 4.1.2 FIM DE SEMANA

		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens SMS</b>	Tentativas de Envio	1.118	1.118	1.118
	Enviadas com Sucesso	1.118	1.118	1.118
	Recebidas com Sucesso	1.118	1.118	1.118
	Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	100,0%	100,0%	100,0%
	Tempo Médio de Envio [s]	1,2	1,7	1,5
	Tempo Máximo de Envio [s]	3,4	3,6	2,4
	Tempo Mínimo de Envio [s]	1,0	1,4	1,2
	Desvio Padrão [s]	0,2	0,1	0,2
	Tempo Médio de Entrega [s]	5,5	5,7	6,7
	Tempo Máximo de Entrega [s]	8,9	8,4	10,7
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	2,3	2,4	3,0
	Desvio Padrão [s]	1,4	1,5	1,6

		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Acessibilidade do Serviço SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,010	0,008	0,011
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,081	0,086	0,093

Nível de Confiança = 95 %

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



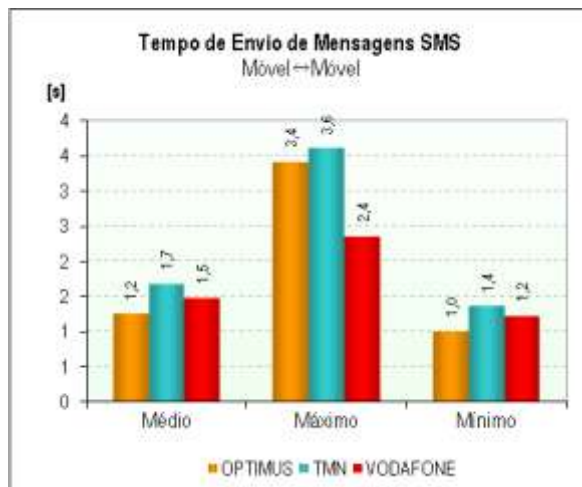
## 4.1.2.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO SMS, AO LONGO DO DIA



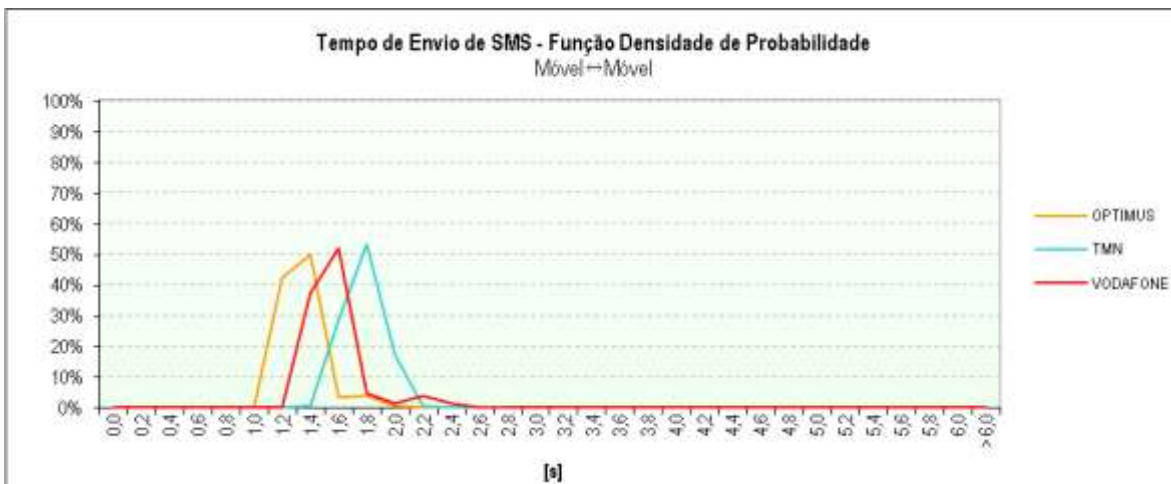
## 4.1.2.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE SMS, AO LONGO DO DIA



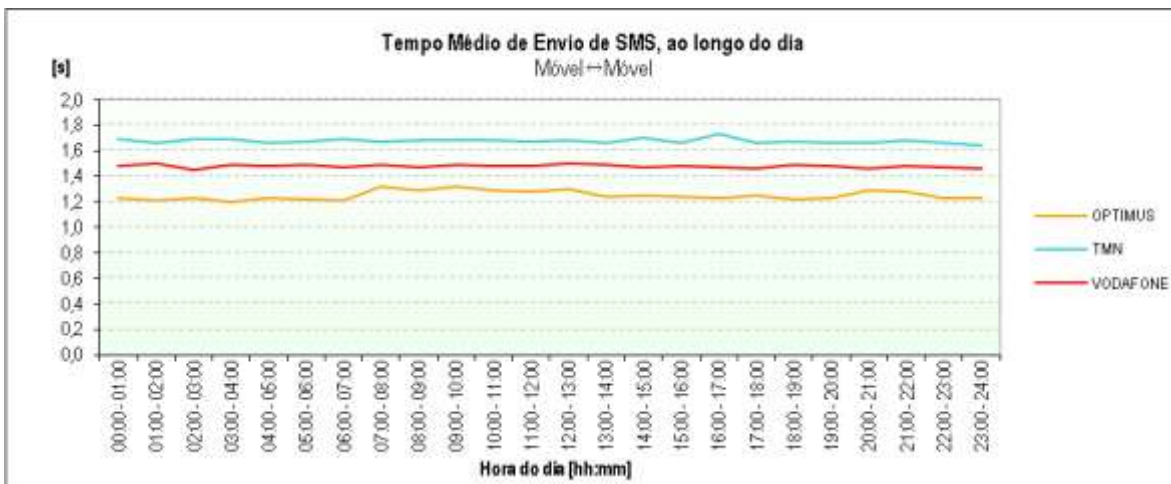
**4.1.2.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS***



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

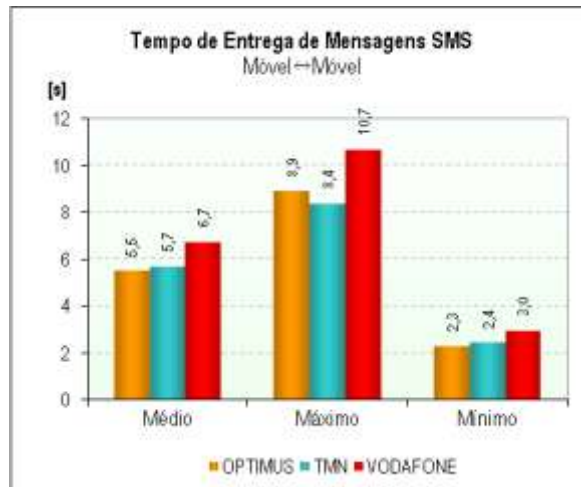


**4.1.2.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA**

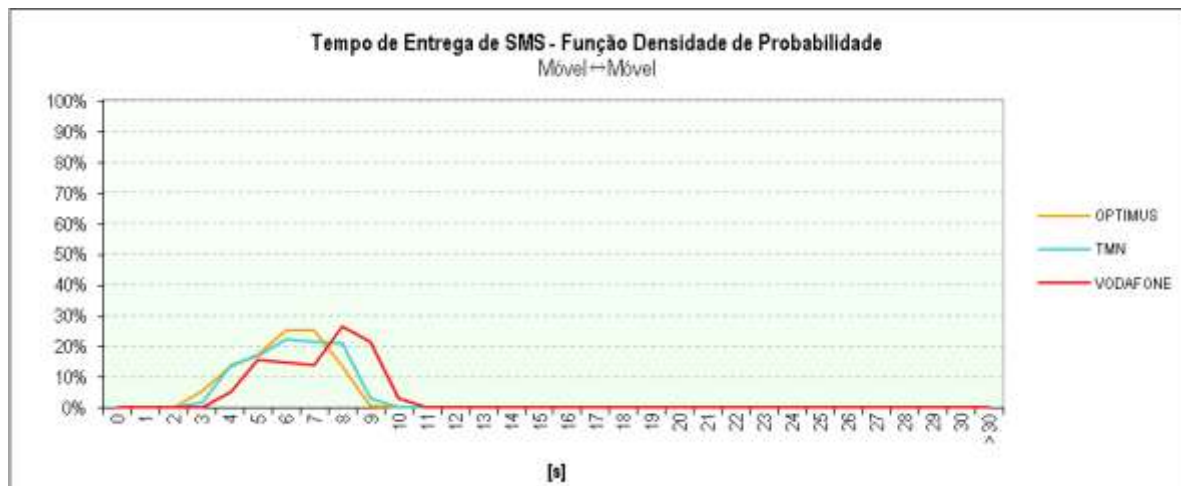




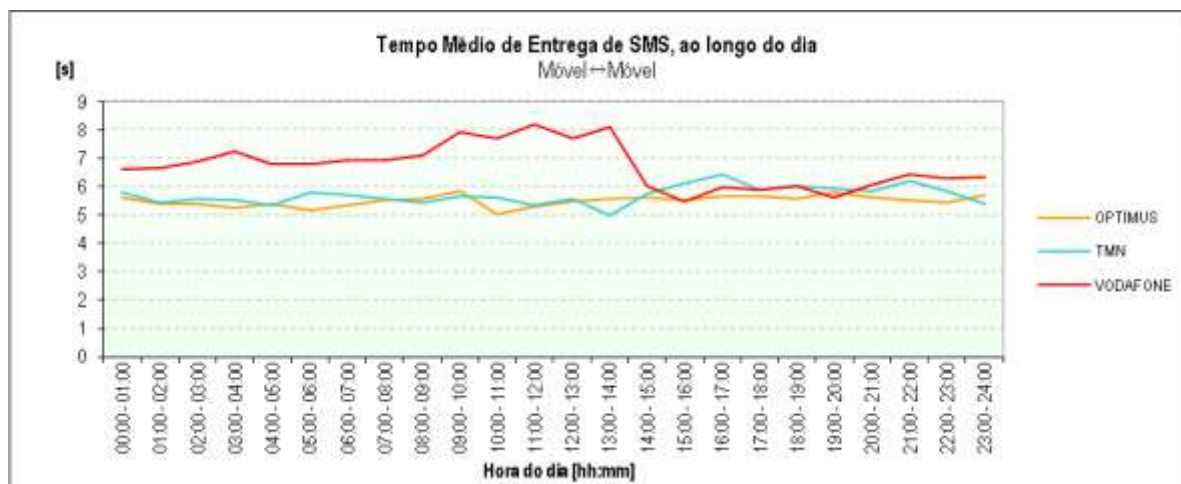
**4.1.2.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS***



**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**



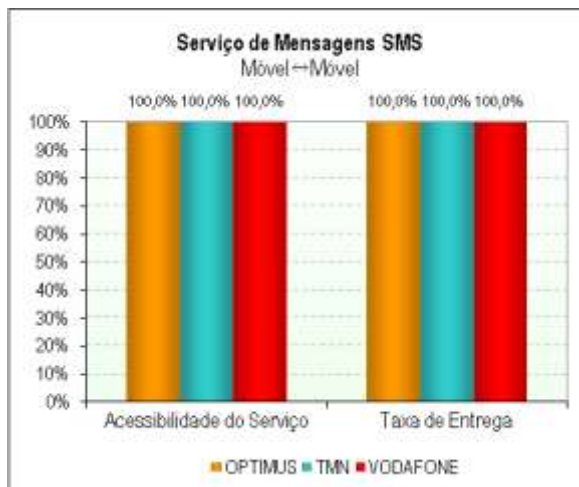
### 4.1.3 GLOBAL

		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens SMS</b>	Tentativas de Envio	3.351	3.362	3.361
	Enviadas com Sucesso	3.351	3.362	3.361
	Recebidas com Sucesso	3.351	3.362	3.361
	Acessibilidade do Serviço	100,0%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	100,0%	100,0%	100,0%
	Tempo Médio de Envio [s]	1,3	1,7	1,5
	Tempo Máximo de Envio [s]	5,5	12,1	2,4
	Tempo Mínimo de Envio [s]	1,0	1,3	1,2
	Desvio Padrão [s]	0,2	0,2	0,2
	Tempo Médio de Entrega [s]	5,6	5,7	6,7
	Tempo Máximo de Entrega [s]	11,0	17,9	84,6
	Tempo Mínimo de Entrega [s]	2,2	2,4	2,8
	Desvio Padrão [s]	1,4	1,5	2,0

		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Acessibilidade do Serviço SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de SMS	0,0%	0,0%	0,0%
	Tempo de Envio de SMS [s]	0,006	0,008	0,006
	Tempo de Entrega de SMS [s]	0,047	0,051	0,068

Nível de Confiança = 95 %

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



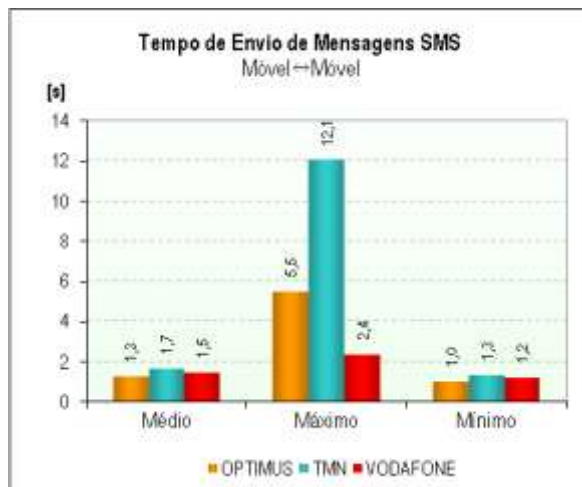
**4.1.3.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR ACESSIBILIDADE DO SERVIÇO SMS, AO LONGO DO DIA**



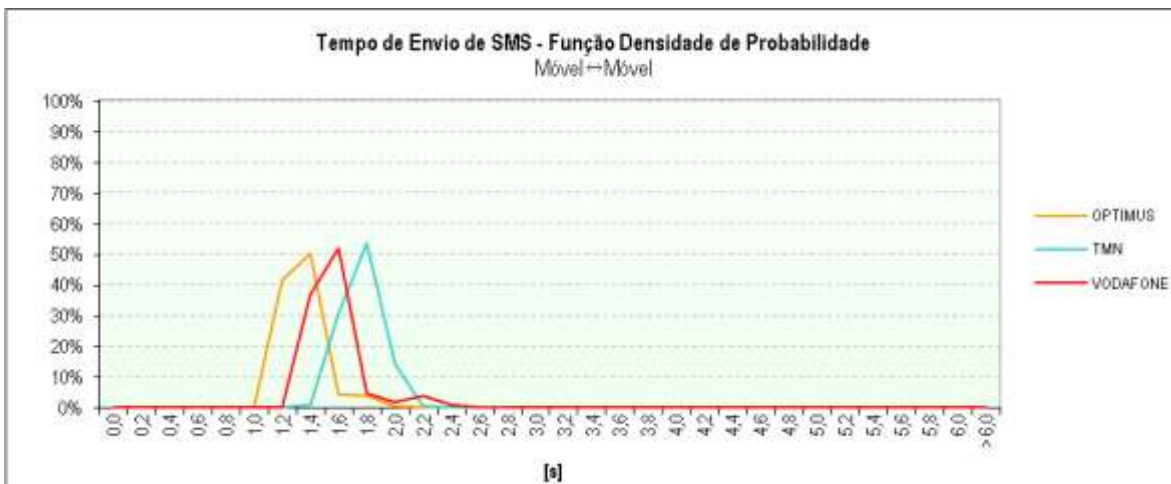
**4.1.3.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE SMS, AO LONGO DO DIA**



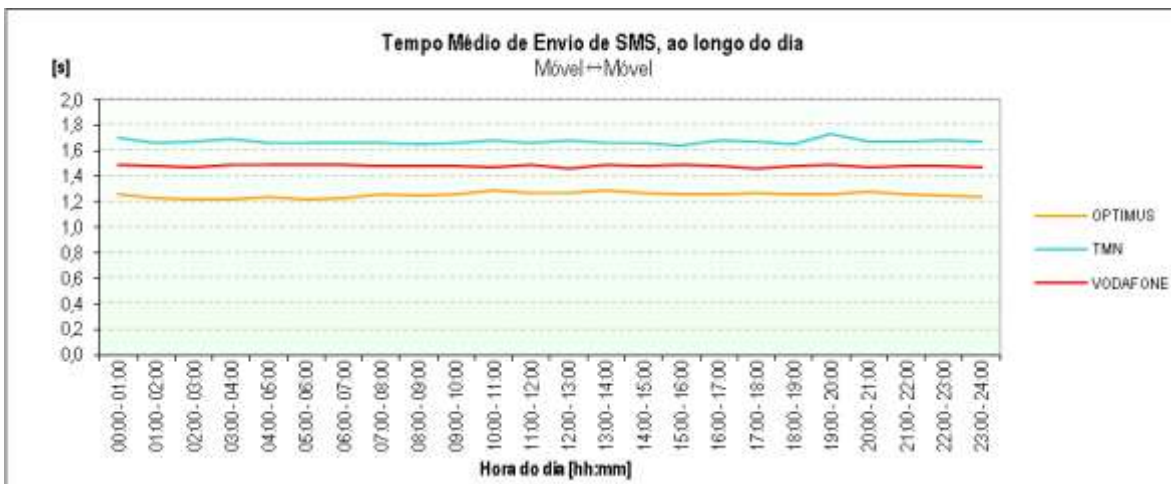
**4.1.3.4 INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS***



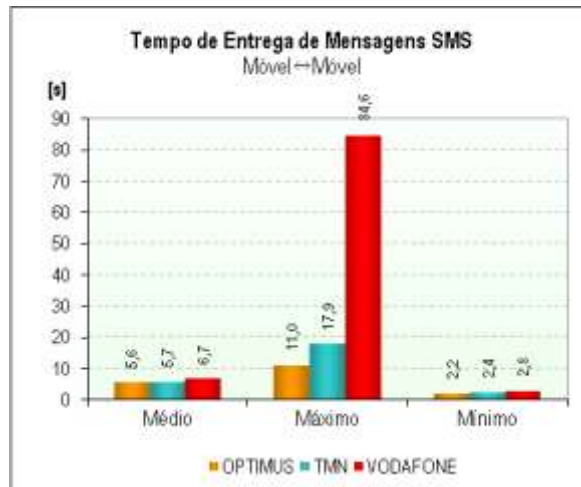
**4.1.3.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR *TEMPO DE ENVIO DE SMS***



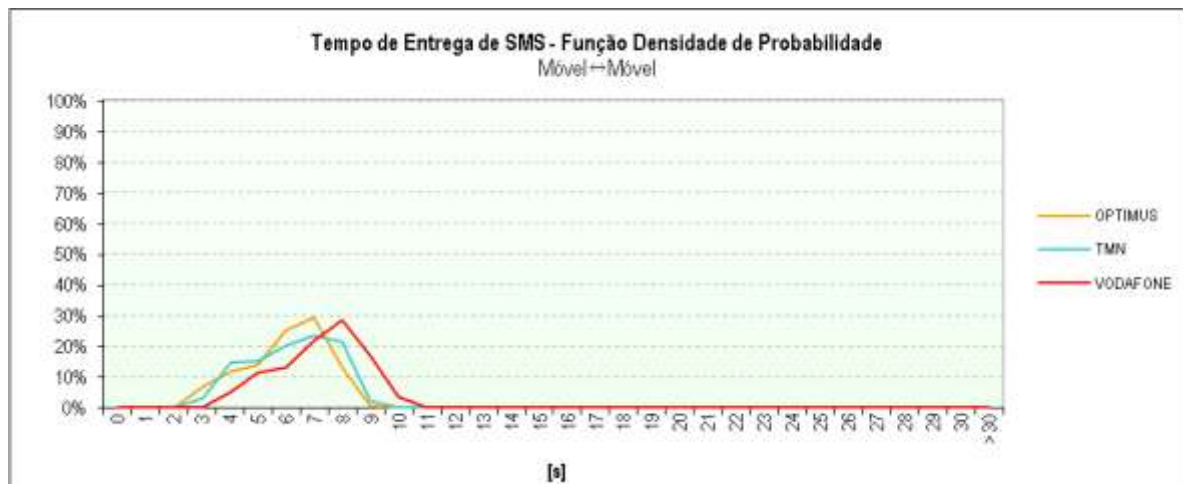
**4.1.3.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR *TEMPO MÉDIO DE ENVIO DE SMS*, AO LONGO DO DIA**



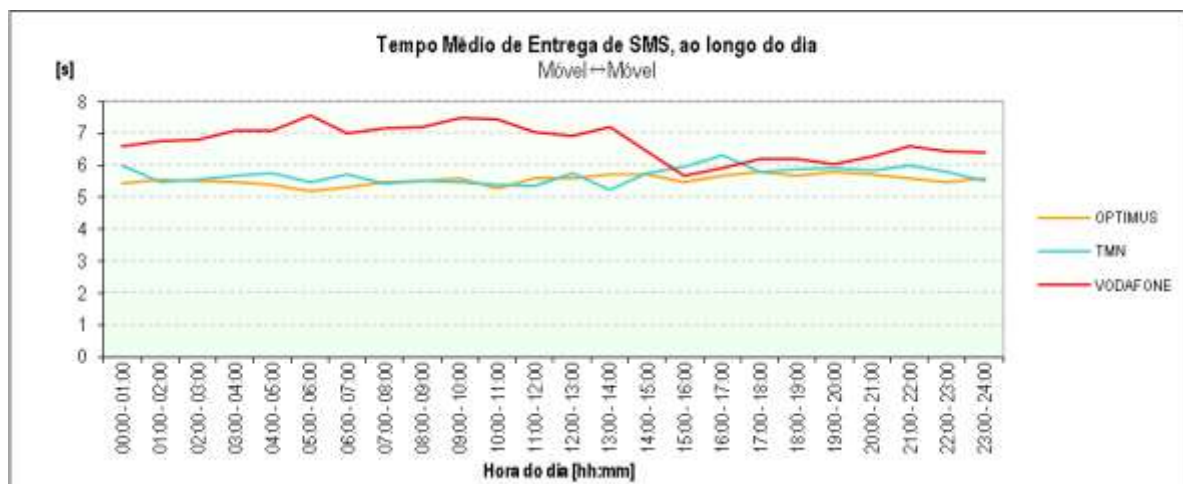
### 4.1.3.7 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE SMS*



### 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:**

- 17 de dezembro de 2011, entre as 14h07 e as 24h00;
- 18 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 14h17;
- 19 de dezembro de 2011, entre as 14h58 e as 24h00;
- 20 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 15h03;
- 27 de dezembro de 2011, entre as 11h00 e as 24h00;
- 28 de dezembro de 2011, entre as 00h00 e as 11h10.

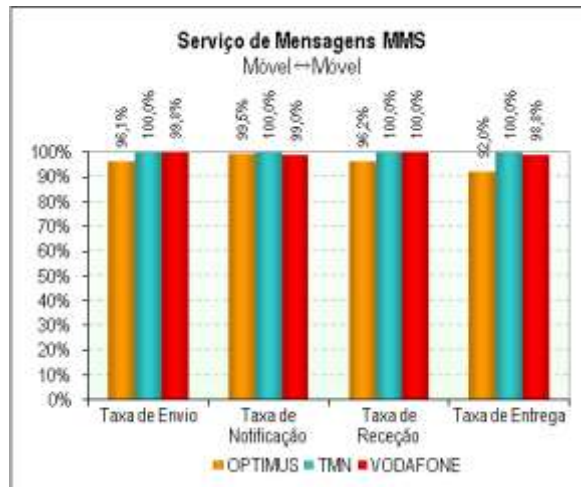
### 4.2.1 DIAS ÚTEIS

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens MMS</b>	Tentativas de Envio	1.241	1.260	1.172
	Enviadas com Sucesso	1.193	1.260	1.170
	Notificações Recebidas	1.187	1.260	1.158
	Recebidas com Sucesso	1.142	1.260	1.158
	Taxa de Envio	96,1%	100,0%	99,8%
	Taxa de Notificação	99,5%	100,0%	99,0%
	Taxa de Receção	96,2%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	92,0%	100,0%	98,8%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	114,1	140,1	48,7
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	124,2	161,8	50,0
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	41,0	39,9	34,9
	Desvio Padrão [kbps]	10,1	28,1	1,0
	Velocidade Média de Receção [kbps]	219,5	293,0	116,8
	Velocidade Máxima de Receção [kbps]	272,2	509,7	175,4
	Velocidade Mínima de Receção [kbps]	66,2	58,0	19,5
	Desvio Padrão [kbps]	46,5	61,1	37,4
	Tempo Médio de Entrega [s]	27,4	23,1	40,3
	Tempo Máximo de Entrega [s]	751,0	56,0	126,0
Tempo Mínimo de Entrega [s]	21,0	18,0	33,0	
Desvio Padrão [s]	31,4	3,2	7,2	

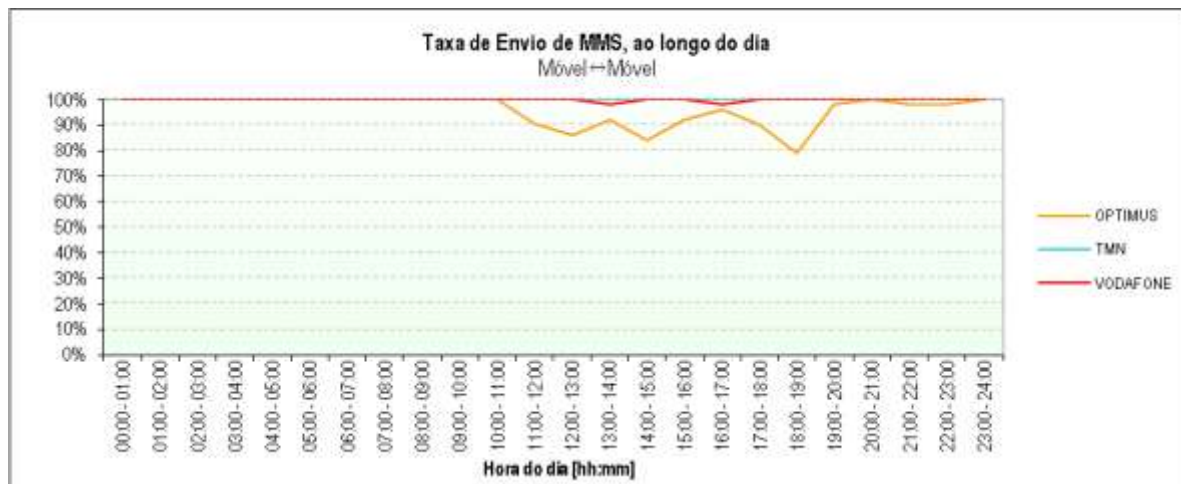
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Taxa de Envio de MMS	1,2%	0,0%	0,4%
	Taxa de Notificação de MMS	0,6%	0,0%	0,8%
	Taxa de Receção de MMS	1,2%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de MMS	1,6%	0,0%	0,8%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,6	1,6	0,1
	Velocidade de Receção de MMS [kbps]	2,7	3,4	2,2
	Tempo de Entrega de MMS [s]	1,822	0,179	0,416

Nível de Confiança = 95 %

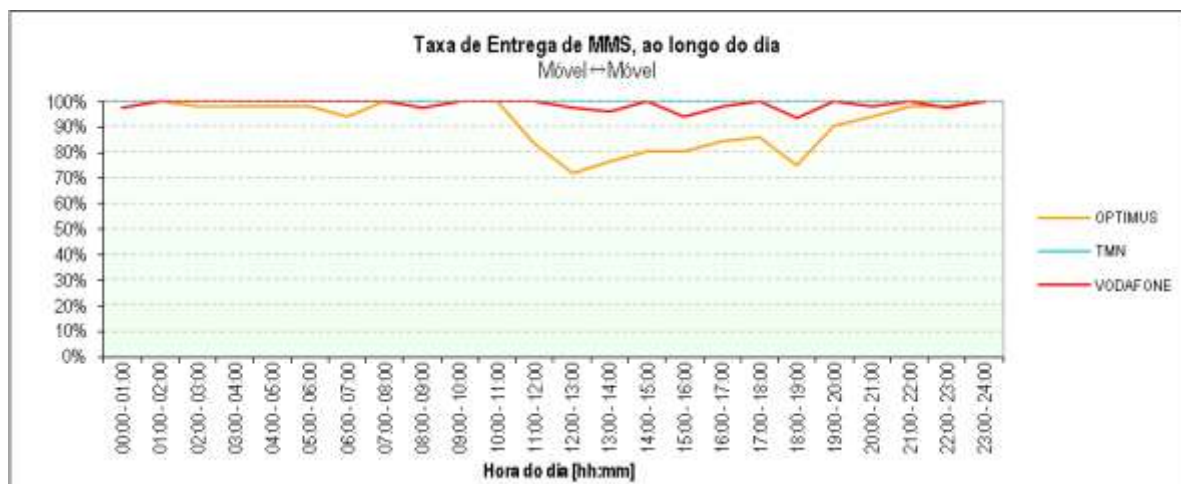
**4.2.1.1 INDICADORES TAXA DE ENVIO, DE NOTIFICAÇÃO, DE RECEÇÃO E DE ENTREGA DE MMS**



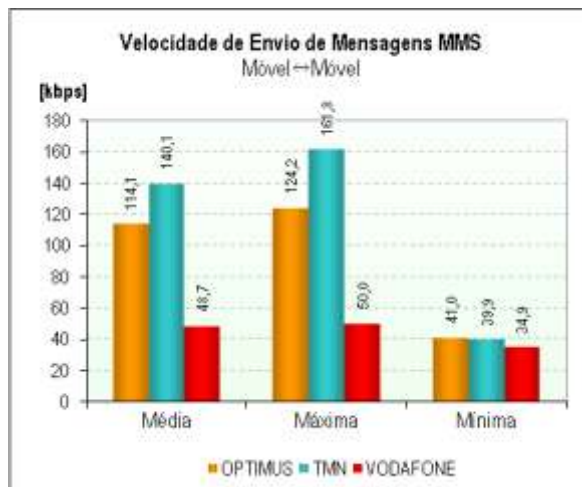
**4.2.1.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA**



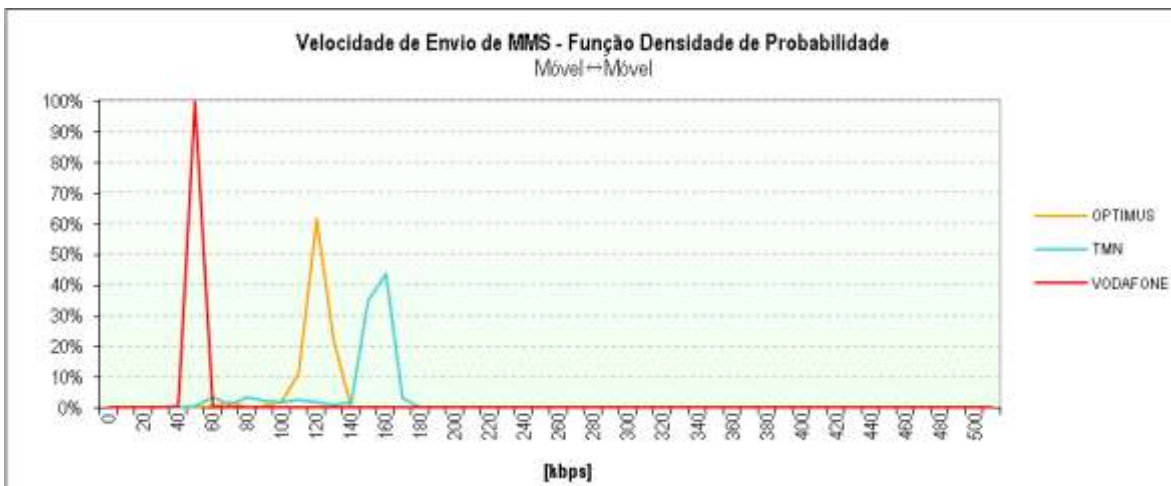
**4.2.1.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE MMS, AO LONGO DO DIA**



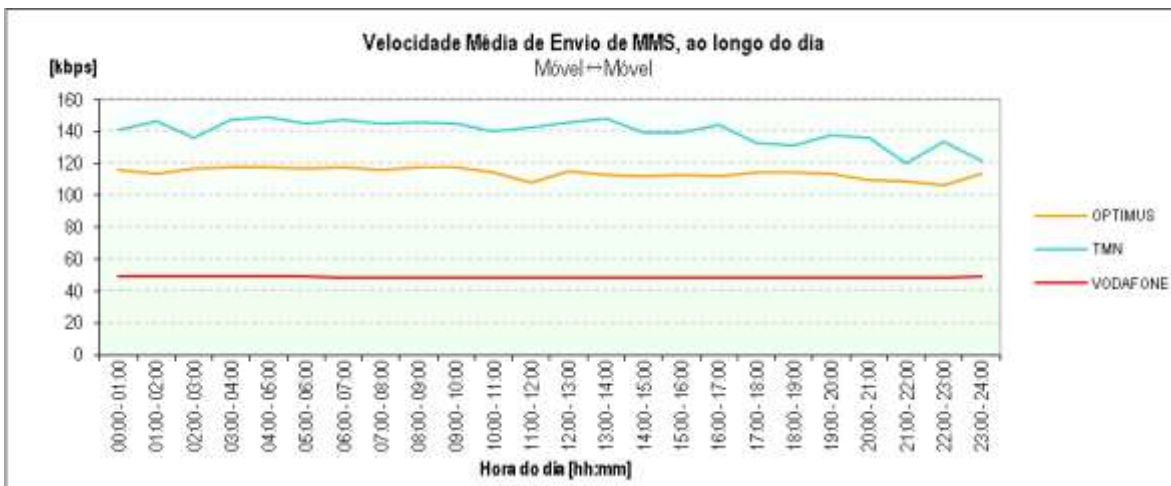
**4.2.1.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS**



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

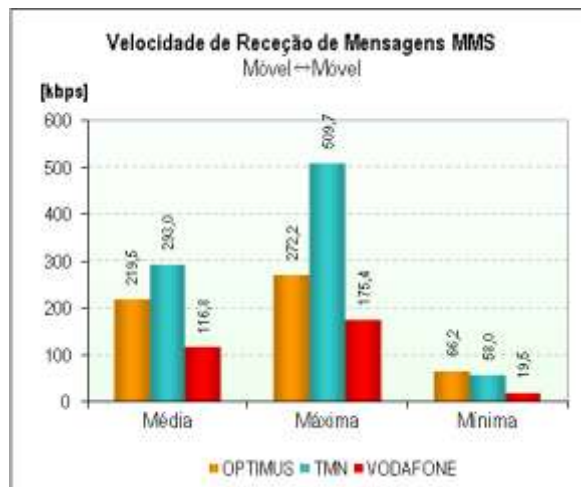


**4.2.1.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA**

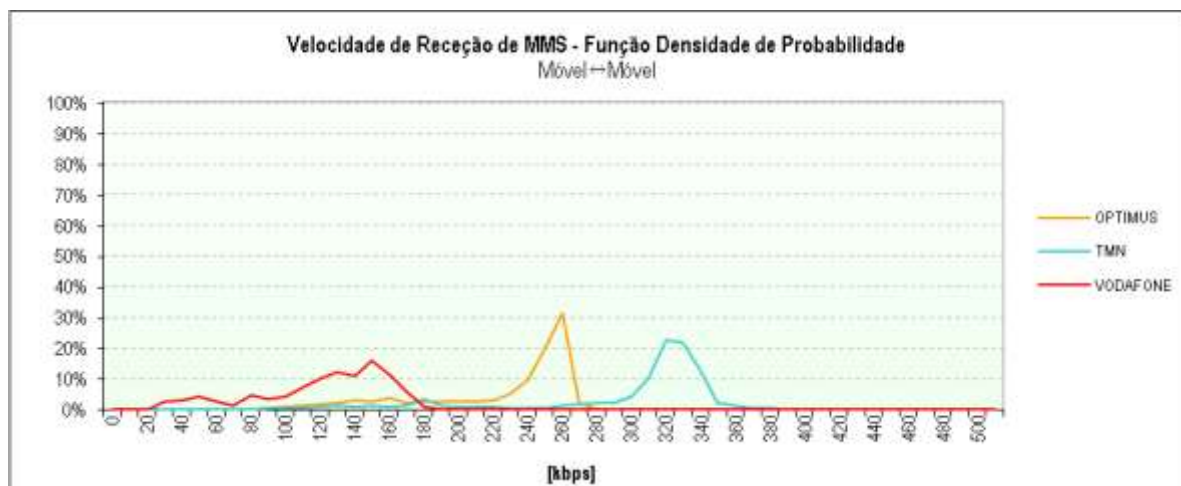




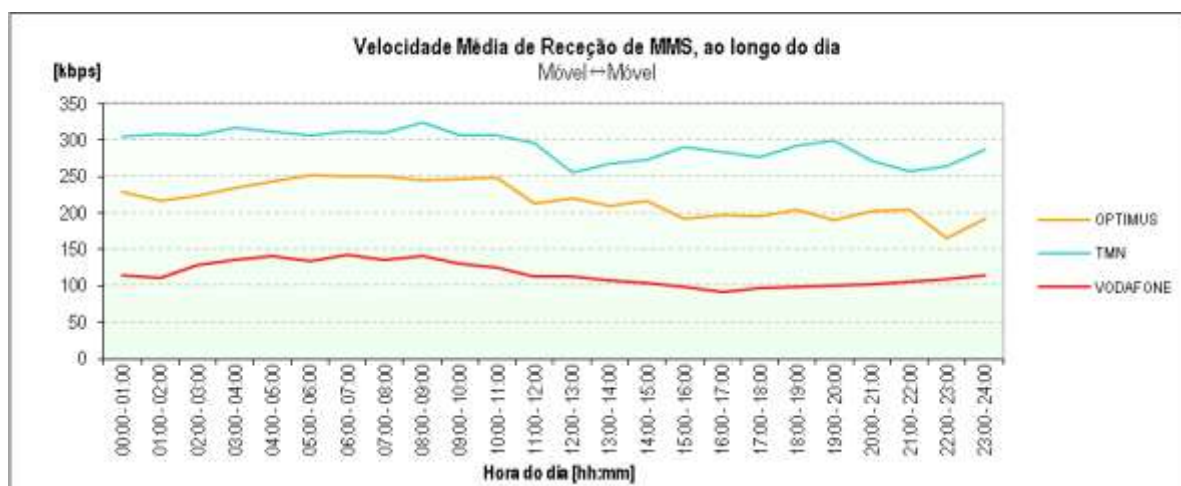
## 4.2.1.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



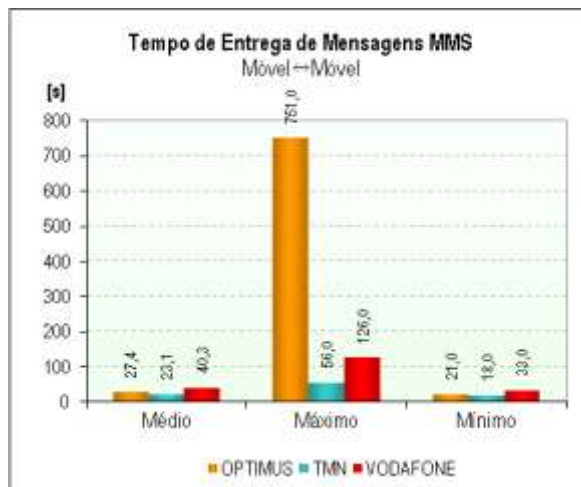
## 4.2.1.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS



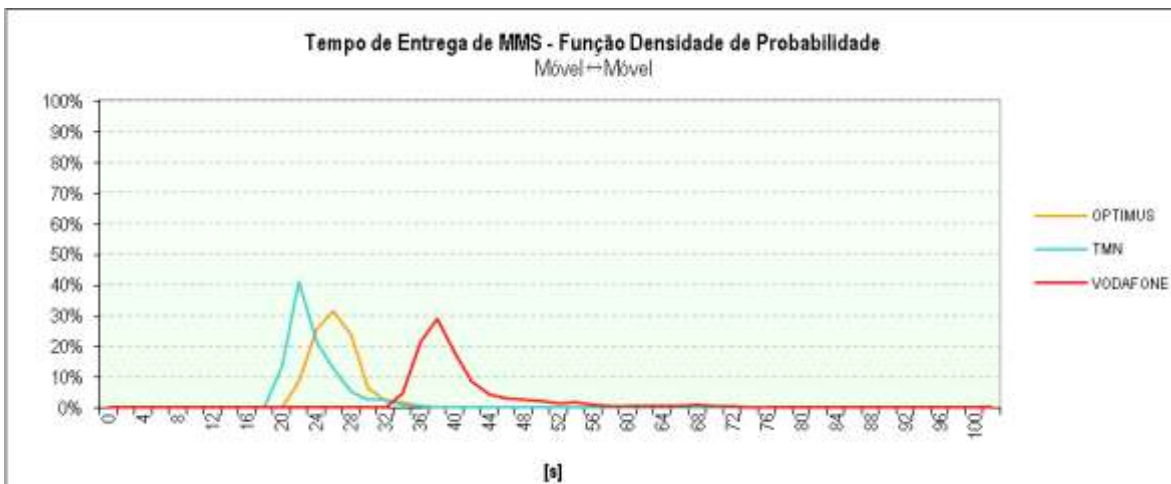
## 4.2.1.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA



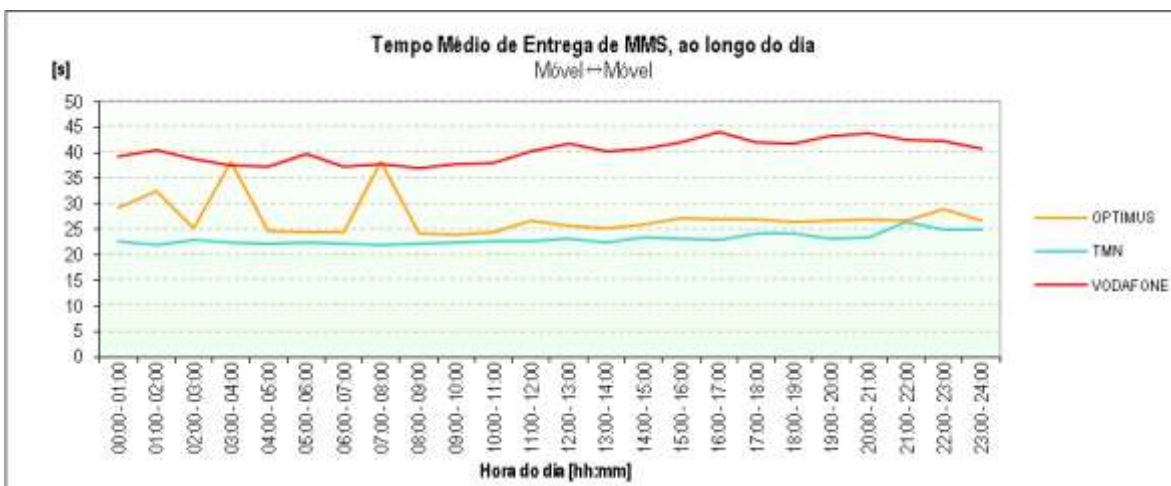
**4.2.1.10 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS***



**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**



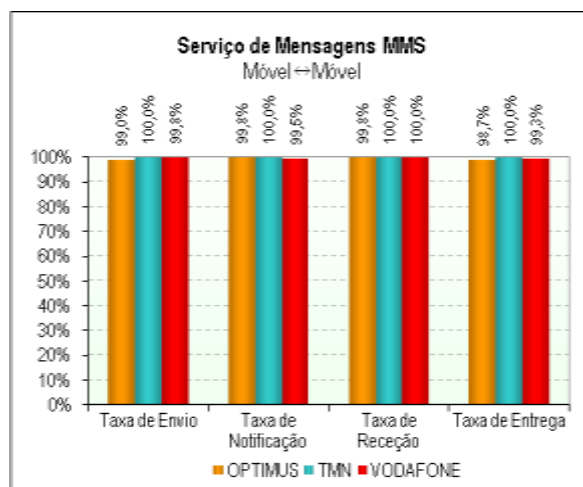
## 4.2.2 FIM DE SEMANA

		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens MMS</b>	Tentativas de Envio	628	630	587
	Enviadas com Sucesso	622	630	586
	Notificações Recebidas	621	630	583
	Recebidas com Sucesso	620	630	583
	Taxa de Envio	99,0%	100,0%	99,8%
	Taxa de Notificação	99,8%	100,0%	99,5%
	Taxa de Receção	99,8%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	98,7%	100,0%	99,3%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	115,8	148,3	48,7
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	123,9	162,9	49,9
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	57,6	43,7	44,8
	Desvio Padrão [kbps]	6,9	19,3	0,6
	Velocidade Média de Receção [kbps]	226,3	306,3	126,9
	Velocidade Máxima de Receção [kbps]	268,1	434,7	177,4
	Velocidade Mínima de Receção [kbps]	89,8	62,1	32,1
	Desvio Padrão [kbps]	37,0	47,1	27,9
	Tempo Médio de Entrega [s]	27,9	22,3	38,6
	Tempo Máximo de Entrega [s]	651,0	54,0	83,0
Tempo Mínimo de Entrega [s]	21,0	18,0	33,0	
Desvio Padrão [s]	36,8	2,9	3,7	

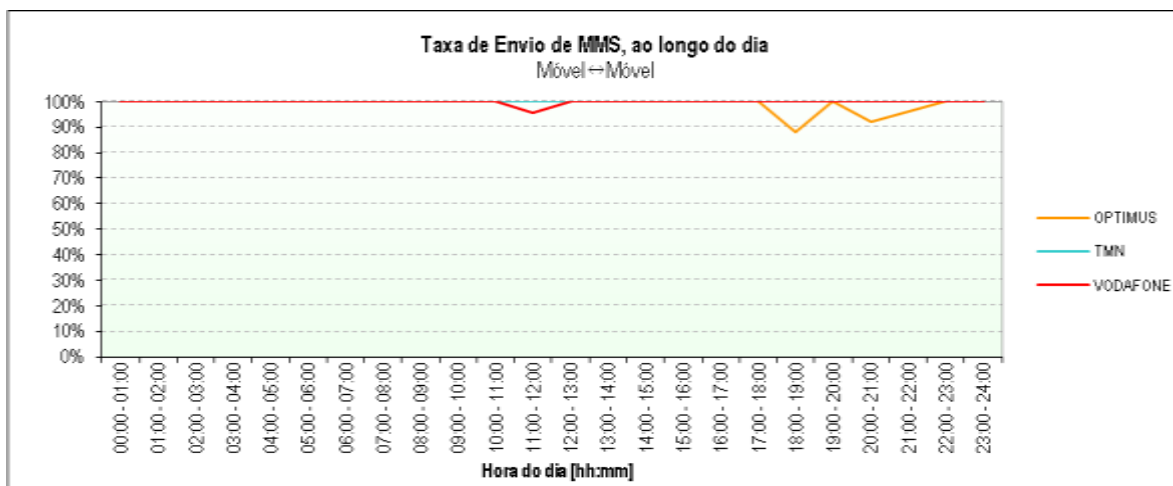
		OPTIMUS	TMN	VODAFONE
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Taxa de Envio de MMS	1,1%	0,0%	0,8%
	Taxa de Notificação de MMS	0,7%	0,0%	1,0%
	Taxa de Receção de MMS	0,7%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de MMS	1,2%	0,0%	1,1%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,5	1,5	0,0
	Velocidade de Receção de MMS [kbps]	2,9	3,7	2,3
	Tempo de Entrega de MMS [s]	2,896	0,224	0,302

Nível de Confiança = 95 %

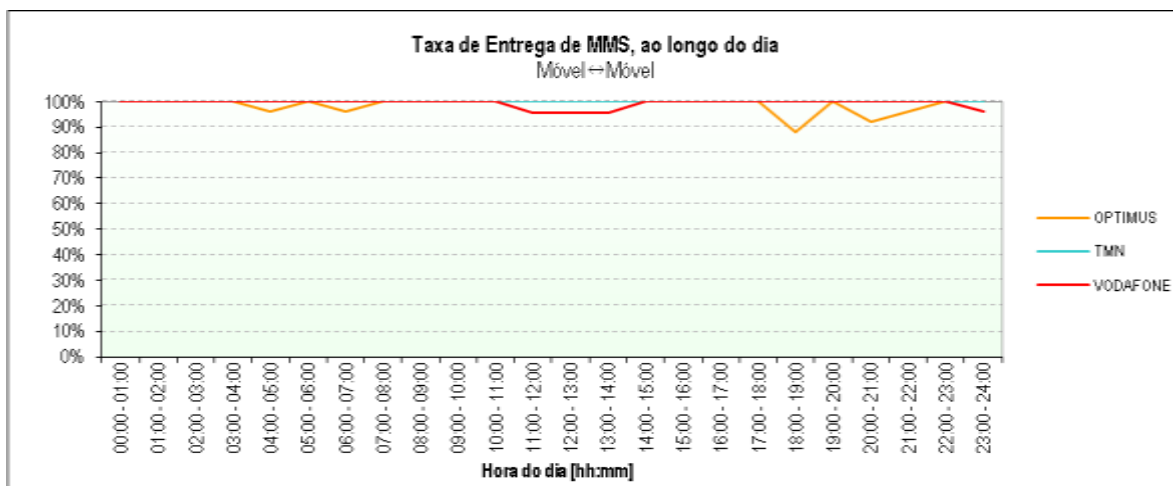
## 4.2.2.1 INDICADORES TAXA DE ENVIO, DE NOTIFICAÇÃO, DE RECEÇÃO E DE ENTREGA DE MMS



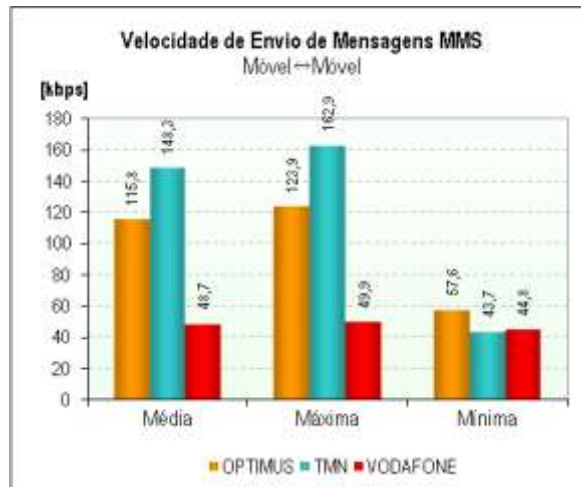
## 4.2.2.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



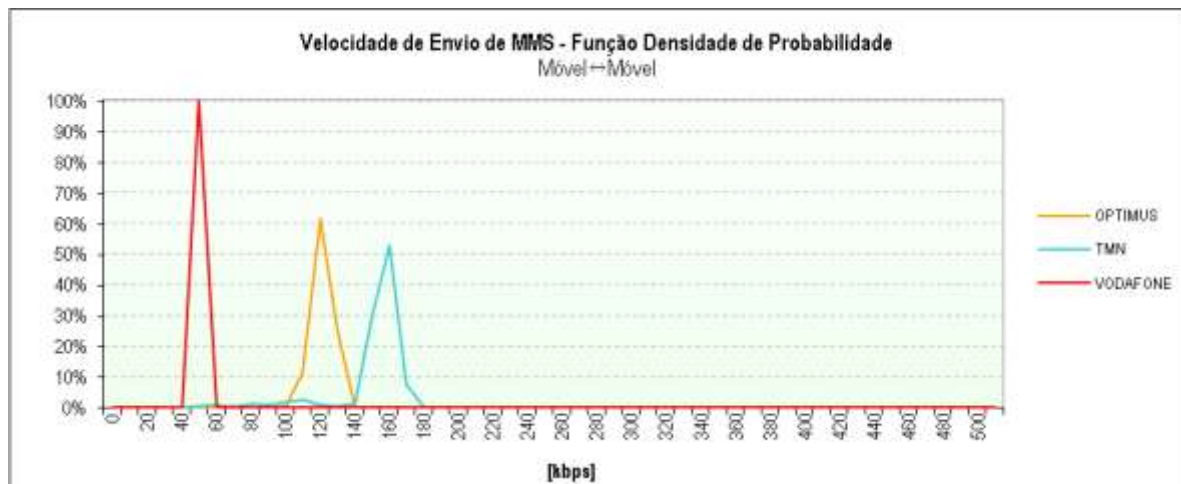
## 4.2.2.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE MMS, AO LONGO DO DIA



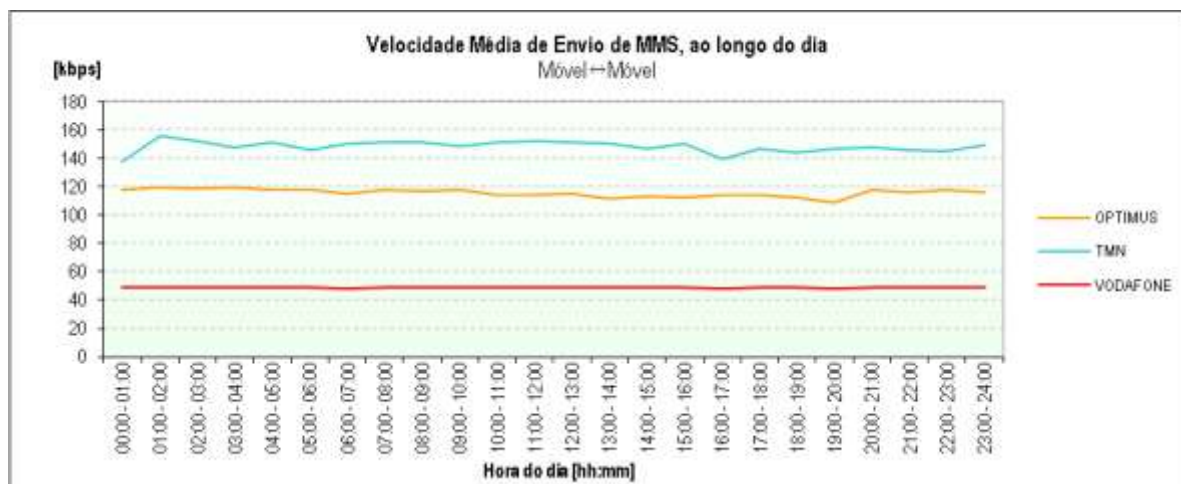
## 4.2.2.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



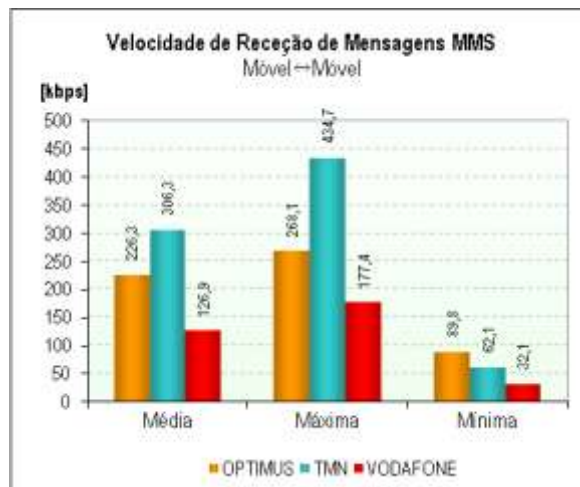
## 4.2.2.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS



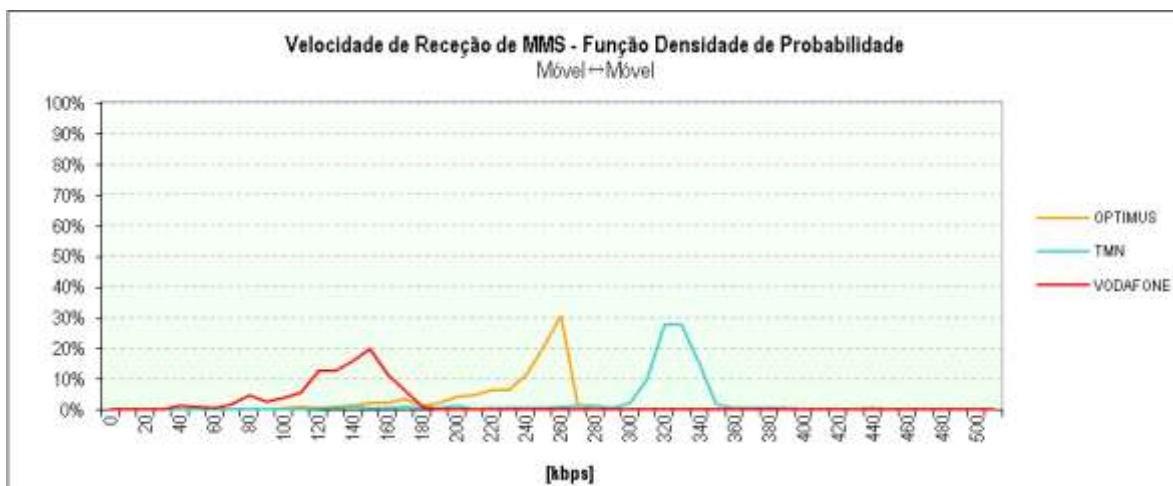
## 4.2.2.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



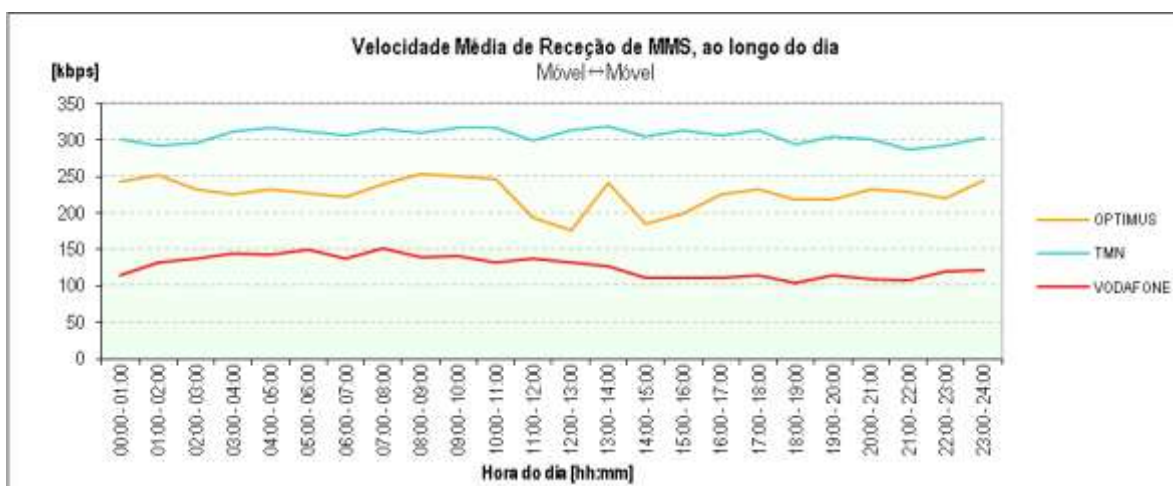
**4.2.2.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS**



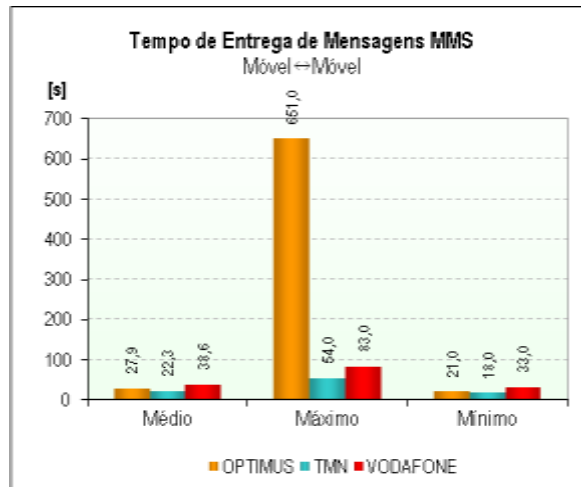
**4.2.2.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS**



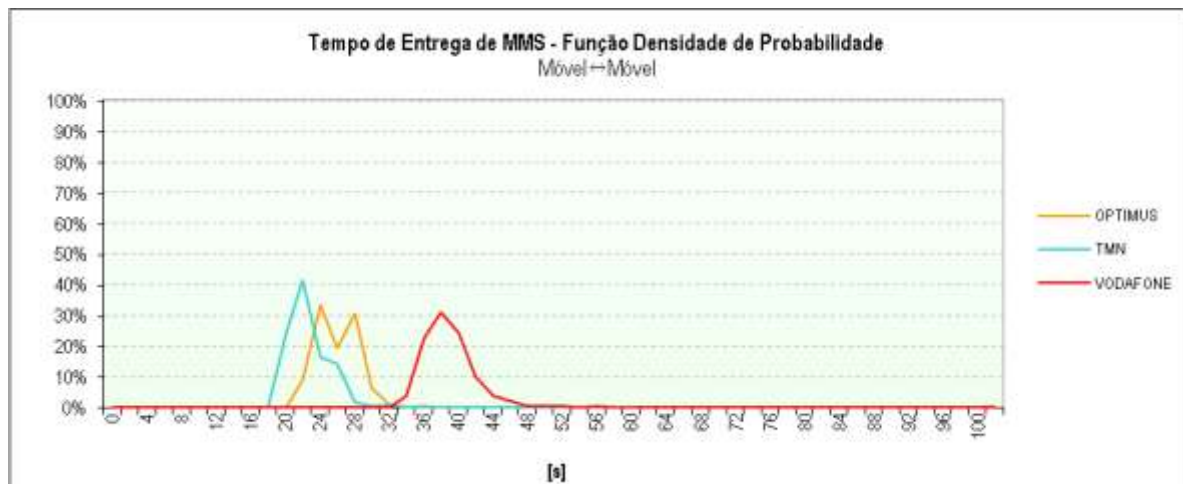
**4.2.2.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA**



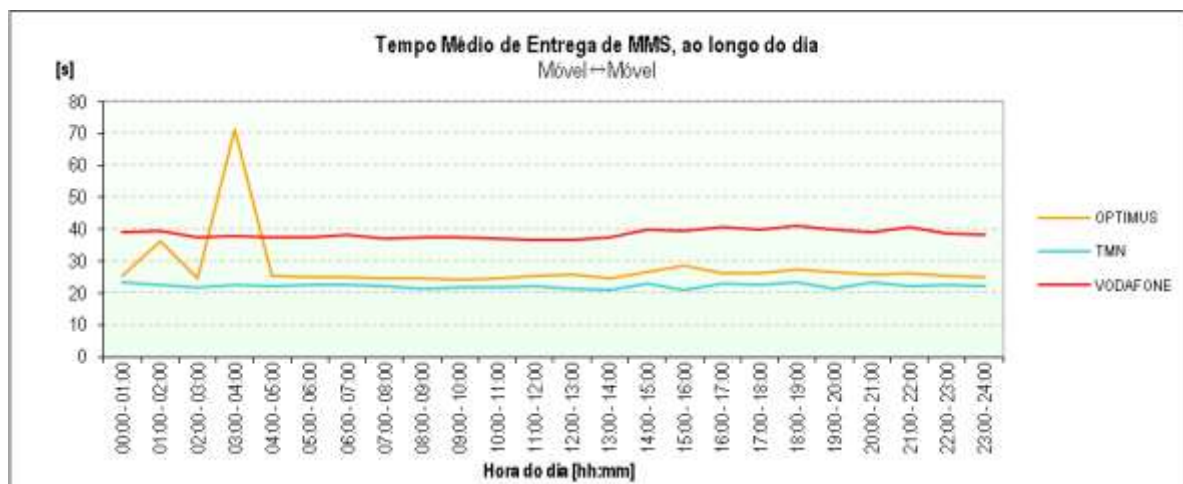
## 4.2.2.10 INDICADOR *TEMPO DE ENTREGA DE MMS*



## 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**

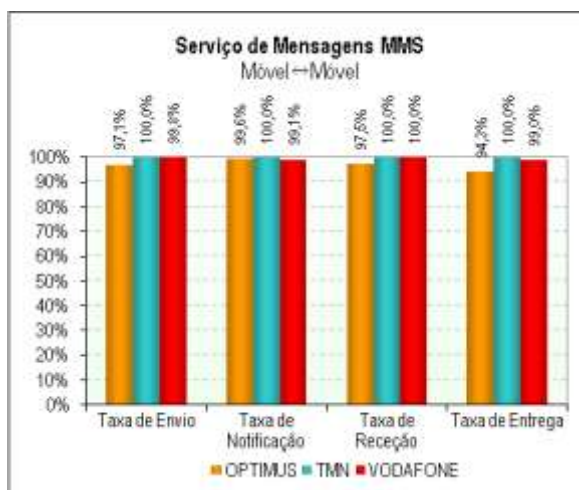
		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Mensagens MMS</b>	Tentativas de Envio	1.869	1.890	1.759
	Enviadas com Sucesso	1.815	1.890	1.756
	Notificações Recebidas	1.808	1.890	1.741
	Recebidas com Sucesso	1.762	1.890	1.741
	Taxa de Envio	97,1%	100,0%	99,8%
	Taxa de Notificação	99,6%	100,0%	99,1%
	Taxa de Receção	97,5%	100,0%	100,0%
	Taxa de Entrega	94,3%	100,0%	99,0%
	Velocidade Média de Envio [kbps]	114,7	142,8	48,7
	Velocidade Máxima de Envio [kbps]	124,2	162,9	50,0
	Velocidade Mínima de Envio [kbps]	41,0	39,9	34,9
	Desvio Padrão [kbps]	9,1	25,8	0,9
	Velocidade Média de Receção [kbps]	221,9	297,5	120,2
	Velocidade Máxima de Receção [kbps]	272,2	509,7	177,4
	Velocidade Mínima de Receção [kbps]	66,2	58,0	19,5
	Desvio Padrão [kbps]	43,5	57,1	34,8
	Tempo Médio de Entrega [s]	27,6	22,8	39,7
	Tempo Máximo de Entrega [s]	751,0	56,0	126,0
Tempo Mínimo de Entrega [s]	21,0	18,0	33,0	
Desvio Padrão [s]	33,4	3,2	6,3	

		<b>OPTIMUS</b>	<b>TMN</b>	<b>VODAFONE</b>
		Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel	Móvel↔Móvel
<b>Erro de Precisão</b>	Taxa de Envio de MMS	0,9%	0,0%	0,3%
	Taxa de Notificação de MMS	0,4%	0,0%	0,6%
	Taxa de Receção de MMS	0,8%	0,0%	0,0%
	Taxa de Entrega de MMS	1,2%	0,0%	0,6%
	Velocidade de Envio de MMS [kbps]	0,4	1,2	0,0
	Velocidade de Receção de MMS [kbps]	2,0	2,6	1,6
	Tempo de Entrega de MMS [s]	1,559	0,142	0,297

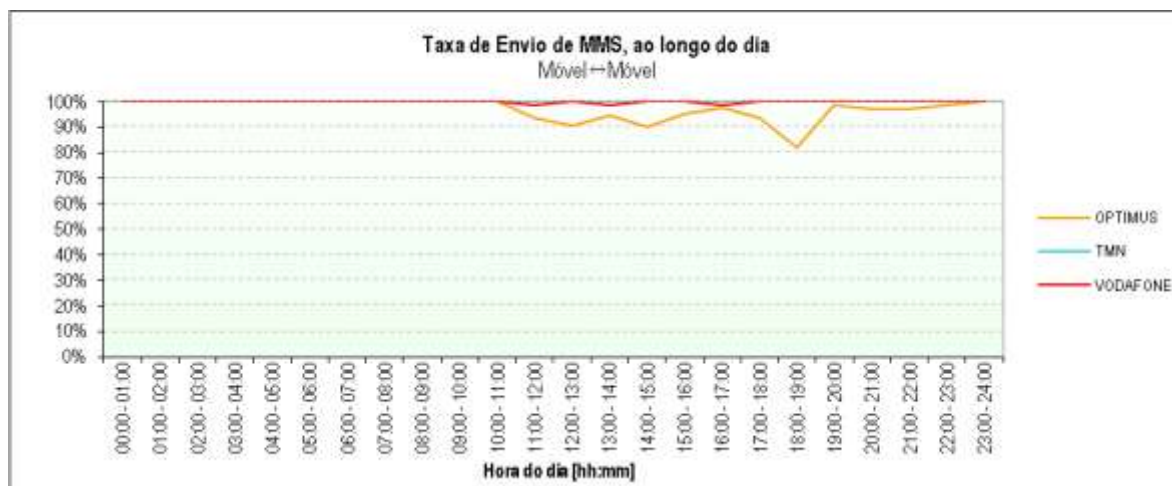
Nível de Confiança = 95 %



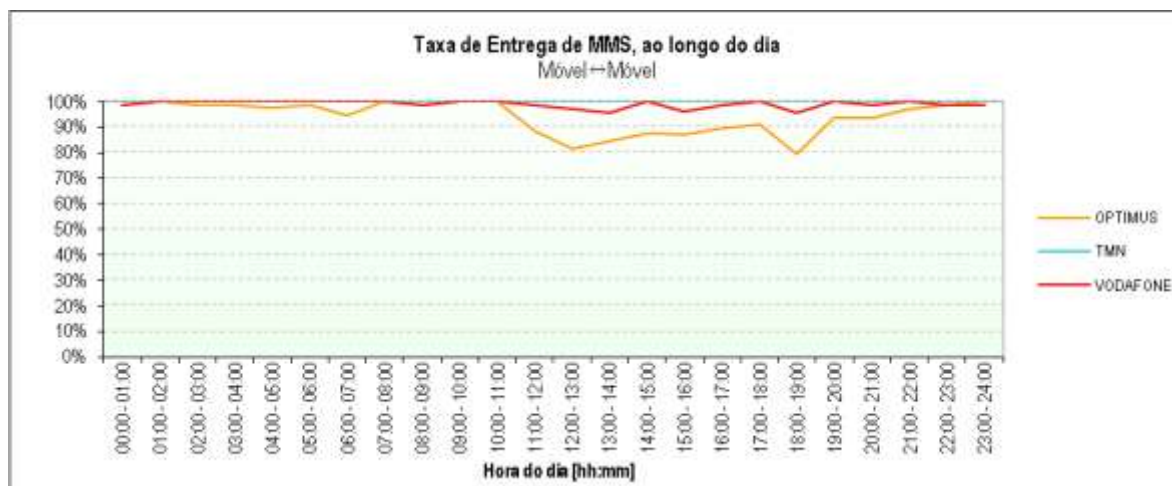
## 4.2.3.1 INDICADORES TAXA DE ENVIO, DE NOTIFICAÇÃO, DE RECEÇÃO E DE ENTREGA DE MMS



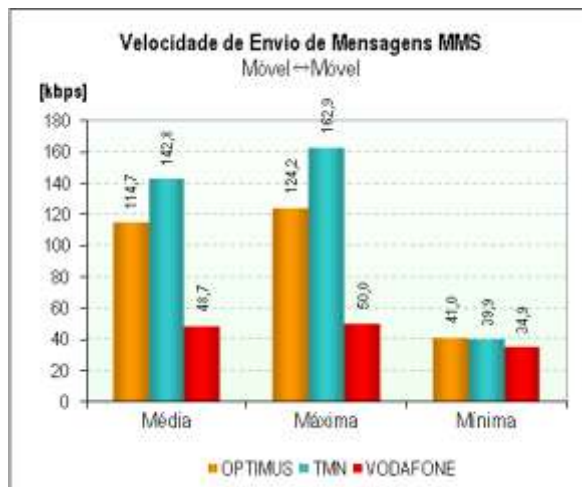
## 4.2.3.2 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA



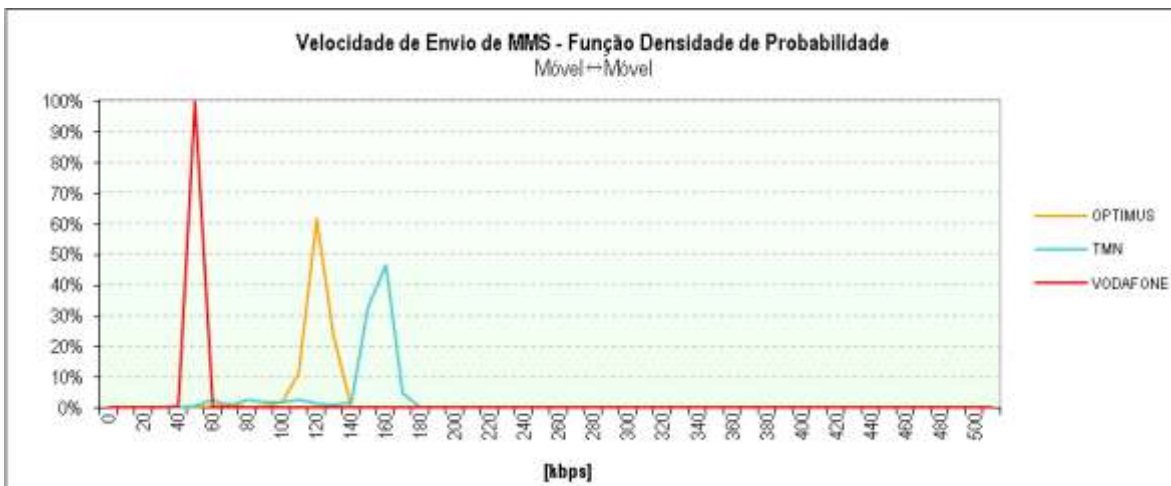
## 4.2.3.3 VARIAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE ENTREGA DE MMS, AO LONGO DO DIA



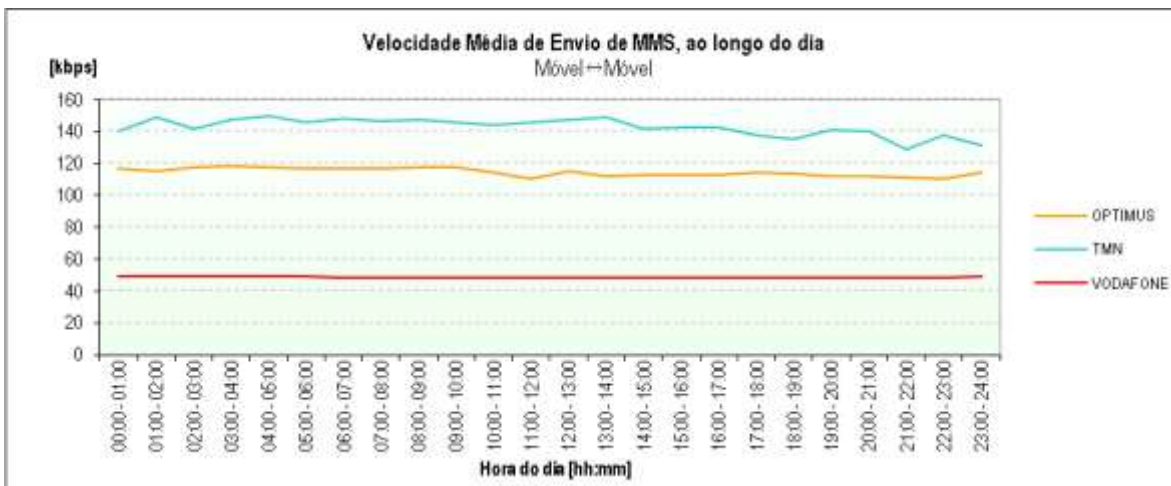
**4.2.3.4 INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS**



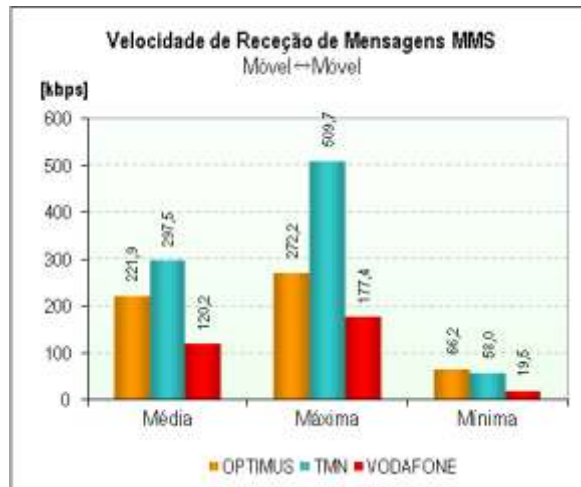
**4.2.3.5 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE ENVIO DE MMS**



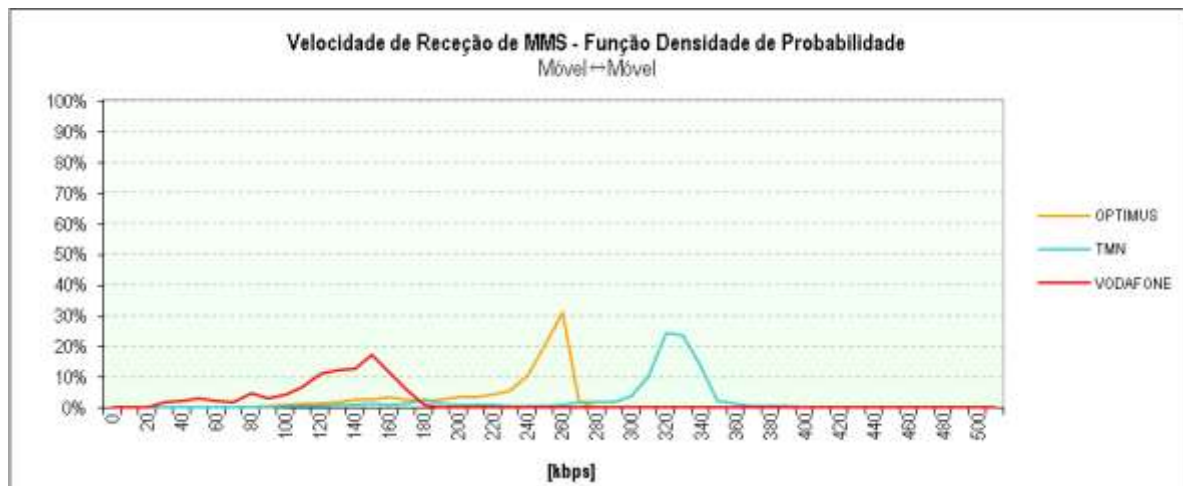
**4.2.3.6 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE ENVIO DE MMS, AO LONGO DO DIA**



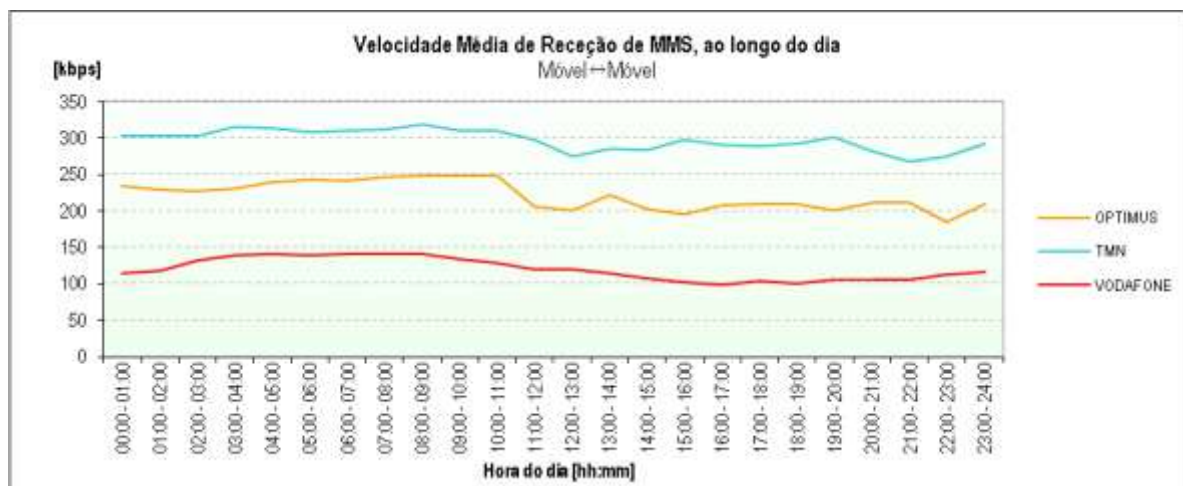
**4.2.3.7 INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS**



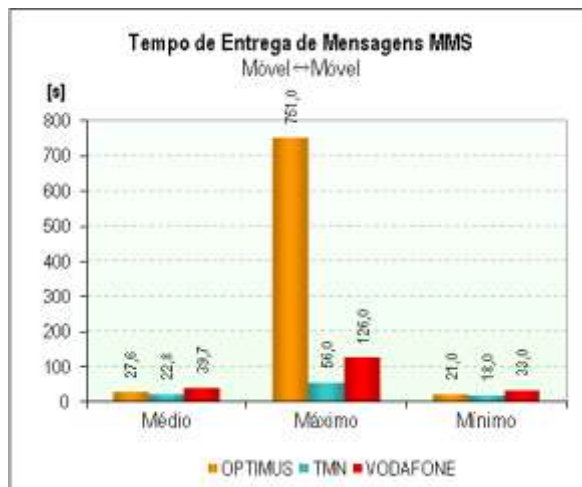
**4.2.3.8 FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE DO INDICADOR VELOCIDADE DE RECEÇÃO DE MMS**



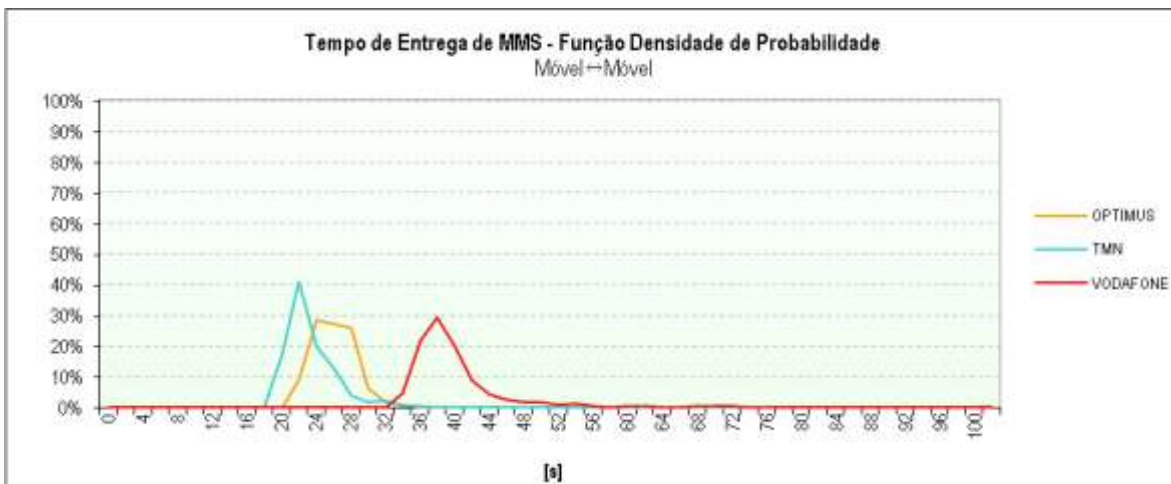
**4.2.3.9 VARIAÇÃO DO INDICADOR VELOCIDADE MÉDIA DE RECEÇÃO DE MMS, AO LONGO DO DIA**



**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**

